

organizadores

Jesús Ramón Briceño Barrios *(in memoriam)*

Hebert Elias Lobo Sosa

Frank S. Daboin Méndez

prólogo

Valmir Heckler

Educação e Complexidade

Educación y Complejidad



organizadores

Jesús Ramón Briceño Barrios *(in memoriam)*

Hebert Elías Lobo Sosa

Frank S. Daboin Méndez

prólogo

Valmir Heckler

Educação e Complexidade

Educación y Complejidad

São Paulo

| 2021



Copyright © Pimenta Cultural, alguns direitos reservados.

Copyright do texto © 2021 os autores e as autoras.

Copyright da edição © 2021 Pimenta Cultural.

Esta obra é licenciada por uma Licença Creative Commons: Atribuição-NãoComercial-SemDerivações 4.0 Internacional - CC BY-NC (CC BY-NC-ND). Os termos desta licença estão disponíveis em: <<https://creativecommons.org/licenses/>>. Direitos para esta edição cedidos à Pimenta Cultural. O conteúdo publicado não representa a posição oficial da Pimenta Cultural.

CONSELHO EDITORIAL CIENTÍFICO

Doutores e Doutoradas

Airton Carlos Batistela
Universidade Católica do Paraná, Brasil

Alaim Souza Neto
Universidade do Estado de Santa Catarina, Brasil

Alessandra Regina Müller Germani
Universidade Federal de Santa Maria, Brasil

Alexandre Antonio Timbane
Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Brasil

Alexandre Silva Santos Filho
Universidade Federal de Goiás, Brasil

Aline Daiane Nunes Mascarenhas
Universidade Estadual da Bahia, Brasil

Aline Pires de Moraes
Universidade do Estado de Mato Grosso, Brasil

Aline Wendpap Nunes de Siqueira
Universidade Federal de Mato Grosso, Brasil

Ana Carolina Machado Ferrari
Universidade Federal de Minas Gerais, Brasil

Andre Luiz Alvarenga de Souza
Emill Brunner World University, Estados Unidos

Andreza Regina Lopes da Silva
Universidade Federal de Santa Catarina, Brasil

Antonio Henrique Coutelo de Moraes
Universidade Católica de Pernambuco, Brasil

Arthur Vianna Ferreira
Universidade Católica de São Paulo, Brasil

Bárbara Amaral da Silva
Universidade Federal de Minas Gerais, Brasil

Beatriz Braga Bezerra
Escola Superior de Propaganda e Marketing, Brasil

Bernadette Beber
Universidade Federal de Santa Catarina, Brasil

Breno de Oliveira Ferreira
Universidade Federal do Amazonas, Brasil

Carla Wanessa Caffagni
Universidade de São Paulo, Brasil

Carlos Adriano Martins
Universidade Cruzeiro do Sul, Brasil

Caroline Chioquetta Lorensen
Universidade Federal de Santa Catarina, Brasil

Cláudia Samuel Kessler
Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Brasil

Daniel Nascimento e Silva
Universidade Federal de Santa Catarina, Brasil

Daniela Susana Segre Guertzenstein
Universidade de São Paulo, Brasil

Danielle Aparecida Nascimento dos Santos
Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Brasil

Delton Aparecido Felipe
Universidade Estadual de Maringá, Brasil

Dorame de Miranda Carvalho
Escola Superior de Propaganda e Marketing, Brasil

Doris Roncareli
Universidade Federal de Santa Catarina, Brasil

Elena Maria Mallmann
Universidade Federal de Santa Maria, Brasil

Emanoel Cesar Pires Assis
Universidade Federal de Santa Catarina, Brasil

Erika Viviane Costa Vieira
Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, Brasil

Everly Pegoraro
Universidade Federal do Rio de Janeiro, Brasil

Fábio Santos de Andrade
Universidade Federal de Mato Grosso, Brasil

Fauston Negreiros

Universidade Federal do Ceará, Brasil

Felipe Henrique Monteiro Oliveira

Universidade Federal da Bahia, Brasil

Fernando Barcellos Razuck

Universidade de Brasília, Brasil

Francisca de Assiz Carvalho

Universidade Cruzeiro do Sul, Brasil

Gabriela da Cunha Barbosa Saldanha

Universidade Federal de Minas Gerais, Brasil

Gabrielle da Silva Forster

Universidade Federal de Santa Maria, Brasil

Guilherme do Val Toledo Prado

Universidade Estadual de Campinas, Brasil

Hebert Elias Lobo Sosa

Universidad de Los Andes, Venezuela

Helciclever Barros da Silva Vitoriano

*Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais
Anísio Teixeira, Brasil*

Helen de Oliveira Faria

Universidade Federal de Minas Gerais, Brasil

Heloisa Candello

IBM e University of Brighton, Inglaterra

Heloisa Juncklaus Preis Moraes

Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, Brasil

Ismael Montero Fernández,

Universidade Federal de Roraima, Brasil

Jeronimo Becker Flores

Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, Brasil

Jorge Eschriqui Vieira Pinto

Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Brasil

Jorge Luís de Oliveira Pinto Filho

Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Brasil

José Luís Giovanoni Fornos Pontifícia

Universidade Católica do Rio Grande do Sul, Brasil

Josué Antunes de Macêdo

Universidade Cruzeiro do Sul, Brasil

Júlia Carolina da Costa Santos

Universidade Cruzeiro do Sul, Brasil

Juliana de Oliveira Vicentini

Universidade de São Paulo, Brasil

Juliana Tiburcio Silveira-Fossaluzza

Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Brasil

Julierme Sebastião Moraes Souza

Universidade Federal de Uberlândia, Brasil

Karlla Christine Araújo Souza

Universidade Federal da Paraíba, Brasil

Laionel Vieira da Silva

Universidade Federal da Paraíba, Brasil

Leandro Fabricio Campelo

Universidade de São Paulo, Brasil

Leonardo Jose Leite da Rocha Vaz

Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Brasil

Leonardo Pinheiro Mozdzenski

Universidade Federal de Pernambuco, Brasil

Lidia Oliveira

Universidade de Aveiro, Portugal

Luan Gomes dos Santos de Oliveira

Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Brasil

Luciano Carlos Mendes Freitas Filho

Universidade Federal do Rio de Janeiro, Brasil

Lucila Romano Tragtenberg

Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, Brasil

Lucimara Rett

Universidade Metodista de São Paulo, Brasil

Marceli Cherchiglia Aquino

Universidade Federal de Minas Gerais, Brasil

Marcia Raika Silva Lima

Universidade Federal do Piauí, Brasil

Marcos Uzel Pereira da Silva

Universidade Federal da Bahia, Brasil

Marcus Fernando da Silva Praxedes

Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, Brasil

Margareth de Souza Freitas Thomopoulos

Universidade Federal de Uberlândia, Brasil

Maria Angelica Penatti Pipitone

Universidade Estadual de Campinas, Brasil

Maria Cristina Giorgi

Centro Federal de Educação Tecnológica

Celso Suckow da Fonseca, Brasil

Maria de Fátima Scaffo

Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro, Brasil

Maria Isabel Imbroni

Universidade de São Paulo, Brasil

Maria Luzia da Silva Santana

Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Brasil

Maria Sandra Montenegro Silva Leão

Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, Brasil

Michele Marcelo Silva Bortolai

Universidade de São Paulo, Brasil

Miguel Rodrigues Netto

Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, Brasil

Nara Oliveira Salles

Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Brasil

Neli Maria Mengalli

Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, Brasil

Patricia Biegging

Universidade de São Paulo, Brasil

Patrícia Helena dos Santos Carneiro
Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Brasil

Patrícia Oliveira
Universidade de Aveiro, Portugal

Patricia Mara de Carvalho Costa Leite
Universidade Federal de São João del-Rei, Brasil

Paulo Augusto Tamanini
Universidade Federal de Santa Catarina, Brasil

Priscilla Stuart da Silva
Universidade Federal de Santa Catarina, Brasil

Radamés Mesquita Rogério
Universidade Federal do Ceará, Brasil

Ramofly Bicalho Dos Santos
Universidade de Campinas, Brasil

Ramon Taniguchi Piretti Brandao
Universidade Federal de Goiás, Brasil

Rarielle Rodrigues Lima
Universidade Federal do Maranhão, Brasil

Raul Inácio Busarello
Universidade Federal de Santa Catarina, Brasil

Renatto Cesar Marcondes
Universidade de São Paulo, Brasil

Ricardo Luiz de Bittencourt
Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Brasil

Rita Oliveira
Universidade de Aveiro, Portugal

Robson Teles Gomes
Universidade Federal da Paraíba, Brasil

Rodiney Marcelo Braga dos Santos
Universidade Federal de Roraima, Brasil

Rodrigo Amancio de Assis
Universidade Federal de Mato Grosso, Brasil

Rodrigo Sarruge Molina
Universidade Federal do Espírito Santo, Brasil

Rosane de Fatima Antunes Obregon
Universidade Federal de Santa Catarina, Brasil

Sebastião Silva Soares
Universidade Federal do Tocantins, Brasil

Simone Alves de Carvalho
Universidade de São Paulo, Brasil

Stela Maris Vaucher Farias
Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Brasil

Tadeu João Ribeiro Baptista
Universidade Federal de Goiás, Brasil

Tania Micheline Miorando
Universidade Federal de Santa Maria, Brasil

Tarcísio Vanzin
Universidade Federal de Santa Catarina, Brasil

Thiago Barbosa Soares
Universidade Federal de São Carlos, Brasil

Thiago Camargo Iwamoto
Universidade de Brasília, Brasil

Thyana Farias Galvão
Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Brasil

Valdir Lamim Guedes Junior
Universidade de São Paulo, Brasil

Valeska Maria Fortes de Oliveira
Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Brasil

Vanessa Elisabete Raue Rodrigues
Universidade Estadual de Ponta Grossa, Brasil

Vania Ribas Ulbricht
Universidade Federal de Santa Catarina, Brasil

Wagner Corsino Enedino
Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Brasil

Wanderson Souza Rabello
Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, Brasil

Washington Sales do Monte
Universidade Federal de Sergipe, Brasil

Wellington Furtado Ramos
Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Brasil

PARECERISTAS E REVISORES(AS) POR PARES

Avaliadores e avaliadoras Ad-Hoc

Adailson Wagner Sousa de Vasconcelos
Universidade Federal da Paraíba, Brasil

Adilson Cristiano Habowski
Universidade La Salle - Canoas, Brasil

Adriana Flavia Neu
Universidade Federal de Santa Maria, Brasil

Aguimario Pimentel Silva
Instituto Federal de Alagoas, Brasil

Alessandra Dale Giacomini Terra
Universidade Federal Fluminense, Brasil

Alessandra Figueiró Thornton
Universidade Luterana do Brasil, Brasil

Alessandro Pinto Ribeiro
Universidade Católica do Rio Grande do Sul, Brasil

Alexandre João Appio
Universidade do Vale do Rio dos Sinos, Brasil

Aline Corso
Universidade do Vale do Rio dos Sinos, Brasil

Aline Marques Marino
Centro Universitário Salesiano de São Paulo, Brasil

Aline Patricia Campos de Tolentino Lima
Centro Universitário Moura Lacerda, Brasil

Ana Emidia Sousa Rocha
Universidade do Estado da Bahia, Brasil

Ana Iara Silva Deus
Universidade de Passo Fundo, Brasil

Ana Julia Bonzanini Bernardi
Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Brasil

Ana Rosa Gonçalves De Paula Guimarães
Universidade Federal de Uberlândia, Brasil

André Gobbo
Universidade Federal da Paraíba, Brasil

Andressa Antonio de Oliveira
Universidade Federal do Espírito Santo, Brasil

Andressa Wiebusch
Universidade Federal de Santa Maria, Brasil

Angela Maria Farah
Universidade de São Paulo, Brasil

Anísio Batista Pereira
Universidade Federal de Uberlândia, Brasil

Anne Karynne da Silva Barbosa
Universidade Federal do Maranhão, Brasil

Antônia de Jesus Alves dos Santos
Universidade Federal da Bahia, Brasil

Antonio Edson Alves da Silva
Universidade Estadual do Ceará, Brasil

Ariane Maria Peronio Maria Fortes
Universidade de Passo Fundo, Brasil

Ary Albuquerque Cavalcanti Junior
Universidade do Estado da Bahia, Brasil

Bianca Gabriely Ferreira Silva
Universidade Federal de Pernambuco, Brasil

Bianka de Abreu Severo
Universidade Federal de Santa Maria, Brasil

Bruna Carolina de Lima Siqueira dos Santos
Universidade do Vale do Itajaí, Brasil

Bruna Donato Reche
Universidade Estadual de Londrina, Brasil

Bruno Rafael Silva Nogueira Barbosa
Universidade Federal da Paraíba, Brasil

Camila Amaral Pereira
Universidade Estadual de Campinas, Brasil

Carlos Eduardo Damian Leite
Universidade de São Paulo, Brasil

Carlos Jordan Lapa Alves
Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, Brasil

Carolina Fontana da Silva
Universidade Federal de Santa Maria, Brasil

Carolina Fragoso Gonçalves
Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, Brasil

Cássio Michel dos Santos Camargo
Universidade Federal do Rio Grande do Sul-Faced, Brasil

Cecilia Machado Henriques
Universidade Federal de Santa Maria, Brasil

Cintia Morales Camillo
Universidade Federal de Santa Maria, Brasil

Claudia Dourado de Salces
Universidade Estadual de Campinas, Brasil

Cleonice de Fátima Martins
Universidade Estadual de Ponta Grossa, Brasil

Cristiane Silva Fontes
Universidade Federal de Minas Gerais, Brasil

Cristiano das Neves Vilela
Universidade Federal de Sergipe, Brasil

Daniele Cristine Rodrigues
Universidade de São Paulo, Brasil

Daniella de Jesus Lima
Universidade Tiradentes, Brasil

Dayara Rosa Silva Vieira
Universidade Federal de Goiás, Brasil

Dayse Rodrigues dos Santos
Universidade Federal de Goiás, Brasil

Dayse Sampaio Lopes Borges
Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, Brasil

Deborah Susan Sampaio Sousa Lima
Universidade Tuiuti do Paraná, Brasil

Diego Pizarro
Instituto Federal de Brasília, Brasil

Diogo Luiz Lima Augusto
Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, Brasil

Ederson Silveira
Universidade Federal de Santa Catarina, Brasil

Elaine Santana de Souza
Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, Brasil

Eleonora das Neves Simões
Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Brasil

Elias Theodoro Mateus
Universidade Federal de Ouro Preto, Brasil

Elisiene Borges Leal
Universidade Federal do Piauí, Brasil

Elizabeth de Paula Pacheco
Universidade Federal de Uberlândia, Brasil

Elizânia Sousa do Nascimento
Universidade Federal do Piauí, Brasil

Elton Simomukay
Universidade Estadual de Ponta Grossa, Brasil

Elvira Rodrigues de Santana
Universidade Federal da Bahia, Brasil

Emanuella Silveira Vasconcelos
Universidade Estadual de Roraima, Brasil

Érika Catarina de Melo Alves
Universidade Federal da Paraíba, Brasil

Everton Boff
Universidade Federal de Santa Maria, Brasil

Fabiana Aparecida Vilaça
Universidade Cruzeiro do Sul, Brasil

Fabiano Antonio Melo
Universidade Nova de Lisboa, Portugal

Fabricia Lopes Pinheiro
Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro, Brasil

Fabício Nascimento da Cruz
Universidade Federal da Bahia, Brasil

Francisco Geová Goveia Silva Júnior
Universidade Potiguar, Brasil

Francisco Isaac Dantas de Oliveira
Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Brasil

Francisco Jeimes de Oliveira Paiva
Universidade Estadual do Ceará, Brasil

Gabriella Eldereti Machado
Universidade Federal de Santa Maria, Brasil

Gean Breda Queiros
Universidade Federal do Espírito Santo, Brasil

Germano Ehler Pollnow
Universidade Federal de Pelotas, Brasil

Glaucio Martins da Silva Bandeira
Universidade Federal Fluminense, Brasil

Graciele Martins Lourenço
Universidade Federal de Minas Gerais, Brasil

Handerson Leylton Costa Damasceno
Universidade Federal da Bahia, Brasil

Helena Azevedo Paulo de Almeida
Universidade Federal de Ouro Preto, Brasil

Heliton Diego Lau
Universidade Estadual de Ponta Grossa, Brasil

Hendy Barbosa Santos
Faculdade de Artes do Paraná, Brasil

Inara Antunes Vieira Willerding
Universidade Federal de Santa Catarina, Brasil

Ivan Farias Barreto
Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Brasil

Jacqueline de Castro Rimá
Universidade Federal da Paraíba, Brasil

Jeane Carla Oliveira de Melo
Universidade Federal do Maranhão, Brasil

João Eudes Portela de Sousa
Universidade Tuiuti do Paraná, Brasil

João Henriques de Sousa Junior
Universidade Federal de Pernambuco, Brasil

Joelson Alves Onofre
Universidade Estadual de Santa Cruz, Brasil

Juliana da Silva Paiva
Universidade Federal da Paraíba, Brasil

Junior César Ferreira de Castro
Universidade Federal de Goiás, Brasil

Lais Braga Costa
Universidade de Cruz Alta, Brasil

Leia Mayer Eyny
Universidade Federal de Santa Catarina, Brasil

Manoel Augusto Polastreli Barbosa
Universidade Federal do Espírito Santo, Brasil

Marcio Bernardino Sirino
Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro, Brasil

Marcos dos Reis Batista
Universidade Federal do Pará, Brasil

Maria Edith Maroca de Avelar Rivelli de Oliveira
Universidade Federal de Ouro Preto, Brasil

Michele de Oliveira Sampaio
Universidade Federal do Espírito Santo, Brasil

Miriam Leite Farias
Universidade Federal de Pernambuco, Brasil

Natália de Borba Pugens
Universidade La Salle, Brasil

Patricia Flavia Mota
Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Brasil

Raick de Jesus Souza
Fundação Oswaldo Cruz, Brasil

Railson Pereira Souza
Universidade Federal do Piauí, Brasil

Rogério Rauber
Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Brasil

Samuel André Pompeo
Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Brasil

Simoni Urnau Bonfiglio
Universidade Federal da Paraíba, Brasil

Tayson Ribeiro Teles
Universidade Federal do Acre, Brasil

Valdemar Valente Júnior
Universidade Federal do Rio de Janeiro, Brasil

Wallace da Silva Mello
Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, Brasil

Wellton da Silva de Fátima
Universidade Federal Fluminense, Brasil

Weyber Rodrigues de Souza
Pontifícia Universidade Católica de Goiás, Brasil

Wilder Kleber Fernandes de Santana
Universidade Federal da Paraíba, Brasil

PARECER E REVISÃO POR PARES

Os textos que compõem esta obra foram submetidos para avaliação do Conselho Editorial da Pimenta Cultural, bem como revisados por pares, sendo indicados para a publicação.

Direção editorial	Patricia Biegging Raul Inácio Busarello
Diretor de sistemas	Marcelo Eyng
Editora executiva	Patricia Biegging
Assistente editorial	Landressa Schiefelbein
Diretor de criação	Raul Inácio Busarello
Assistente de arte	Ligia Andrade Machado
Editoração eletrônica	Peter Valmorbida
Imagens da capa	Rawpixel.com, Freepik - Freepik.com
Revisão	Os autores e autoras
Organizadores	Jesús Ramón Briceño Barrios (in memoriam) Hebert Elias Lobo Sosa Frank S. Daboin Méndez

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

E244 Educação e complexidade = Educación y complejidad.
Jesús Ramón Briceño Barrios (in memoriam), Hebert Elias
Lobo Sosa, Frank S. Daboin Méndez - organizadores. São
Paulo: Pimenta Cultural, 2021. 470p..

Inclui bibliografia.
ISBN: 978-65-5939-100-4 (eBook)

1. Educação. 2. Pensamento complexo. 3. Formação docente.
4. Transdisciplinariedade. 5. Pedagogia. I. (in memoriam)
Barrios, Jesús Ramón Briceño. II. Sosa, Hebert Elias Lobo. III.
Méndez, Frank S. Daboin. IV. Título.

CDU: 371.13
CDD: 370

DOI: 10.31560/pimentacultural/2021.004

PIMENTA CULTURAL
São Paulo - SP
Telefone: +55 (11) 96766 2200
livro@pimentacultural.com
www.pimentacultural.com

 **pimenta
cultural**
2 0 2 1

O conhecimento do conhecimento ensina-nos que apenas conhecemos uma pequena película da realidade. A única realidade que é cognoscível é coproduzida pelo espírito humano, com a ajuda do imaginário. O real e o imaginário estão entretecidos e formam o complexo dos nossos seres e das nossas vidas. A realidade humana em si mesma é semi-imaginária. A realidade é apenas humana, e apenas parcialmente real.

Edgar Morin, em 'Os Meus Demónios'

Neste período em que a humanidade enfrenta uma crise catastrófica, onde todos os estilos de vida foram afetados, uma visão diferente de ciência se faz necessária, sendo preciso ainda mais agora, dotá-la com urgência de uma consciência.

Jesús Ramón Briceño Barrios

- In Memoriam, 2020

AGRADECIMIENTOS

A nuestra querida y siempre añorada Universidad de Los Andes y, en especial, al Núcleo Universitario “Rafael Rangel”, la ULA en Trujillo, donde muchos de nosotros nos formamos y a quien debemos gran parte de lo que somos.

Al Centro Regional de Investigación en Ciencia, su Enseñanza y Filosofía (CRINCEF) del cual somos miembros fundadores y donde nos forjamos como investigadores.

Al CDCHTA por el financiamiento del proyecto codificado NURR-H-585-16-04-AA de la ULA (Venezuela).

À Universidade Federal do Rio Grande (FURG) por haver-nos brindado a oportunidade de integrarmos como professores visitantes, e oferecido seus espaços, particularmente ao Instituto de Matemática, Estatística e Física (IMEF), ao Mestrado Nacional Profissional de Ensino de Física (MNPEF; Polo 21), ao Instituto de Educação (IE) e ao Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências: Química da Vida e Saúde (PPGEC-FURG), onde estamos lotados dois dos organizadores desta obra e alguns dos autores brasileiros.

A todos los autores que, con su contribución, hicieron posible la realización de esta obra, con visiones distintas o semejantes, compartidas o en conflicto, compiladas aquí como un conjunto de trabajos de profesores venezolanos y brasileños, como un esfuerzo para avanzar en el proceso de internacionalización y cooperación entre investigadores de la ULA-Universidad de Los Andes (Venezuela), la FURG-Universidade Federal do Río Grande, Rio grande do Sul y la UEPG-Universidade Estadual de Ponta Grossa, Paraná.

Ao Prof. Dr. Valmir Heckler, autor do prologo da obra, pelas muitas contribuições em nosso trabalho e sua atitude sempre fraterna e solidária.

SUMÁRIO

Prefacio	15
-----------------------	-----------

Hebert E. Lobo Sosa

Prologo	17
----------------------	-----------

Valmir Heckler

Capítulo 1

El complejo pensamiento de Edgar Morin	26
---	-----------

Hebert Elias Lobo Sosa

Ana Carolina Pacheco Millan

Capítulo 2

Complexidade no Processo Educativa das Ciências	69
--	-----------

Jesús Ramón Briceño Barrios (in memoriam)

Gladys Gutiérrez Nieto

Capítulo 3

Tejer para la completitud y la redimensión humana: complejidad, mestizaje y diálogo cultural	92
---	-----------

Ally Rafael Mendoza Rondón

Capítulo 4

O pensamento complexo e a formação docente: reflexões nas ações	118
--	------------

Silvio Luiz Rutz da Silva

André Vitor Chaves de Andrade

André Maurício Brinatti

Capítulo 5

**Reflexiones Filosóficas acerca
de la Complejidad, constitución
interpretativa del Mundo/Cosmos..... 149**

Frank S. Daboin Méndez

Richar Duran

Capítulo 6

**Glossário Sobre Interdisciplinaridade:
emergências de pesquisas no contexto
da formação de professores de Ciências 160**

Rafaele Rodrigues de Araújo

Marcia Lorena Saurin Martinez

Capítulo 7

**La complejidad y su origen: una mirada
desde la educación y la transdisciplinariedad 187**

Carlos Mármol

Evelyn Urbina

Capítulo 8

**Educação Ambiental
e Pensamento Complexo: encontros
para pensar uma transformação social 203**

Carelia Hidalgo López

William Leonardo Gómez Lotero

Capítulo 9

**La Complejidad, la Transdisciplinariedad
y su Relación con la Educación..... 221**

Evelitza Urbina

Evelyn Urbina

Carlos Mármol

Capítulo 10

vídeo aulas como desafio docente e perspectivas frente a uma nova realidade mundial: educação em tempos de distanciamento social	232
<i>Aline Guerra</i>	

Capítulo 11

La complejidad social: teoría y dinamismo múltiple inherente	277
<i>Roger Balza</i>	
<i>Jesús Ramón Briceño Barrios (in memoriam)</i>	

Capítulo 12

Enlaces entre a Prática Pedagógica e as Tecnologias Digitais: compreensões sobre o Ensino de Matemática na Educação Superior a partir de uma Rede de Conversação	303
<i>Daniel da Silva Silveira</i>	
<i>Daniele Amaral Fonseca</i>	
<i>Andressa Escobar Machado</i>	

Capítulo 13

Consideraciones teórico-conceptuales en torno al desarrollo y el crecimiento económico desde el pensamiento complejo	318
<i>Rohmer Samuel Rivera Moreno</i>	

Capítulo 14

Ensino da Mecânica Relativista: entre o pensamento simplificador e o pensamento complexo	341
---	------------

Juan Terán
Gionara Tauchen
Sabrina Amaral Pereira

Capítulo 15

El pensamiento complejo en la educación superior y el conocimiento transdisciplinar: una aproximación fenomenológica.....	366
---	------------

Yohan Ramón Godoy Graterol
Manuel Antonio Villareal Uzcátegui

Capítulo 16

Aprendendo física a partir da complexidade	379
---	------------

Hebert Elías Lobo Sosa
Juan Carlos Terán Briceño
Jesús Ramón Briceño Barrios (U)
Manuel Antonio Villarreal Uzcátegui
Rafaele Rodrigues de Araujo

Sobre os organizadores	457
-------------------------------------	------------

Sobre os autores e as autoras	459
--	------------

Índice remissivo.....	467
------------------------------	------------

PREFACIO

Reescribimos este prefacio abrumados por la infausta realidad, pues justo después de haber concluido la organización del libro, recibimos la noticia del fallecimiento de nuestro amigo y colega de toda la vida, nuestro admirado y querido profesor Jesús Briceño, coorganizador de esta obra.

Su partida nos deja un gran vacío, en una tierra fraterna, solidaria, pero lejana, en medio de esta terrible incertidumbre que afecta a la humanidad toda, pero que a veces resulta demasiado pesada para los venezolanos, los que se quedaron en ella, los que tuvimos que huir. Se lo llevó ese terrible flagelo que asola el planeta, que provocó *“uma crise catastrófica”* como él la calificó con motivo del *Fórum Latinoamericano “Ciência com Consciência”*, que brillantemente coordinó durante el año 2020.

La idea de organizar esta obra fue parte de las muchas “conversas” que tuvimos desde nuestra llegada al Brasil en 2018, como profesores visitantes de la Universidade Federal do Rio Grande. Primero, fue una idea de Jesús concertada con Frank Daboin, para recopilar los mejores artículos de la disciplina que sobre el pensamiento complejo, Jesús había desarrollado en el Programa de Doctorado en Educación de la ULA – NURR, en Trujillo-Venezuela.

Luego, compartiendo ideas, todos los días, preocupados como siempre por nuestro futuro, por las posibilidades de ser recontractados, de las buenas y malas noticias de Venezuela, de la ULA, del NURR, del CRINCEP, en el autobús de la línea “Embaixador” entre Pelotas y la entrada de la FURG, o en la fila del RU al mediodía, o compartiendo un café con Juan y otros amigos en el Centro de Convivencia (CC), en medio de eso, surgió la idea de ampliarlo, de

convertirlo en un encuentro de visiones, de culturas, de lenguajes, diferentes o coincidentes sobre la educación y la complejidad.

Por esa razón quizás, la idea se fue desarrollando lentamente, mientras surgían y se consolidaban experiencias y relaciones con profesores de la FURG, adscritos al IMEF-Instituto de Matemática, Estatística e Física y al MPNEF-Mestrado Profissional Nacional de Ensino de Física, o al IE-Instituto de Educação y al PPGEC-Programa de Pós-graduação em Educação em Ciências: Química da Vida e Saúde. También de otras universidades como la UEPG de Paraná.

Al final, logramos reunir un conjunto variado y muy interesante de escritos que muestran, desde perspectivas muy diversas, los vínculos que relacionan la educación y sus problemas con las ideas de complejidad y pensamiento complejo de Edgar Morin. Deseamos de corazón que sea una contribución para el debate fructífero en estos difíciles.

Hebert E. Lobo Sosa
Pelotas, RS, 28 diciembre de 2020

PROLOGO

Valmir Heckler

Olá, seja bem-vindo/a. Vamos dialogar sobre os pensamentos, sentimentos e ações escritas por diferentes mãos nessa obra Educação e Complexidade? Lhe convido a (re)escrever, discordar, emocionar-se e questionar. Neste prólogo assumi ser menos formal e instigar você leitor a interagir com alguns temas que serão ampliados nos textos do livro.

Existe também a intencionalidade dialógica de propiciar o pensamento multidimensional, na busca de auxiliar na organização de seu próprio pensamento (MORIN, 2005). Significa o desejo de que ao ler os textos comunicados você opere ideias, religue-as, ao mesmo tempo, diferencie-as com distintas lógicas, essas que poderão vir a ser complementares e antagônicas. Alguns pontos emergem como inquietações para futuras investigações e trabalhos a serem desenvolvidos.

INQUIETAÇÕES NO INSTIGAR O PENSAMENTO MULTIDIMENSIONAL

Não visualizo a possibilidade de ler as palavras escritas pelos colegas separadas do sentir, pensar e agir. Nisso, desejo que as ideias de caos, incerteza, contradição, erro e do aleatório possam perpassar seus pensamentos emergentes ao estudar temas que debatem sobre como significamos os fenômenos humanos. Não estou querendo que abandones totalmente princípios do pensamento clássico, como ordem, razão e separabilidade. Quero lhe instigar a estar aberto, flexível na possibilidade de aperfeiçoar e ou ampliar

significados sobre eles. O desafio posto é o de chegar a contrapor-se a modos simplificadores do pensar.

Eu e você somos interlocutores e iremos constituir compreensões do mundo em que estamos imersos. Durante a leitura do livro isso acontecerá através da interação com a linguagem dos colegas autores. Ao ler, pensamentos irão emergir e não estarão dissociados de questões históricas que lhe perpassam e muito menos serão questões somente suas. As minhas e suas questões constituem o próprio mundo que nos cerca. Os seus pensamentos são acontecimentos do mundo, que desencadeiam outros questionamentos, interrogações e reformulações do conhecimento.

Pensamentos podem encaminhar a possíveis compreensões de fenômenos ao se estar predisposto a questionar e dialogar com o outro de forma interligada aos acontecimentos vivenciados e contextualizados a vida humana. Fomentar o pensar, sentir e agir de forma não fragmentada unicamente em uma área específica do conhecimento é o foco central dos diferentes colegas, autores desse livro, no desenvolver do pensamento complexo de Edgar Morin.

Nisso se coloca a instigante tarefa da reflexão sobre o pensamento complexo, como por exemplo, o de reconhecer o princípio de incompletude e da incerteza na construção do conhecimento. Encaminha assumir a busca constante do conhecimento multidimensional, ao mesmo tempo que se reconhece que desenvolver conhecimento completo não é passível de ser concretizado. Nesse sentido, tenho um convite especial a você: **ao ler esteja predisposto a deixar fluir histórias, convivências, questionamentos, desafios e inquietudes na busca por ampliar visões do mundo vida.**

A leitura lhe possibilitará novas aventuras pautadas nos conhecimentos, sentimentos e nas ações anunciadas pelos diferentes autores. As aventuras e inquietudes serão diferentes para cada leitor,

associado a experiência no mundo, no constituir modos de vida e significados em diferentes contextos. Indagar a Educação em uma perspectiva do pensamento complexo de Edgar Morin, ao interagir com os textos em distintas línguas e linguagens, será ponto de partida no refletir sobre a transformação humana.

Desenvolva indagações imerso no imaginário do contexto educativo, na visão dos modos de se fazer ciência, das perspectivas do ensino de Ciências, dos desafios formativos de professores e dos movimentos experienciados no significar a vida. Em que perspectiva Educação e Complexidade podem auxiliar no compreender os desafios da vida humana? O que nos acontece no “tempo atual” (ano de 2020)? O que nos acontecerá enquanto habitantes desse planeta nos próximos 10, 20 ou 30 anos?

Observo que essas perguntas já conduzem a respostas não definitivas e nem poderia ser diferente, pois é uma realidade a ser constituída e compreendida por nós, humanos. Ao assumir a perspectiva do pensamento complexo temos a consciência que respostas completas serão impossíveis. O conhecimento completo é impossível. O que se sabe é que respostas não podem ser objetivas e assumidas como verdades absolutas. Se aponta que as mesmas deveriam ser pautadas na incerteza e em contradições a serem transformadas com um conjunto de informações a serem construídas. Nisso está o potencial de se pensar/vivenciar o tema da construção do conhecimento, ainda que provisório e incompleto, ao interagir com os textos em distintas línguas e linguagens.

Instigar o desejo pela interrogação parece ser um papel fundamental a ser assumido nos processos educacionais e na relação de constituir os significados no mundo. Questionar e organizar seu próprio conhecimento articulado a contextualização e globalização é apontado como forma de constituir espaços de fortalecer “[...] a aptidão a interrogar e a ligar o saber à dúvida, de desenvolver a aptidão

para integrar o saber particular em sua própria vida e não somente a um contexto global, a aptidão para colocar a si mesmo os problemas fundamentais de sua própria condição e de seu tempo” (MORIN, 2010, p. 21). Somos humanos, vivemos e nos constituímos em interações sociais em um mundo aleatório e incerto.

O aleatório e incerto me inquieta a pensar via a interrogação. Em que perspectivas a incerteza perpassa o pensar/debater do sistema educativo nesse tempo de distância geográfica? Destaco que ler e escrever não se separam do sentir, pensar e agir. Respiro, busco palavras, nesse momento e choro. A Pandemia me afeta, lhe afeta ao afetar a vida humana. As palavras escolhidas lhe afetam na leitura?

Não temos soluções e resposta aos diferentes problemas associados a pandemia da Covid-19, precisam se constituídas. Nisso se coloca a constituição de uma realidade. Não é um evento isolado. Abrange mundo, ciência, economia, luta pela vida individual e coletiva e fortemente a forma de se pensar os processos educativos. Torna-se um fenômeno complexo, frente as inúmeras variáveis a serem consideradas no querer compreender os efeitos da Pandemia frente a luta pela vida e ao contexto educacional. Se mostra ser fundamental estar situado, não separado, sejam nas dimensões culturais, sociais ou geopolíticas e geoeconômicas (MORIN, 2001). Nessa situação, constituímos a própria realidade a que estamos imersos, enquanto humanos que buscam compreender.

Nesta perspectiva de situar, de forma não separada, se faz necessário refletir sobre o contexto educacional na Pandemia da Covid-19. Não em uma visão limitada apenas sobre o ter ou não aulas presenciais e ou virtuais. Ou se temos ou não acesso a recursos digitais também é parte do todo a ser questionado e analisado. Nos desafia a pensar/debater de forma mais ampla a referida pandemia. Questionar se o processo educativo lhe preparou ou não para enfrentar riscos, a incerteza e o inesperado frente ao vivenciado na luta pela

vida humana? Eu, sujeito pesquisador do campo da Educação Online, confesso que não estou preparado.

Me sinto, derrubado, ou seja, nem todas as teorias e práticas vivenciadas no campo das tecnologias educacionais me foram suficientes para dar conta neste contexto educativo inesperado emergente na Pandemia. Ao olhar a história, registro em Morin (2000) a obra “os sete saberes necessários à educação do futuro”, que aborda: as cegueiras do conhecimento: o erro e a ilusão; os princípios do conhecimento pertinente; ensinar a condição humana; ensinar a identidade terrena; enfrentar as incertezas; ensinar a compreensão; a ética do gênero humano. Os tópicos que são os títulos dos capítulos do referido livro me fazem pensar. Pensar me inquieta, gera questionamentos.

Eu e você imersos na escola e ou Universidade preparamos os estudantes para enfrentar os desafios da vida em nosso planeta? A perspectiva do incerto e a necessidade de transformar nossas certezas em ideias a serem aperfeiçoadas perpassa o Ensino de Ciências? Ou a minha e a sua sala de aula de Ciências continuam a contribuir com a visão da existência de verdades absolutas na ciência? Me coloco lado a lado com você nesse movimento de indagar.

Perguntas, inquietudes, incertezas, acontecimentos, retroações, acasos que me acompanham como pai, professor, pesquisador e ser humano no planeta Terra. Na condição de habitante do planeta me visualizo junto contigo e ao mesmo tempo distante geograficamente. És importante para mim, para a humanidade e para o Planeta. Sim, somos diferentes e por isso importantes uns aos outros no desenvolver e no construir compreensões com e na vida humana.

Não me assumo melhor que o outro, nem pior, mas diferente. Mesmo que diferentes seríamos ao mesmo tempo também iguais? Algo a ser questionado e debatido na perspectiva da consciência de si. Dentro desse contexto, importante reconhecer que somos iguais,

humanos, que temos como centro do desenvolvimento a pluralidade. Morin (2010) aponta que o homem é diferente dentro das ações que desenvolve, pois, elas são dotadas de pluralidade, em uma perspectiva do pensamento multidimensional.

Ainda parece distante a prática de vivermos na escola e nas universidades os processos formativos de forma a conseguir a superar um paradigma simplificador (MORIN, 2011). Continuo eu e provavelmente você imersos em uma realidade de organização de disciplinas de forma isolada. Como por exemplo, nas Ciências temos Física, Química, Biologia que para além de estarem fragmentadas, desenvolvem suas temáticas de maneira recortada, abstrata e arbitrária ao contexto global dos problemas do mundo. O que se encaminha como ponto a ser refletido, durante a leitura do livro, não dissociado da prática, é de onde poderia partir essa transformação do pensamento e das ações de um paradigma simplificador para se assumir uma perspectiva de epistemologia da complexidade?

A resposta não parece ser simples. Existem indicativos importantes destacados que podem auxiliar, como na Tese “Entre Sonhos e Realidades: A auto-eco-formação interdisciplinar de professores de Ciências da Natureza” (ARAÚJO, 2017). A autora nos achados do estudo visualiza que a transformação do pensamento acontece em processo formativo em uma ação dependente de cada um de nós. Amplifica o indicativo, apoiada nas ideias do pensamento multidimensionais de Edgar Morin, de que a reforma precisa partir dos professores e das ações que constituem o currículo dos cursos e não do exterior (ARAÚJO, 2017). Importante destacar que não se está afirmando que a reforma de pensamento não depende do exterior. Ela também é dependente.

EM SÍNTESE: DIFERENTES INQUIETAÇÕES SE COLOCAM A EDUCAÇÃO

Entre os desafios que se mostram na Educação está a necessidade de se superar a formação disciplinar de professores, que remete também essa reprodução do vivido na academia em termos de ensino fragmentado, organizado por disciplinas nas Universidades e Escolas. É importante destacar que isso não pode estar apenas restrito ao campo da organização curricular e ou as metodologias de ensino.

Registro que precisaremos nos perguntar, se queremos ou não propiciar mudanças paradigmáticas e não programáticas no construir conhecimento teórico-prático do campo profissional do ser professor. Se sim, precisaremos assumir o desafio de buscar compreender e reconhecer as resistências existentes frente as necessárias transformações no modo de pensar, do mundo do pensamento e do mundo pensado (MORIN, 2011). Para tal, será fundamental debater/assumir uma perspectiva epistemológica, fundamentada no pensamento complexo, no campo das pesquisas científicas ao se construir conhecimento teórico-prático do campo profissional do ser professor.

Ao voltar meu sentimento mais atento a você leitor, fico pensando em nossa distância geográfica. Ao mesmo tempo, que me remete a questões de como lidamos como esse distanciamento no contexto educativo frente a Pandemia da Covid-19. O que se evidencia em relação ao pensar/praticar o direito a vida dos estudantes, professores e seus familiares durante esse tempo vivenciado? Pontos abertos a futuras investigações pautadas no pensamento complexo, na busca de se constituir compreensões sobre o tema.

Inquietudes que se somam a outros desafios vividos. Em que perspectivas desenvolver uma educação sem distância, mesmo que geograficamente distantes? Observo que existem um conjunto

de partes importantes a serem analisadas de forma dependentes com o todo vivenciado durante a Pandemia, como: disponibilidades de tecnologias digitais nas diferentes classes sociais; cultura da educação presencial e não presencial; letramento digital; ampliação das desigualdades sociais; metodologias de ensino na educação não presencial; aprendizagem com sujeitos geograficamente distantes; Saúde mental de professores e estudantes; e distintos temas que possam emergir neste cenário educativo. As referidas temáticas que constituem partes, desafiam serem estudadas não de forma fragmentada, mas dentro de uma perspectiva de epistemologia da interdisciplinaridade e ou da multidisciplinaridade.

Deixo essas questões em aberto e desejo que elas possam se somar a outros questionamentos emergentes em vossa leitura. Fico instigado a querer lhe encontrar, debater/praticar sobre esses temas em um “[...] paradigma de complexidade, que ao mesmo tempo, separe e associe, que conceba os níveis de emergência da realidade sem os reduzir a unidades elementares e às leis gerais (...)” (MORIN, 2005, p.138). Instiga a deixar o desafio de se investigar/praticar os temas e as referidas questões a partir de três princípios norteadores da Educação e Complexidade de Edgar Morin: a dialógica, a recursão e o hologramático.

Fico imaginando que perguntas você estaria me fazendo agora. Penso também sobre possíveis perguntas que você fará aos autores do livro. Morin (2015) nos indica caminhos, de que eu e você somos diferentes, somos parte da constituição de uma diversidade cultural, e nos chama à responsabilidade de formar uma unidade. Nisso lhe deixo a mensagem, questione e interrogue. Um movimento que irá auxiliar a desencadear o pensamento multidimensional pautadas na ideia de contradições, frente a ação de operarmos os temas de diferentes lógicas. Nessa perspectiva lhe convido a mergulhar no estudo dessa obra, na busca por estabelecer um verdadeiro diálogo com os colegas em suas ideias expressas sobre a Educação e Complexidade.

REFERÊNCIAS

ARAÚJO, Rafael Rodrigues. *Entre Sonhos e Realidades: A auto-eco-formação interdisciplinar de Professores em Ciências da Natureza*. Tese de Doutorado, PPGEF-FURG, 2017.

MORIN, Edgar. *A cabeça bem-feita: repensar a reforma, reformar o pensamento*. 3. ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2001.

MORIN, Edgar. *A religação dos saberes: o desafio do século XXI*. 9. ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2010.

MORIN, Edgar. *Ciência com consciência*. 8. ed. Rio de Janeiro: Bertand Brasil, 2005.

MORIN, Edgar. *Introdução ao pensamento complexo*. 5 ed. Porto Alegre: Sulina, 2015.

MORIN, Edgar. *O método 4: as ideias – habitat, vida, costumes, organização*. 6 ed. Porto Alegre: Sulina, 2011.

MORIN, Edgar. *Os setes saberes necessários à educação do futuro*. 2. ed. São Paulo: Cortez: Brasília, DF: UNESCO, 2000.



1

Hebert Elias Lobo Sosa
Ana Carolina Pacheco Millan

EL COMPLEJO PENSAMIENTO DE EDGAR MORIN

DOI: 10.31560/pimentacultural/2021.004.26-68

RESUMO:

Escribir sobre educación a partir de las ideas de complejidad, pensamiento complejo y otros temas relacionados reclama, de entrada, una contextualización de la vida y obra de Edgar Morin. Su genio y figura inspiran aún un enfoque epistemológico distinto, diferenciado de los caminos tradicionales de la ciencia para el estudio de los fenómenos humanos y de su entorno. Este primer capítulo, se organiza para presentar algunos comentarios sobre Morin como personaje, a partir de sus propios escritos; luego, una revisión del concepto la complejidad, su significado ontológico que marca todos los fenómenos; del enfoque epistemológico complejo y de algunas anotaciones sobre las características del pensamiento complejo. Se dejan para otro abordaje sus reflexiones sobre la educación para la era planetaria.

PALABRAS CLAVES: Complejidad; Pensamiento complejo; Epistemología compleja; Morin.

MORIN, LA IMPRONTA DE UN GENIO

Me siento abierto a las ideas que se contradicen las unas a las otras, y me percibo interiormente libre.

E. Morin, *Mis Demonios*, 1995

El itinerario de vida de Edgar Morin, como el mismo relata, incluye un raudal de acontecimientos, accidentes e incidentes existenciales que, como a todo ser humano, marcaron desde muy temprano su vida y obra. Hoy con 99 años a cuestas, el arquitecto del pensamiento complejo, ha logrado que sus ideas, compartidas o no, sean objeto de innumerables debates en el ámbito de la investigación y la enseñanza científica.

La Cátedra Itinerante UNESCO “Edgar Morin” para el Pensamiento Complejo (CIUEM) describe esta tarea de la siguiente manera:

Su preocupación por encontrar un enfoque no reduccionista de los fenómenos complejos como es el caso de lo humano y su entorno, lo impulsa a transitar distintos paradigmas en búsqueda de una plataforma, un pensar y un camino (método) que denominará “pensamiento complejo” (CIUEM, 2020, s.p.)

Su incorporación a la lucha política, desde muy joven, como militante del Partido Comunista Francés y, al mismo tiempo, en calidad de “submarino”, a las filas de Resistencia Francesa ante la invasión nazi al país galo, así como las dolorosas experiencias de pérdida de su madre y separación del resto de su familia, son apenas una parte declarada de las “complejidades” que llenaron el camino que lo llevó a convertirse en el icono intelectual universal del pensamiento complejo.

Mi padre no me enseñó una tradición ni un saber, normas y creencias. No me aportó verdad religiosa alguna, principio político alguno. Poseía, no obstante, y era poseído por la religión de la familia, que suponía el culto a los padres y la ética espontánea de la solidaridad familiar. (MORIN, 1995, p.12)

En palabras de la reportera francesa Annick Cojean, presentadora de la película *Un penseur planétaire* (2007) de Mascolo de Filippis: “Edgar Morin es inclasificable; sociólogo, etnólogo, filósofo, explorador, curioso insaciable y deseoso de abarcar todas las disciplinas para comprender la complejidad del mundo y su puesta em peligro”, antes, destaca su comportamiento, sus cualidades, su bonhomía, su calidez,

Tiene la sonrisa radiante de los que disfrutan con la vida con el amor, con los demás que no se cansan de su compañía. Edgar Morin tiene el tono afable, el gesto, el ritmo de los que disfrutan contando, compartiendo historias, encuentros, conocimientos, incluso emociones (*Un penseur planétaire*, 2007).



Figura 1: Edgar Morin en: *Fronteiras do Pensamento*, São Paulo 2011

Fuente: Esta imagen fue posteada originalmente por Flickr en:
<https://flickr.com/photos/61838152@N06/6036194166>

Edgar Nahoum, que así se llamó hasta juntarse a la Resistencia durante la II Guerra Mundial, nació en París el 8 de julio de 1921, hijo de dos inmigrantes sefarditas judíos de Salónica: Vidal Nahoum y Luna Beressi.

Su origen nunca influiría en sus opiniones, ni en su marcado sentido de justicia, pues se hizo acreedor de críticas y amenazas al condenar al estado sionista de Israel por la brutalidad de muchas de sus acciones contra el pueblo palestino. No podía comprender cómo una nación que fue víctima del Holocausto nazi, pudiera actuar de manera tan opresiva y violenta contra otro pueblo.

Conjuntamente con Sami Naïr y Danielle Sallenave publicó en 2002 en el diario francés *Le Monde* un artículo sobre el conflicto palestino-israelí titulado *Israel-Palestina: el cáncer* (MORIN; NAÏR; SALLENAVE, 2002), por el cual fue denunciado y llevado a juicio por la *Association France-Israël* en 2004. En respuesta a ello, se publicó un Manifiesto en su defensa, firmado por un numeroso grupo de intelectuales, entre los cuales se contaban a Laure Adler, Jean Baudrillard, André Burguière, Juan Luis Cebrián, Mauro Ceruti, Régis Debray, Federico Mayor, Raúl Morodo, Pierre Nora, René Passet, Alessandro Pizzorno, Paul Ricoeur, Jacques Robin, José Luis Sampedro, Mario Soares, Paul Thibaud, Alain Touraine y 150 más, sobre lo cual hizo una nota *El País* el 31/03/2004, de la cual extraemos lo siguiente:

Acusar a Edgar Morin de antisemitismo y de racismo es doblemente escandaloso [...] En primer lugar, porque Edgar Morin ha dado testimonio muchas veces de su identidad judía, especialmente en su libro *Vidal y los suyos*, en el que narra la historia de su padre, de su familia, que, tras ser expulsados de España, llegan finalmente a Salónica, de donde la mayoría de ellos fueron deportados durante la Segunda Guerra Mundial. En segundo lugar, porque las críticas que hace de la política de Israel, compartidas por gran número de europeos, son de naturaleza humanista (ADLER *et al.*, 2002).

Morin mantiene firme su posición al respecto y la ratifica, una y otra vez, vinculada a un pensamiento central de su trabajo, la humanidad debe reconocerse en su unidad y en su destino común, asumiendo la diversidad cultural como una riqueza común de la especie humana. Aboga por la comprensión del otro, del extranjero, del aparentemente distinto.

En una entrevista concedida a Esma Kucukalic para *Valencia Plaza*, en el marco del VIII Encuentro de la Fundación Asamblea de Ciudadanos y Ciudadanas del Mediterráneo (FACM) con sede en València, como parte del discurso dirigido a los jóvenes de todas las naciones del Mediterráneo, insiste en que el conflicto en Oriente Medio, el problema israelí-palestino no resuelto, es “un cáncer que no sólo afecta al Mediterráneo sino una amplia parte del planeta” (MORIN, 2019a).

A semejanza de Marx, Freud y Einstein, también de origen judío, sus ideas marcan un punto de inflexión en la historia de la humanidad, por la profundidad de los planteamientos que se congregan en su prolífica obra, que comprende la producción de más de 50 libros, publicados a partir de 1946, y que componen la propuesta extraordinaria de llevar a cabo una transformación (ruptura) paradigmática de los conceptos dominantes y de sus relaciones lógicas, que controlan, inconsciente e incorregiblemente, todo el conocimiento humano.

No soy de quienes tienen una carrera, sino de quienes tienen una vida [...] El conocimiento complejo no tiene término, y no sólo porque es inacabado e inacabable sino también porque llega por sí solo al desconocimiento. Tras la complejidad está lo inexpresable y lo inconcebible. (MORIN, 1995)

El resultado de sus esfuerzos ha sido una poderosa idea transformadora, que cuestiona sólidamente la enorme catedral del conocimiento científico y filosófico construida con la visión tuerta (ciega, excluyente, intolerante) del paradigma cartesiano imperante en el mundo occidental desde el siglo XV. Morin declara reiteradamente,

como se va forjando su inquietante manera de mirar el mundo fenomenológico, sus ideas y su método; en correlación directa con la formación de su propia postura política y ética (auto-ética).

La autoética para Morin debe ser “una ética de la comprensión” (MORIN, 2002, p. 68) pues los seres humanos tienen múltiples potencialidades, para bien o para mal, dependiendo de la circunstancias, acontecimientos o accidentes que puedan desencadenarlas.

La autoética es “un esfuerzo para evitar la bajeza, evitar ceder a los impulsos vengativos y malvados” (MORIN, 2002, p. 68) lo cual implica estar abierto a la autocrítica, el autoexamen y la aceptación de la crítica de parte de otros. La auto-ética supone una gran humildad. “El rechazo a las ideas de venganza y castigo, se sitúa en el centro de la sabiduría” (MORIN, 2002, p. 71).

Para Morin no se debe juzgar y condenar, antes de comprender. La comprensión no implica un prejuicio; comprender no significa justificar o perdonar, pero tampoco condenar. “La ética de la comprensión exige argumentar, refutar, en vez de excomulgar y anatematizar” (MORIN, 1995, pp. 97-98).

El surgimiento de la autoética también requiere una revisión de las imposturas éticas sociales, religiosas, familiares; las que moldean y aprisionan nuestra visión de las cosas.

La ética individualizada o autoética es una emergencia, es decir una cualidad que no puede aparecer sino en condiciones históricas y culturales de individualización que comportan la erosión y a menudo la disolución de las éticas tradicionales, es decir la degradación del primado de la costumbre «regla primitiva del deber», el aminoramiento del poder de la religión, la disminución (por lo demás muy desigual) de la presencia íntima en sí del superego cívico (MORIN, 2006a, p. 99)

La autoética («mis verdades éticas más profundas») es, para Morin (1995, p. 74), la clave para forjar no sólo el hombre del futuro, sino la sociedad de la nueva era planetaria. Es realmente estremecedora y admirable, la actitud que tuvo ante quienes pensaban y actuaban diferente, incluyendo a sus enemigos en tiempos de guerra, pasando por encima o enfrentándose a la dogmática militancia exigida en una organización marxista-leninista como el PC francés.

Su calidad humana; más allá de sus disquisiciones científicas y filosóficas, que igual aparecen impregnadas por un discurso lírico, poético, que no evade las emociones, la afectividad, sino que lo complementa; queda plasmada en la siguiente idea:

A diferencia de muchos otros, no desprecié la etnia, la religión, la raza, la clase, la persona de quienes despreciaban o me despreciaban; desprecié el propio desprecio. [...] Estaba predispuesto a creer en el amor. Pero me sucedió algo más. Creí, creo en la fraternidad. Creí, creo en la compasión. Creí, creo en el arrepentimiento, en el perdón, en la redención. Esto está en el meollo de la fe que he evocado ya y en el origen de la ética de la que voy a hablar. (MORIN, 1995, p. 75)

Su preocupación por entender el individuo, al ser humano, como parte del universo, lo lleva a definir al sujeto como parte del contexto, autónomo pero dependiente.

Si concebimos un universo que no sea más un determinismo estricto, sino un universo en el cual lo que se crea, se crea no solamente en el azar y el desorden, sino mediante procesos auto organizadores, es decir, donde cada sistema crea sus propios determinantes y sus propias finalidades, podemos comprender entonces, como mínimo, la autonomía, y podemos luego comenzar a comprender qué quiere decir ser sujeto[...]

Ser sujeto, es ser autónomo siendo, al mismo tiempo, dependiente. Es ser algo provisorio, parpadeante, incierto, es ser casi todo para sí mismo, y casi nada para el universo (MORIN, 1990, pp. 96-97).

La naturaleza humana es compleja en muchos sentidos, somos una mezcla de autonomía y de libertad junto a una imponente relación simbiótica de dependencia con nuestro entorno y nuestros semejantes. La ética es consustancial al conocimiento complejo y nos lleva a la comprensión y a la tolerancia.

Morin se opone a toda clase de intolerancia (también de exclusión), por lo cual termina rompiendo con el marxismo-leninismo, rechaza toda racionalización “que consiste en querer encerrar la realidad dentro de un sistema coherente” (MORIN, 1990, p. 102). Para él, la racionalización de cualquier signo, no la racionalidad, rechaza todo aquello que contradice ese sistema coherente; lo distinto o inesperado “es descartado, olvidado, puesto al margen, visto como ilusión o apariencia” (MORIN, 1990, p. 102). A ello antepone la racionalidad, pero una racionalidad autocrítica, capaz de convivir y dialogar con la afectividad, las emociones, las manifestaciones ilógicas, inesperadas, míticas o mágicas.

El hombre tiene dos tipos de delirio. Uno es, evidentemente, bien visible, es el de la incoherencia absoluta, las onomatopeyas, las palabras pronunciadas al azar. El otro es mucho menos visible, es el delirio de la coherencia absoluta. El recurso contra este segundo delirio es la racionalidad autocrítica y la utilización de la experiencia. (MORIN, 1990, p. 104)

Pero como juzgar las responsabilidades, las culpas que, como individuos, pero arrastrados por las derivas sociales, tenemos de todos los actos que realizamos. Morin desea evitar, al mismo tiempo, que la moral (no la ética) se disuelva en un determinismo capaz de diluir la autonomía del sujeto y condenar sólo al sujeto culpable.

Tengo, ante todo, el sentido de la irresponsabilidad-responsabilidad humana, que comporta mi consciencia de la complejidad, de los *imprintings*, de las bifurcaciones, de los engranajes, de las derivas [...] (MORIN, 1995, p. 97).

Para Morin, los nuevos tiempos traen dilemas éticos nuevos y fundamentales, aparecen contradicciones entre la necesidad de conocimiento y el uso que se hace de él, por un lado, la ética del conocimiento impulsa al hombre a buscarlo sin importar las consecuencias, mientras que la ética de la preservación del ser humano y de su entorno, llama a un control sobre la utilización de la ciencia. Morin reconoce que, "...en múltiples campos y múltiples casos, no podemos superar la aporía ética. Debemos vivir con ella y hacer compromisos de espera o decidir, es decir apostar" (MORIN, 1995, p. 113).

Se requiere el desarrollo de una ética, cuyo fundamento es ella misma, pero que "necesita alimentarse de una fe, apoyarse en una antropología y conocer las condiciones y situaciones en las que se practica" (MORIN, 1995, p. 115), que no es una ética de salvación, que no impone una visión maniquea del mundo. Sintéticamente tendría el sentido siguiente: "la resistencia a la crueldad del mundo" (MORIN, 1995, p. 115)

Entonces, la auto-ética se debe encontrar con la ética de la comunidad (sociedad), "la precede y la trasciende" (MORIN, 1995, p. 105), por cuanto más compleja es la sociedad, menos necesarias y rigurosas serán sus normas coercitivas (moral) que se imponen a los individuos y a los grupos, de manera que, "el conjunto social pueda beneficiarse de las estrategias, iniciativas, inventos o creaciones individuales" (MORIN, 1995, p. 106).

Aparece entonces la propuesta de una ética globalizante (antropo-ética) y compartida como sustento de una nueva era para la humanidad; la era planetaria:

Debemos ligar la ética de la comprensión entre las personas con la ética de la *era planetaria* que no cesa de mundializar la comprensión. La única y verdadera mundialización que estarían al servicio del género humano es la de la comprensión, de la solidaridad intelectual y moral de la humanidad. Las culturas

deben aprender las unas de las otras y la orgullosa cultura occidental que se estableció como cultura formadora debe también volverse una cultura que aprenda. Comprender es también aprender y re-aprender de manera permanente (MORIN, 1999^a, p. 52).

La era planetaria constituye la gran esperanza de Morin, por la que ha sido tildado de utópico e iluso, pues anunciaba que, para finales del siglo XX, la ética de la comunidad podría haberse ampliado a toda la humanidad. La profecía, sin embargo, estaba ligada a un concepto desarrollado mucho antes: el de la *“itinerancia”* que es la búsqueda del más allá humano, que “rechaza el mesianismo y la salvación, pero se nutre del fermento del mesianismo y de la salvación: la esperanza. La itinerancia niega toda religión instituida, pero se nutre del fermento de toda religión: la religación del hombre al ser del mundo” (MORIN, 1991, p. 61).

Entonces, con esperanza “si se produce la derrota de las victorias, existe una victoria de las derrotas que se encuentra en el acto de rebeldía y de combate, en el acto de amor y de fraternidad” (MORIN, 1991, p. 62). Morin sostiene un ideario optimista sobre lo que nos depara el futuro, aunque reconoce las dificultades que encierra la tarea de preservar nuestra especie, el planeta, la vida.

Esta renovada fe en la especie humana, de su complejidad, de su sabiduría, es la que nos permite proclamar, junto a Morin:

Hoy, el quinto siglo de la era planetaria permite que las ciencias físicas, biológicas y humanas no aporten ya la última palabra en el saber antro-po-bio-cosmológico, sino que, lejos de eso, reconozcan la complejidad del sapiens-demens, la complejidad de lo viviente, la complejidad de la Tierra, la complejidad cósmica. A pesar de la formidable resistencia de las estructuras mentales e institucionales, hoy es posible que el pensamiento complejo dé sus primeros pasos [...] El hombre no tiene la misión soberana de dominar la naturaleza. Pero puede perseguir la hominización. (MORIN, 2006b)

Este pensamiento moriniano, que trasciende las fronteras espaciales y temporales en búsqueda de una reinterpretación del hombre, pero, sobre todo de su relación, como individuo, ciudadano y especie, con el mundo que lo rodea, con el planeta que sustenta toda la vida hasta ahora conocida, es lo que le ha ganado múltiples reconocimientos y responsabilidades, desde el conferimiento de Doctorados Honoris Causa de decenas de universidades, la presidencia de la Agencia de la Cultura Europea, y el título de Director Emérito del *Centre National de la Recherche Scientifique* (CNRS) de Francia. Aparte de la creación de la cátedra itinerante UNESCO “Edgar Morin” sobre el Pensamiento Complejo, que pocas veces se hace con un individuo vivo.

En una entrevista reciente realizada por Simon Blin, publicada en la Revista Complejidad, Morin plantea las características de la crisis que vivimos, acentuada o, más bien, develada por la pandemia:

Actualmente estamos en una triple crisis. La crisis biológica de una pandemia que amenaza nuestras vidas indiscriminadamente y desborda las capacidades hospitalarias, especialmente donde las políticas neoliberales las han reducido continuamente. La crisis económica resultante de las medidas restrictivas adoptadas contra la pandemia y que, al desacelerar o detener las actividades productivas, el trabajo y el transporte, solo puede empeorar si la contención se vuelve sostenible. La crisis de la civilización: de repente pasamos de una civilización de la movilidad a una obligación de inmovilidad. (MORIN, 2020, p. 8)

Esta confluencia de todos los males posibles haciendo parte de una hecatombe global que, avanza indetenible en todo el planeta, con decenas de millones de infectados por el virus, cientos de miles de muertes, economías semiparalizadas y poblaciones enteras tratando de adaptarse a una realidad que nos impone cambios drásticos en todos los aspectos de la vida social, familiar y personal, esperanzados en la producción de una vacuna que nos devuelva la seguridad perdida, son comentados por Morin como una oportunidad para una renovación del humanismo.

No necesitamos un nuevo humanismo, necesitamos un humanismo rejuvenecido y regenerado. El humanismo ha tomado dos caras opuestas en Europa. El primero es el de la cuasi-deificación del ser humano, dedicado al dominio de la naturaleza. El otro humanismo fue formulado por Montaigne en una frase: “Reconozco en cada hombre a mi compatriota”. Debemos abandonar el primero y regenerar el segundo. (MORIN, 2020, p. 9)

Este humanismo tiene su base, en el pensamiento moriniano, en la idea de Tierra-Patria; todos somos ciudadanos del Mundo, todos compartimos el mismo destino como especie, no podemos escapar, por ahora, de las fronteras de éste, nuestro planeta. La pandemia y sus consecuencias es otro factor globalizador, un instigador de la consciencia planetaria, “*global mind*”; aparece junto a la lista de Morin: persistencia de la amenaza nuclear, la incipiente conciencia ecológica planetaria, la emergencia del Tercer Mundo, la mundialización de la civilización y la cultura, la aparición de un folklore planetario, la conexión telemática de la humanidad y la visión de la Tierra desde el espacio (MORIN, 2006b).

El viejo sustrato bioantropológico que constituye la unidad de la especie humana se agrega de aquí en más un tejido de comunicaciones, de civilización, cultural, económico, tecnológico, intelectual e ideológico. La especie humana se nos aparece en adelante como humanidad. En lo sucesivo la humanidad y el planeta pueden revelarse en su unidad, no sólo física y biosférica, sino también histórica: la de la era planetaria (MORIN, 2006b, p. 41).

El ser humano responde a tres términos inseparables, es una parte del reino animal, tal vez, su expresión más evolucionada, un “super mamífero”, un “super primate”, y a la vez un sujeto, una persona, un momento de la especie humana y una parte de la sociedad. “Es al mismo tiempo individual, biológico, social. El humanismo no puede ignorar en adelante nuestro vínculo umbilical con la vida y nuestro vínculo umbilical con el universo” (MORIN, 2020, p. 9).

Para responder a la crisis la humanidad requiere un humanismo basado, simultáneamente, en la unidad y la diversidad humana. La unidad en la condición de habitante de la Tierra, no puede significar la eliminación de la rica y diversa construcción cultural, ni de las múltiples experiencias exitosas para relacionarnos con la naturaleza sin destruirla.

La unificación no sólo puede ser técnica y económica, sino también de cultura, país y naciones. Existe una unidad genética, fisiológica, cerebral humana. Todos los seres humanos ríen, lloran, sufren, aman. Pero esta unidad se manifiesta en una diversidad extraordinaria, porque cada individuo es diferente del otro. Necesitamos diversidad, pero necesita unidad (MORIN, 2011^a, s.p.).

Esta opinión la ratifica a lo largo de los años, su fe en la humanidad parte de la premisa de que, en realidad, más allá de las apariencias, no hay diferencias entre los seres humanos, más aquellas que las que nos hemos impuesto culturalmente. Las fronteras territoriales, culturales o sociales no representan sino el producto de ese pensamiento ciego y simplificante que nos hemos impuesto. La única frontera importante es la del espacio sideral, la que le da forma al planeta que habitamos.

En otra entrevista, junto al gran pensador Alain Tourain, realizada por los periodistas Eric Favereau e Thibaut Sardier en 2019, Morin insiste:

Debemos apelar a nuestro sentimiento de identidad humana, que también contiene el de alteridad. ¿Cuál es el criterio de la comprensión del otro? Es entender que él es idéntico a usted por su capacidad de sufrir, de amar, de sentir, pero, al mismo tiempo, es diferente por su carácter, por sus convicciones, por sus manías, etc. Pero el hecho es que, en la lógica binaria tecnocrática que predomina actualmente, somos incapaces de percibir esto: o es el extranjero absoluto extraño o es el hermano. Pero todos somos compatriotas de nuestra Tierra-Patria, y, al mismo tiempo, hay particularidades en cada uno de nosotros (MORIN, 2019b)

SOBRE LA COMPLEJIDAD

La cuestión de la complejidad, ¡es compleja!

La idea de la complejidad es una aventura.

E. MORIN (2004)

La complejidad¹ es una condición inherente a lo real², a todo lo existente, independientemente de su naturaleza (lo ontológico) o de nuestra percepción de la realidad, del paradigma que guíe la búsqueda del conocimiento (lo epistemológico) o del método que utilicemos para aprehenderlo, sin importar la escala en la que estemos interesados en descubrir sus particularidades. En palabras de Morin “*de hecho, no hay fenómeno simple*” (2004, p. 1).

La complejidad se impone en principio como la imposibilidad de simplificar; surge allí donde la unidad compleja produce sus emergencias, allí donde se pierden las distinciones y claridades en las identidades y causalidades, allí donde los desórdenes y las incertidumbres perturban a los fenómenos, allí donde el sujeto-observador sorprende a su propio rostro en el objeto de observación, allí donde las antinomias hacen divagar el curso del razonamiento [...] (MORIN, 1986, p. 425)

Se trata de reconocer la existencia de un entretejido, de una trama de interacciones, que entrelazan y conectan todas las cosas del universo, de múltiples maneras, tangibles e intangibles, predecibles e impredecibles, mensurables o no.

La complejidad es, efectivamente, el tejido de eventos, acciones, interacciones, retroacciones, determinaciones, azares, que constituyen nuestro mundo fenoménico” (MORIN, 1990, p. 32).

¹ La complejidad de hecho también representa “*La forma oculta, y en nada sencilla o simple, de lo «real verdadero»*” (ZULETA, 2009)

² Entendemos que “*La «realidad» como síntesis creativa de la tensa búsqueda, de configuración única, en el «laberinto» de lo real, de la «oculta» verdad de las cosas.*” (ZULETA, 2009)

Tales interconexiones agregan (también alteran y hasta reducen) características emergentes del todo (del conjunto), basándose en una de las premisas de la Teoría General de Sistemas: “el todo es más que la suma de las partes”, pero, en el planteamiento moriniano, esto aparece admitiendo, al mismo tiempo, que tampoco es posible deducir del “todo” el significado o las propiedades de cada parte.

El conocimiento entonces se verá enriquecido por esta visión compleja de cualquier fenómeno que nos conmina a mirar los elementos, sus interrelaciones y los efectos combinados de ambas cosas que denotan las características del todo. Morin, parafraseando a Pascal, dice: “Tengo por imposible de concebir las partes si yo no conozco el todo, tengo por imposible conocer el todo si yo no conozco las partes” (MORIN, 2006c, Cfr. 1990, p. 144). Aunque como señala Morin, el término trajo consigo una carga semántica negativa (1990, p. 21), una tara vinculada al significado de términos con los cuales se ha asociado, tales como; incertidumbre, desconcierto, desorden, caos, ambigüedad, imprecisión, confusión, desorganización, etc., sin embargo, es tajante al afirmar “la complejidad no es complicación” (MORIN; CIURANA; MOTTA, 2003).

La complejidad no tiene la connotación de lo complicado, de lo que es difícil, y hasta imposible, de entender (o explicar); la complicación supone, por ejemplo, que hay “un número increíble de interacciones e interretroacciones que sobrepasa cualquier capacidad de computación” (MORIN, 2004); como es el caso de moléculas en una célula o neuronas en un cerebro.

Esta limitada concepción de la complejidad asociada a la complicación que se deriva de la existencia de innumerables posibilidades en el comportamiento de un sistema real ha sido abordada mediante el análisis de sistemas no lineales, particularmente de los sistemas complejos adaptativos, por científicos de distintas disciplinas, como los del Instituto de Santa Fe, en Estados Unidos,

quienes tratando de manera analógica sistemas físicos, biológicos o sociales, con un alto grado de imprevisibilidad, declaran que aunque “tales sistemas pueden, en efecto, parecer complejos en la superficie, pero quizás estén generados por un conjunto relativamente simple de subprocesos” (LEWIN, 1995, p. 25).

A esta visión de la complejidad se refiere ampliamente en *Educación en la era planetaria* (MORIN; CIURANA; MOTTA; 2003, pp. 55-59) señalando que las investigaciones en matemática y física relacionadas con los sistemas dinámicos, incluyendo la “teoría del caos”, la “teoría de los fractales” y la “teoría de las catástrofes” (Cfr. THOM, 1993) no tienen que ver, en realidad, con el caos y el azar en términos filosóficos, sino que, lo que tratan es estudiar, con la misma concepción determinista, fenómenos complicados de formular matemáticamente.

No se trata entonces, solamente, del hecho de que cualquier fenómeno físico, químico, biológico y/o social implica una inconmensurable cantidad de variables que, sin embargo, utilizando métodos estadísticos y heurísticos asociados a la informática, pueden procesarse para encontrar regularidades y orden en el caos.

Esto es lo que denomina Morin “complejidad restringida” (2006c), pues para él todos los sistemas (organizaciones de todos los tipos), hasta una molécula de agua, formada por hidrógeno y oxígeno, es un sistema complejo. Se quedan en el paradigma epistemológico de la ciencia clásica. Esta concepción coincide con la definición de complejidad de Luhmann (1998) “Complejidad, en este segundo sentido, es la medida de indeterminación o carencia de información” (p. 50).

Morin plantea disipar la confusión entre complejidad y complicación. “La complicación se da en la inconmensurabilidad, la multidependencia, el enmarañamiento de interacciones múltiples entre una gran variedad de componentes” (MORIN, 1983, p. 413), pero entonces la confusión es sólo apariencia; la complicación sólo

representa un rasgo superficial reductible siempre a lo simple; si sólo hubiese complicación, en el fondo la vida sería muy simple, muy pobre se puede agregar.

La complejidad además es un tema trabajado de múltiples maneras por el pensamiento humano, no se puede decir que la filosofía y la ciencia han sido ajenas a su existencia, para el arquitecto de la complejidad, los grandes pensadores pusieron al descubierto una parte de la complejidad de diferentes fenómenos (MORIN, 1999b, p. 96). Sin embargo, el predominio del paradigma de la simplicidad en la ciencia clásica, que señalaba que la confusión sólo era superficial y que la verdad científica era deducible de categorías y principios muy simples terminó cegándonos a la complejidad.

Esta ceguera se vio favorecida por la fragmentación en disciplinas del conocimiento, pues se terminó por tener visiones parciales, limitadas y, hasta cierto punto, erróneas de la realidad, “en la visión disciplinar hay una invisibilidad del tejido común, es decir, la invisibilidad de la complejidad. La complejidad se encuentra desintegrada si se queda en el mundo cortado de las disciplinas separadas” (MORIN, 2006c).

Entonces, la complejidad es algo que está allí presente en todo lo que intentamos los investigadores entender y explicar, aunque ni la tradición filosófica o científica la hayan reconocido, sino más bien, la eludan, la ignoren o la rechacen como una molestia que estorba las explicaciones elegantes (asociada a la simetría y la certidumbre) que se esperan de cualquier teoría rigurosamente científica.

Morin señala como antecedentes directos en la irrupción del concepto de complejidad, en primer lugar, los conceptos de irreducibilidad del desorden (entropía) e irreversibilidad del tiempo, inherentes a leyes termodinámicas, introducidas a finales del siglo XIX, que sólo establecen una suerte de determinismo de tipo estadístico en “sistemas cerrados” en los que se podrían derivar las propiedades

macroscópicas a partir de parámetros estadísticos de los elementos que componen un sistema termodinámico.

Luego la revolución científica de principios del siglo XX con las nuevas teorías en microfísica y mecánica cuántica que introducen la inevitabilidad de la incertidumbre, como un principio tan fundamental que llevó a Einstein a revelarse contra esta idea que destruye toda pretensión de determinismo o predictibilidad de las leyes físicas, al señalar “yo no puedo creer que Dios juegue a los dados” como parte una muy interesante polémica con Niels Bhor, uno de los padres de la teoría cuántica de la materia.

De otro lado, Morin señala lo siguiente, para llamar la atención sobre la ilusoria identidad entre completitud (totalidad) y complejidad:

La aspiración a la complejidad lleva en sí misma la aspiración a la completitud, porque sabemos que todo es solidario y multidimensional. Pero en otro sentido, la conciencia de la complejidad nos hace comprender que no podremos escapar jamás a la incertidumbre y que jamás podremos tener un saber total: «la totalidad es la no verdad» (MORIN, 1990, p.101).

De hecho, se apoya en la idea de que no hay proceso físico alguno que no se vea afectado por el principio de incertidumbre de Heisemberg (CASTELLÀ CID, 2017) que predice la imposibilidad de realizar mediciones simultáneas de dos propiedades físicas conjugadas, como la velocidad y la posición, con un grado de incertidumbre nulo; teniendo esto relación además con un hecho que trastoca la “objetividad” del método científico, pues se declara que es imposible evitar la influencia que el observador tiene en el objeto estudiado, dando lugar a perturbaciones de los estados que quisiéramos “observar” o “cuantificar”, lo cual equivale a decir que: no es posible conocer un fenómeno con certeza absoluta.

Sin embargo, sin resultar contradictorio, Morin (2006c) hace mención especial a la definición de complejidad hecha por R. Ashby, de

los precursores de la cibernética: “Es el modo de mensurar el grado de diversidad que se encuentra en un sistema” (1975), pues logra integrar las dos nociones contradictorias de unidad (sistema) y multiplicidad (diversidad). A partir de esto, se podría plantear que la complejidad, al igual que la luz y la materia, tendría una naturaleza dual, una que destaca la diversidad de elementos que la componen y la otra que pone en evidencia las interacciones entre ellos que determinan nuevas propiedades emergentes del conjunto o sistema.

Es lo que Morin denomina *unitas multiplex* (el macro-concepto).

Todavía es más difícil pensar conjuntamente lo uno y lo diverso: quien privilegia lo *Uno* (como principio fundamental) devalúa lo diverso (como apariencia fenoménica); quien privilegia lo diverso (como realidad concreta) devalúa lo uno como (principio abstracto). (MORIN, 1986, p. 173)

Resumiendo, la complejidad se presenta como una propiedad ingénita en todas las cosas que tratemos de conocer, pero, al contrario, de las visión reduccionista y fraccionadora en la investigación científica, que ha prevalecido bajo el paradigma “cartesiano” predominante en occidente, la complejidad no debe ser apreciada como un problema que debe ser eliminado por la vía de la simplificación y la abstracción, sino que, su presencia hace más interesante el proceso de búsqueda de la verdad, que no consiste en desentrañar y eliminar la complejidad, sino en resaltar los rasgos que les son propios, las interacciones y no las estructuras, la creatividad y no las leyes, la aleatoriedad y no el determinismo.

Para los investigadores de los fenómenos educativos, la idea de complejidad resulta muy atractiva y desafiante; pues, ciertamente, la realidad que pretendemos explicar no es un simple producto de estructuras y sistemas, sino una frondosa y compleja red de procesos (interretroacciones) que vinculan cada uno de sus componentes.

Desde dicha concepción, el modelo de sociedad se construye continuamente en base a la interacción de los individuos que la componen. Ello permite pensar en una educación que es un órgano reproductor, pero, a la vez, un elemento capaz de crear nuevas formas de ver el mundo, nuevas formas de pensarlo y nuevas formas de actuar, incluso alternativas a las existentes.

En la actualidad mundial todo está interconectado y los conflictos sociales no son tan sólo cuestiones locales o parciales de algunas colectividades, sino verdaderos problemas globales. Ante ello es necesario un cambio de perspectiva, que oriente nuevas maneras de abordar el conocimiento de la realidad y que permita tomar decisiones para construir nuevas maneras de afrontar la vida. Los valores dominantes y el peso del determinismo y el positivismo se muestran inadecuados para comprender y resolver las nuevas cuestiones que van surgiendo, así como para crear nuevos caminos para avanzar. (BONIL et al., 2004, p. 10).

En todas las ciencias sociales, esto está conllevado a la asunción de una actitud crítica frente los procesos psicosociales como ordenados, lineales, predecibles, reducibles a sus componentes y parcelados en disciplinas específicas.

El conocimiento pertinente debe enfrentar la complejidad. *Complexus*, significa lo que está tejido junto; en efecto, hay complejidad cuando son inseparables los elementos diferentes que constituyen un todo (como el económico el político, el sociológico, el psicológico, el afectivo, el mitológico) y que existe un tejido interdependiente, interactivo e inter-retroactivo entre el objeto de conocimiento y su contexto, las partes y el todo, el todo y las partes, las partes entre ellas. Por esto, la complejidad es la unión entre la unidad y la multiplicidad. Los desarrollos propios a nuestra era planetaria nos enfrentan cada vez más y de manera cada vez más ineluctable a los desafíos de la complejidad. (MORIN, 1999b, p. 15)

Luce ineludible asumir esta nueva visión de la realidad si aspiramos a alcanzar una explicación de fenómenos tan complejos

como la integración de las TIC al proceso educativo, sobre todo, si nuestro interés es encontrar soluciones que no acarreen, a la larga, mayores desgracias a la humanidad.

Terminemos esta parte con una reflexión de Morin, muy pertinente para cerrar la revisión de esta nueva dimensión a la que él nos ha conminado a mirar:

Diré, ante todo, que, para mí, la complejidad es el desafío, no la respuesta. Estoy en la búsqueda de una posibilidad de pensar trascendiendo la complicación (es decir, las interretroacciones innombrables), trascendiendo las incertidumbres y las contradicciones. Yo no me reconozco para nada cuando se dice que yo planteo la antinomia entre la simplicidad absoluta y la complejidad perfecta. Porque para mí, en principio, la idea de complejidad incluye la imperfección porque incluye la incertidumbre y el reconocimiento de lo irreductible (MORIN, 1990, p. 143)

EPISTEMOLOGÍA DE LA COMPLEJIDAD

Es necesario, en efecto, darse cuenta de que es muy difícil y que no es una tarea individual; es una tarea que necesitaría el encuentro, el intercambio, entre todos los investigadores y universitarios que trabajan en dominios disjuntos, y que se encierran, por desgracia, como ostras cuando se les solicita.

E. MORIN (2004)

A la epistemología, en su sentido más amplio sinónimo de gnoseología, le concierne el estudio del conocimiento en general, para lo cual se plantea las siguientes interrogantes: ¿Qué es el conocimiento?, ¿Información, conocimiento o sabiduría?, ¿Es posible conocer?, ¿Qué se conoce?, ¿Cómo conocemos?, ¿Podemos conocer la verdad?, entre otras.

La epistemología, en su sentido más restringido, se ocupa de la definición del saber y de los conceptos relacionados al conocimiento científico; las fuentes, los criterios, los tipos de conocimiento posible y el grado con el que cada uno resulta cierto; así como la relación exacta entre el que conoce (investigador) y el objeto conocido (lo investigado).

Para Morin el problema de la epistemología, en última instancia, es aproximadamente de la misma naturaleza que el problema del conocimiento del conocimiento.

El problema del conocimiento científico podía plantearse a dos niveles. Estaba el nivel que podríamos llamar empírico, y el conocimiento científico, gracias a las verificaciones mediante observaciones y experimentaciones múltiples, extrae datos objetivos y, sobre estos datos objetivos, induce teorías que, se pensaba, "reflejaban" lo real. En un segundo nivel, esas teorías se fundaban sobre la coherencia lógica y así fundaban su verdad los sistemas de ideas. Teníamos, pues, dos tronos, el trono de la realidad empírica y el trono de la verdad lógica, de este modo se controlaba el conocimiento. Los principios de la epistemología compleja son más complejos: no hay un trono; no hay dos tronos; en modo alguno hay trono (MORIN, 2004, p. 14).

De manera que, el empirismo y el racionalismo, pese a las diferencias evidentes, forman parte del mismo paradigma dominante del cual nos habla Morin, el cual aparece duramente cuestionado, pese a sus contribuciones al desarrollo científico-tecnológico de la modernidad; por estar cimentado en la concepción positivista que condujo al reduccionismo científico y a una visión parcializada de los eventos, por lo que ha producido siempre una percepción fragmentada e interesada (según la ideología dominante) del conocimiento, lo que ha conducido a la especie humana a una crisis planetaria en todos los órdenes de su existencia, y ha puesto en serio peligro la existencia de toda la vida en la Tierra, pues se ha puesto el énfasis en las soluciones inmediatas, utilitarias, sin reparar en las consecuencias, sin evaluar la trascendencia de los hechos y sus implicaciones futuras.

Hay que recordar las ruinas que las visiones simplificantes han producido, no solamente en el mundo intelectual, sino también en la vida. Suficientes sufrimientos aquejaron a millones de seres como resultado de los efectos del pensamiento parcial y unidimensional. (MORIN, 1992, p.118)

Una sugestiva opinión, es la que propone Novo (1995) vinculada a este planteamiento de ruptura con los paradigmas epistemológicos tradicionales, desde la perspectiva de la complejidad acerca de la forma como el hombre, pensando de manera totalmente egoísta y excluyente, ha justificado todas las acciones (y perversiones) humanas:

A lo largo de la historia de la humanidad la naturaleza ha sido vista y utilizada por los humanos de formas distintas. En las sociedades desarrolladas la naturaleza es vista como un recurso al servicio de la especie humana, de interés en la medida que la vida humana depende de ella. Constituye una visión antropocéntrica de la vida, que desde una posición reduccionista justifica una explotación humana maximizada de la naturaleza y que establece el concepto de dominio de la especie humana sobre la misma. Una perspectiva que suele también estar acompañada de una visión etnocéntrica, justificadora de la superioridad de unas culturas sobre las otras, y de una visión androcéntrica que desestima el papel de las mujeres al igual que lo hace con la naturaleza". (NOVO, 1995, p. 8)

Esta visión del mundo le ha permitido al hombre captar parte de la esencia de los fenómenos, por lo cual, se ha vanagloriado de su "sabiduría" al haber arrancado algunos secretos al universo y, esos conocimientos, aunque generalmente partían de una teoría (hipótesis), debía luego ser ajustado a leyes, que explicaran y preservaran el orden, habilitaran mecanismos de predicción y que facilitaran el riguroso control de acceso a ellos a través del desarrollo de la tecnología.

En el antiguo paradigma, racionalismo cerrado y humanismo cerrado flanqueaban ideológicamente el desarrollo de la ciencia, alimentaban mitológicamente la ética y la política, mientras que prácticamente era la manipulación y la tecnologización lo que alimentaba la ética, la política, y transformaba las sociedades.

El sujeto, en este marco, o bien era manipulado como cosa, puesto que era invisible y desconocido, o bien era el amo absoluto al que le estaba permitido todo capricho, puesto que, o bien quedaba oculto en la visión objetivista, o bien era exaltado en el humanismo (MORIN, 1984, p. 368).

Morin entonces diagnóstica en crisis el gran paradigma de occidente, “la crisis está ahí, multiforme y multidimensional” (MORIN, 1992, p. 237), pero eso no significa que sea inminente su desmoronamiento y sustitución. El paradigma vital de conjunción/ disyunción visionado por Morin no ha nacido y el paradigma mortal de disyunción/reducción no ha muerto. La revolución paradigmática, que cambiará la epistemología de la simplicidad a la complejidad, depende de condiciones históricas, sociales y culturales que ninguna conciencia podría mandar, pero también depende de una revolución propia de la conciencia.

Esto que podría convertirse en un círculo vicioso imposible de superar, debe serlo para dar paso a una verdadera y profunda revolución paradigmática, pues “cada verdadera revolución paradigmática se efectúa en condiciones lógicamente imposibles. Pero así ha nacido la vida, así ha nacido el mundo: en condiciones lógicamente imposibles [...]” (MORIN, 1992, p. 238).

Pero qué significado tienen los principios explicativos fundamentales que rigen al paradigma tradicional, en el que comulga la ciencia clásica, y por los cuales se ha rechazado la complejidad, además con cuáles principios alternativos se fundaría el nuevo paradigma epistemológico de la complejidad, pues debemos “afrentar la «complejidad de lo real» no puede obedecer a principios de «inteligibilidad» no complejos [...]” (ZULETA, 2009). Al respecto Morin explica:

(1) El principio del determinismo universal, ilustrado por el demonio de Laplace, capaz, gracias a su inteligencia y sus sentidos extremadamente desarrollados, de conocer no sólo todo acontecimiento pasado sino también de predecir todo acontecimiento futuro.

(2) El principio de reducción, que consiste en conocer cualquier compuesto únicamente a partir del conocimiento de las partes básicas que lo constituyen.

(3) El principio de disyunción, que consiste en aislar y separar las dificultades cognoscitivas unas de otras, llevando a la separación entre disciplinas que se han vuelto herméticas unas de otras. (MORIN, 2004, p. 2)

Entonces, el principio del determinismo generalizado correspondería sustituirlo por un principio que idee una relación entre orden, desorden y organización. Tomando en cuenta que orden no es sólo la existencia de leyes que rigen ineluctablemente el curso de los hechos, sino que, por el contrario, implica estabilidades, regularidades, ciclos organizadores, mientras que, de modo similar el desorden no significa únicamente dispersión, desintegración, sino que puede aparecer como atascos, sacudidas e irregularidades.

Del mismo modo, en contrapuesta al principio de reducción, la epistemología de la complejidad demanda que se traten de evaluar las relaciones entre el todo y las partes. En palabras de Morin; “el conocimiento de las partes no basta, el conocimiento de todo como todo tampoco basta, si se ignoran sus partes; debemos, pues, realizar un ir y venir en bucle para reunir el conocimiento del todo y el de las partes” (MORIN, 2005, p.7).

Y el principio de disyunción o de separación (entre objetos, entre disciplinas, entre nociones, entre sujeto y objeto de conocimiento), habría que suplirlo por otro que mantenga la distinción pero que trate de establecer la relación.

De manera bien resumida lo presenta Morin en el extracto siguiente:

Así es que, habría que sustituir al paradigma de disyunción/ reducción/ unidimensionalización por un paradigma de distinción/ conjunción que permita distinguir sin desarticular,

asociar sin identificar ni reducir. Ese paradigma comportaría un principio dialógico y translógico, que integraría la lógica clásica teniendo en cuenta sus límites de facto (problemas de contradicciones) y de jure (límites del formalismo). Llevaría en sí el principio de la *Unitas multiplex*, que escapa a la unidad abstracta por lo alto (holismo) y por lo bajo (reduccionismo). (MORIN, 1990, p. 34).

Para concluir, Morin nos deja claro que la epistemología compleja no puede fundarse sobre visiones unívocas del universo.

No es la existencia de una instancia soberana que sería el Señor epistemólogo controlando de modo irreductible e irremediable todo saber; no hay trono soberano. Hay una pluralidad de instancias. Cada una de esas instancias es decisiva; cada una es insuficiente. Cada una de esas instancias comporta su principio de incertidumbre" (MORIN, 2004, p. 18).

Más provechoso desde la perspectiva de un paradigma epistemológico basado en la idea de la complejidad, es que el investigador no pierda de vista que la realidad es multidimensional y cambiante, que debemos dejarnos sorprender por lo inesperado, que a pesar de alcanzar a cumplir unos objetivos propuestos al inicio del proyecto, es muy probable que terminemos en otro lado, pues el camino es incierto y, lo que es más relevante, no tiene fin, pues no hay metas, puntos donde se alcanza el conocimiento absoluto, suficiente y completo, sólo hay un eterno transitar del hombre en la búsqueda del conocimiento de el mismo y de lo que lo rodea.

Con esto en mente, el acto de investigar, de estudiar una realidad, utilizando la perspectiva de la complejidad de Morin pasa por tener en cuenta la siguiente advertencia: «No olvides que la realidad es cambiante, no olvides que lo nuevo puede surgir y, de todos modos, va a surgir.» (MORIN, 1990, p. 118). La complejidad nos coloca en una perspectiva científica más rica, menos mutilante, una ciencia que procure entender y explicar el mundo siguiendo la ruta de un

pensamiento complejo, nos acerca a una comprensión humanista del hombre y su papel en el planeta.

En el sentido de la complejidad todo ocurre de forma diferente. Se reconoce que no hay ciencia pura, que incluso en la ciencia que se cree más pura hay en suspensión cultura, historia, política, ética, aunque no se pueda reducir la ciencia a estas otras nociones. Pero, sobre todo, la posibilidad de una teoría del sujeto en el corazón mismo de la ciencia, la posibilidad de una crítica del sujeto en y por la epistemología compleja, todo esto puede iluminar la ética, evidentemente sin desencadenarla ni mandarla; de igual modo y correlativamente, como se ha visto, una teoría de la complejidad antropológica lleva necesariamente a modificar, complejizar-dolo, el semblante del humanismo, y permite igualmente volver a abrir el problema político del progreso y de la revolución (MORIN, 1990, p. 369).

Compartimos con Morin que los esfuerzos de la ciencia y filosofía para encontrar la verdad (la sabiduría, el conocimiento) pasa por una profunda revisión ética, que cada uno debe procurar alcanzar la auto-ética, para evitar que nuestras acciones y pensamientos lastimen aún más a nuestros semejantes y a nuestro entorno, porque “cuanto menos mutilante sea un pensamiento, menos mutilará a los humanos” (MORIN, 1990, p. 369).

PENSAMIENTO COMPLEJO

La naturaleza del paradigma sólo puede ser concebida
y comprendida por un pensamiento (conciencia)
apto para reconocer la dialógica, recursividad y
multidimensionalidad, es decir, pensamiento complejo.

E. MORIN (1992)

Se tiene conciencia de nuestra propia existencia y de todo lo que nos rodea a través del pensamiento, procesando las sensaciones que nuestros órganos receptores obtienen del entorno, el cerebro humano,

esa máquina hipercompleja que resulta ser “un complejo de sistemas complejos” (MORIN, 1988, p. 107) logra el conocimiento mediante la acción múltiple y simultánea de:

[...] una formidable combinatoria de circuitos eléctricos y químicos que ponen en funcionamiento miríadas de conexiones y procesos [...] locales, regionales, globales, acéntricos, policéntricos, jerárquicos, heterárquicos, anárquicos, especializados, policompetentes, no especializados, analíticos, sintéticos, transductores, traductores y correctores (ibid., p. 108).

Lo más interesante es que en el cerebro se encuentran asociados todos los niveles de la realidad, por un lado, es una “máquina totalmente físico-química en sus interacciones, totalmente biológica en su organización; totalmente humana en sus actividades pensantes y conscientes” (ibid., p. 96)

Un aspecto muy importante sobre el tipo de pensamiento y a las preferencias en el conocimiento de un individuo, viene asociada a la presencia de dos hemisferios que son idénticos pero diferentes, trayendo como consecuencia diferencias importantes entre quienes desarrollan más uno que el otro.

Cuando se impone el hemisferio izquierdo se desarrolla el pensamiento crítico, analítico, abstracto, lineal, secuencial, lógico-matemático, mientras que, si es el derecho, prevalece el pensamiento intuitivo, creativo, concreto, comprehensivo, estético-artístico.

No obstante, los dos hemisferios continúan siendo tan similares que, si llegare a fallar uno, el otro es capaz de asumir casi todas las funciones del otro. Además, la prevalencia de uno, no significa la inexistencia del otro, por ejemplo, hay una relación de sexualización con los hemisferios, probablemente porque el desarrollo de la disimetría tiene que ver con la tasa de producción de testosterona; en el hombre predomina la izquierda, mientras en la mujer la derecha, pero esto no significa que el conocimiento continúe siendo «unidual»,

esto es; “el tipo dominado sigue siendo activo, complementario, aunque subordinado al otro” (ibid., p. 101)

Generalmente esta dicotomía no es solamente orgánica, aunque pudiera haber cierta predisposición genética, congénita o de género, la verdad es que igualmente resulta muy importante la «sobredeterminación cultural» que, no sólo explicaría las diferencias en el pensamiento entre los sexos, pues, en casi todas las culturas, se predetermina la existencia de “trabajos” o “labores” de hombre, distintas a las de la mujer, sino también, la predominancia del “izquierdo” en la cultura occidental (tecnológica) y del “derecho” en las culturas orientales (más espirituales).

Morin se queja de que son precisamente investigadores masculinos quienes descubrieron la mencionada asimetría y, como en ellos prevalece precisamente el tipo de pensamiento del “hemisferio izquierdo”, obedeciendo a esquemas de abstracción, simplificación y disyunción, declararon, y así ha quedado instaurado, que las cualidades asociadas al desarrollo del hemisferio izquierdo son más importantes, trascendentes y mejores que las del hemisferio derecho.

Han subestimado las cualidades de la derecha, ignorando las posibilidades de sustitución y modificación, han sido ciegos para con el juego complejo sexo/cerebro/cultura. No estaban preparados para pensar al mismo tiempo la identidad y la diferencia, la complementariedad, la concurrencia y el antagonismo” (MORIN, 1988, p. 102).

Pareciera que, el desarrollo del paradigma positivista en Occidente, tiene correspondencia con la predominancia del tipo de pensamiento lógico-matemático, atado a la causalidad y la linealidad, característico del hemisferio izquierdo, trayendo como resultado el culto a la racionalidad científica y a la tecnología, en desmedro de las artes, la espiritualidad y la reflexión.

La física occidental no sólo ha desencantado el universo, sino que lo ha desolado. Ya no hay ni genios ni espíritus, ni almas, ni alma, ni dioses; hay un Dios, en rigor, pero en otra parte, ya no hay seres ni existencias, exceptuando los seres vivos que habitan ciertamente en el universo físico, pero que proceden de otra esfera. La física puede definirse de hecho, por privación, lo que no tiene vida (Morin, 1986, p. 411).

Entonces, llegamos de nuevo a lo que ha significado para nuestra civilización, el hecho que, durante siglos, este tipo de pensamiento haya preponderado.

Así, el siglo XX ha vivido bajo el reino de una pseudo-racionalidad que ha presumido ser la única, pero que ha atrofiado la comprensión, la reflexión y la visión a largo plazo. Su insuficiencia para tratar los problemas más graves ha constituido uno de los problemas más graves para la humanidad.

De allí la paradoja: el siglo XX ha producido progresos gigantescos en todos los campos del conocimiento científico, así como en todos los campos de la técnica; al mismo tiempo, ha producido una nueva ceguera hacia los problemas globales, fundamentales y complejos, y esta ceguera ha generado innumerables errores e ilusiones comenzando por los de los científicos, técnicos y especialistas. (MORIN, 1999a, p. 20)

Morin (1992) reconoce las muchas dificultades que encuentra una revolución paradigmática que pretenda sustituir, sustancialmente, las “verdades” impresas en los cerebros y espíritus de los sujetos sociales.

Poniendo como ejemplo la revolución copernicana, que tuvo efectos devastadores en la religión y en la visión y posición que el hombre tenía de sí mismo como parte del universo, muestra como antes de abandonarse la visión antropocéntrica por la heliocéntrica, hubo múltiples obstáculos, no sólo de parte de quienes se verían afectados directamente por cambios tan radicales, sino de quienes descartaban como absurda una idea tan opuesta a lo que se había tenido como cierto por tanto tiempo.

Los iniciadores de una revolución paradigmática deben desafiar odios, censuras, prohibiciones, deben sembrar la idea nueva como una semilla que requiere de mucho tiempo y otras condiciones para brotar y ser reconocida, para convertirse acaso en otra ortodoxia intocable.

De esta forma, el pensamiento complejo se puede concebir como una nueva racionalidad en el abordaje del mundo y del ser humano, consistente en la ligación de las partes en el todo mediante el establecimiento de relaciones entre ellas, teniendo en cuenta sus diferencias. Al contrario del paradigma tradicional de la disyunción, el pensamiento complejo une, reúne, relaciona y aborda los procesos en su constante dinamismo y cambio (TOBÓN; AGUDELO, 2005).

Este planteamiento implica cambios profundos no sólo en la manera de producir conocimientos, sino también, en los esquemas de enseñanza/aprendizaje.

Las ciencias y su enseñanza deben ser reflexionadas a la luz de los principios de la complejidad. Entonces, si desde el paradigma de la complejidad se asume la importancia de la perspectiva sistémica compleja en el proceso de pensar sobre los hechos del mundo, hay que romper con el determinismo, la estabilidad y el orden propios de las “ciencias clásicas” para sustituirlas, o más bien enriquecerlas, con los conceptos claves de las ciencias modernas: incertidumbre, fluctuaciones y desequilibrio.

Al plantear el paradigma de la complejidad se ha dicho que éste constituye una manera concreta de orientar la forma de pensar el mundo, de construir conocimiento. Una forma que incorpora el concepto de sistema complejo adaptativo, hace suya la necesidad de un diálogo continuado entre las distintas formas de conocimiento, y niega la existencia de formas de conocimiento más simples que otras (BONIL et al., 2004, p. 10).

El pensamiento complejo tiene su esencia en la tradición perdida de abordar el mundo y el ser humano desde un punto de vista

hermenéutico, o sea interpretativo y comprensivo. El pensamiento simple resuelve los problemas simples sin problemas de pensamiento. El pensamiento complejo no resuelve, en sí mismo, los problemas, pero constituye una ayuda para la estrategia que puede resolverlos.

La simplificación aísla, es decir, oculta el relacionismo consustancial al sistema (relación no sólo con su entorno, sino con otros sistemas, con el tiempo, con el observador/conceptuador). La simplificación reifica, es decir oculta la relatividad de las nociones de sistema, subsistema, suprasistema, etc. La simplificación disuelve la organización y el sistema. (MORIN, 1986, p. 171)

Morin nos llama, no obstante, a desechar dos ilusiones que empañan la idea del pensamiento complejo: “La primera es creer que la complejidad conduce a la eliminación de la simplicidad (...) La segunda ilusión es la confundir complejidad con completitud” (MORIN, 1990, p. 22). Estas dos premisas son fundamentales para entender el alcance de esta poderosa forma de visualizar el mundo fenomenológico.

Los procesos de producción, transferencia y apropiación del conocimiento son complejos. En ellos confluyen múltiples elementos y diversas interacciones en los que el dinamismo es una constante. Además, como bien lo interpreta Soto González,

Tenemos que admitir que lo verdaderamente real sigue escondido y que la verdad no consiste en renunciar a lo “insondable”, sino en mantenerse vigilantes en la insolubilidad de la cuestión. Es preciso renunciar a la idea de un conocimiento acabado y completo, es decir, a la pretensión de “haber llegado”. El deseo de liquidar la incertidumbre es la enfermedad propia de las ideas y de los espíritus (SOTO GONZÁLEZ, 1999, p. 467).

Así, el método que sigue el pensamiento complejo es:

La búsqueda de la verdad de las cosas como un intento por marcar un “rumbo cognitivo” que, en tanto proceso/devenir, no cierra como logro acabado totalizante: La “aventura heurística”

(no “cartesiana”) como proceso en curso de resultados inconclusos (ZULETA, 2009).

Morin (1999a), define siete principios básicos que guían el pensamiento complejo, considerándolos complementarios e interdependientes.

Sitúa el *principio sistémico u organizacional* bajo el que se relaciona el conocimiento de las partes con el conocimiento del todo; el *principio hologramático* que muestra la aparente paradoja de los sistemas complejos, en los cuales, las partes están dentro del todo y el todo está en cada parte; el *principio del bucle retroactivo o retroalimentación* que refleja cómo una causa actúa sobre un efecto y, a su vez, éste sobre la causa; el *principio del bucle recursivo* que supera la noción de regulación al incluir el de autoproducción y autoorganización; el *principio de autonomía y dependencia* en el que expresa la autonomía de los seres humanos pero, a la vez, su dependencia del medio; el *principio dialógico* que integra lo antagónico como complementario; el *principio de la reintroducción del sujeto* que introduce la incertidumbre en la elaboración del conocimiento al poner de relieve que todo conocimiento es una construcción de la mente.

La reforma del pensamiento es de naturaleza no programática sino paradigmática, porque concierne a nuestra aptitud para organizar el conocimiento. Ella permite acomodarse a la finalidad de la cabeza bien puesta, es decir permite el uso pleno de la inteligencia. Tenemos que comprender que nuestra lucidez depende de la complejidad del modo de organización de nuestras ideas (MORIN, 1999b, p. 101).

La idea del bucle, que aparece en dos de los principios enunciados, es una idea dinámica sin fin que envía siempre a nuestro pensamiento a un continuo proceso de interacciones complejas, una especie de espiral, o más bien hélice, que avanza retro actuando, pero, nunca cerrándose sobre sí misma. “Hay que pensar de forma rotativa/recursiva” (MORIN, 1983, p. 434). El principio de recursividad asociado

al bucle permite unir “complejidad conceptual, complejidad causal y complejidad ontológica” (idem).

Aunque haya una contradicción verdadera, Morín (1983) nuevamente ratifica que la búsqueda de la complejidad debe incluir, como parte del método, los caminos de la simplificación, es decir que el pensamiento complejo no debe excluir, sino, más bien integrar los procesos de disyunción (para distinguir y analizar), de reificación o reducción (para la constitución de objetos o modelos ideales), de abstracción (para traducir lo real en lo ideal); pero, claro está acompañados con sus respectivos procesos “antídotos” como, por ejemplo, son el de conjunción y transyunción (para la disyunción), la diversificación (para la reducción).

Tenemos que ir, no de lo simple a lo complejo, sino de la complejidad hacia aún más complejidad, hacia la complejización creciente más cuando de considerar el “problema humano” se trata (a la hipercomplejidad), procediendo por ruptura, integración y reflexión, dentro de un conjunto teórico/metodológico/ epistemológico, a la vez coherente y abierto, y de un discurso multidimensional no totalitario, teórico, pero no doctrinario, abierto a la incertidumbre y a la trascendencia, no ideal/idealista. En fin, dirigir el esfuerzo hacia la “*scienza nuova*” (ZULETA, 2009). Aquí, vale la pena colocar una síntesis de la caracterización del pensamiento complejo hecha por Morin; Ciurana y Motta.

El pensamiento complejo se crea y se recrea en el mismo caminar... es un pensamiento que postula la dialógica, la recursividad, la hologramaticidad, la holoscópica, como sus principios más pertinentes [...]

El pensamiento complejo sabe que la certidumbre generalizada es un mito y que es más potente un pensamiento que reconoce la vaguedad y la imprecisión que un pensamiento que la excluye irreflexivamente.

El pensamiento complejo sabe que hay dos tipos de ignorancia: la del que no sabe y quiere aprender y la ignorancia (más peligrosa) de quien cree que el conocimiento es un proceso lineal, acumulativo, que avanza haciendo la luz allí donde había oscuridad, ignorando que toda luz produce, como efecto, sombras [...]

El pensamiento complejo no desprecia lo simple, critica la simplificación... la complejidad es la unión de la simplificación y la complejidad [...]

El pensamiento complejo es lógico, pero también es consciente del movimiento irremediable del pensar y la imaginación que rebasan el horizonte lógico... el pensamiento complejo no excluye la linealidad, sino que, [...] la incluye en la visión y construcción de modelos recursivos para el conocimiento de la realidad [...] (MORIN et al., pp. 65-73).

Morin (1992) termina confirmando que la naturaleza del paradigma sólo puede ser concebida y comprendida por un pensamiento (conciencia) apto para reconocer la dialógica, recursividad y multidimensionalidad, es decir, pensamiento complejo. El nudo gordiano paradigmático no puede deshacerse solamente con las inteligencias, ni tampoco puede ser cortado con la espada. La tarea es a la vez capital, aleatoria e incierta.

CONSIDERACIONES FINALES

Nada está abierto verdaderamente, nada está verdaderamente cerrado. Es posible una nueva aventura.

E. MORIN (2003, p. 373)
Entre lo indefinido y lo infinito

Comentar, aunque fuese brevemente, en tan corto espacio, la vasta obra de Morin, es una tarea tan incierta como imposible.

Procuramos entonces, enlazar ideas gruesas que delinean una trayectoria sostenida, que aparecen desparramadas en cada libro, entrevista, conferencia o tweet surgido de su pensamiento recursivo, dialógico y hologramático. Sólo resta colocar algunas ideas sobre su visión antropolítica y hacia dónde va la humanidad.

Las sociedades modernas estructuradas de manera compleja, pero cimentadas en el pensamiento sesgado, discriminante, ciego, han generado como resultado todas las deficiencias y carencias de nuestra civilización y, por ello mismo, de nuestras necesidades y aspiraciones, que no son sólo monetarias, tal como lo detalló tempranamente en su obra *Para una política de la sociedad* (MORIN, 2009).

Un sistema social que no posee, en sí mismo, los medios para tratar sus problemas están condenado o bien a la regresión -incluso a la muerte-, o bien, sobrepasándose a sí mismo, a la metamorfosis.

La falsa racionalidad, es decir la racionalización abstracta y unidimensional, triunfa en el mundo: las reuniones de parcelas precipitadas, los surcos demasiado profundos y longitudinales, el desmonte y la desarborización incontrolados, el asfaltado de caminos, el urbanismo que no busca más que la rentabilización de la superficie del suelo, la pseudo funcionalidad planificadora que no tiene en cuenta las necesidades no cuantificables y no identificables por los cuestionarios, todo eso ha multiplicado los suburbios recortados, las ciudades nuevas pronto aisladas en el aburrimiento, la suciedad, la degradación, la incuria, la despersonalización, la delincuencia (MORIN, 2006b, p. 185)

Aunque Morin siempre pone todas sus esperanzas en la metamorfosis, en una entrevista concedida a Sascha Lenartz del *Die Welt* confesaba que son más los tropiezos que los avances del pensamiento complejo en los centros de poder político y científico.

El pensamiento complejo debería dar pasos adelante. Al contrario, es definitivamente frustrante constatar que ahora entre las *élites políticas* se ha impuesto un pensamiento reductivo, dominado por criterios técnicos y económicos.

Estamos asistiendo a una reducción del saber, suplantada por el dominio de los números. En la medida que la complejidad del mundo aumenta, el pensamiento predominante parece cada vez más incapaz de comprenderla. Es una visión ciega. Y eso me preocupa mucho. Pero, evidentemente, sólo pueden entenderme aquellos que se sienten incómodos en ese clima. Entonces estoy pregonando en el desierto. Aunque eso no me perturba, pues creo en aquello que hablo (MORIN, 2018).

Morin siempre admitió que las posibilidades de salvación del hombre (y del resto de la vida en el planeta) no eran más grandes que las de perderlo, aún cuando admite que, en este caso, de cualquier conflagración surgiría una generación de sobrevivientes.

La aventura sigue siendo desconocida. La era planetaria quizá se oscurezca antes de haber podido expandirse. La agonía de la humanidad no producirá, quizá, más que muerte y ruinas. Pero lo peor todavía no es seguro, todo no está jugado. Sin que haya certeza y ni siquiera probabilidad, existe la posibilidad de un futuro mejor (MORIN, 2006b, p. 217).

Para Morin es urgente iniciar las reformas en todos los ámbitos de la civilización humana, la diferencia entre la vida y la muerte del hombre tiene que ver con los cambios, las transformaciones, la metamorfosis de la vida. Todas las utopías sociopolíticas han fracasado, es un acérrimo crítico de la explotación del ser humano y las injusticias generadas por el capitalismo, pero, igual condena los regímenes comunistas autoritarios y violadores también de derechos fundamentales.

Las proclamaciones de la revolución francesa y de la revolución rusa, las palabras democracia, socialismo, comunismo, anarquía, son sus mitos anunciadores. (Y demasiado iluminado o demasiado ciego es aquel que los cree realizados en algún continente o isla). La revolución en gestación debiera ser más amplia, más profunda, más radical, que todo lo concebido hasta ahora bajo el nombre de revolución [...] se trata mucho más que de la expansión del individuo, de una bonificación de la sociedad, de una mejora de la especie. Se trata a la vez de nacimiento y superación (MORIN, 2003, p. 372).

Morin nos conmina a buscar salidas. Nada como lo que ha animado al hombre hasta ahora: la codicia, el lucro, el poder, la territorialidad, la deshumanización, la intolerancia, la explotación de los más débiles, la destrucción del planeta.

Estamos en el momento crucial de una aventura loca que empezó hace ocho mil años, llena de crueldad y de grandeza, de apogeos y desastres, de servidumbres y emancipaciones, y que hoy arrastra a seis mil millones de seres humanos. ¿Cómo no sentir que, en esta crisis y a causa de ella, se recrudece la formidable lucha entre las fuerzas de la muerte y las de la vida? Las unas y las otras no sólo combaten entre sí, sino que se retroalimentan, ya que la descomposición de la muerte hace posible el renacimiento y la metamorfosis, pero también los asfixia: “Vivir de muerte, morir de vida», la fórmula de Heráclito que expresa la ambivalencia de la crisis planetaria (MORIN, 2011, p. 29).

Pero esta aventura de la que habla Morin, asociada al renacimiento y la metamorfosis, debe romper con la lógica del poder político y económico, que utiliza la ciencia y el conocimiento generado con fines exclusivistas, de acumulación de capital o de control totalitario de la vida de la gente. Tenemos que superar la visión de los imperios modernos que, apoyados en su arsenal nuclear, despachan sin más al resto de los mortales.

La nueva aventura no consiste en asegurarse la propiedad del planeta tierra, del arrabal periférico lunar, ni siquiera del sistema solar y mucho menos de un reparto galáctico, sino, llevados del amor a la curiosidad, iniciar el camino hacia el más allá, hacia el azar, la incertidumbre, la muerte (MORIN, 2003, p. 373).

Estamos entonces ante la disyuntiva de procurar y encontrar el camino cierto, para evitar la hecatombe. Ese camino es reconocido por Stéphane Hessel (2011), autor de *iNDIGNAOS!* cuando propone buscar las respuestas a los problemas de nuestra sociedad en otro libro: *La Vía* de Morin, en la que el *pensador planetario* y arquitecto de la complejidad concluye:

Debemos emprender, ya y resueltamente, itodas las vías reformadoras para preparar el advenimiento de la Vía, que impedirá que la humanidad sea esclavizada o destruida por la hipertrofia de los poderes que ella misma haya engendrado y no sea ya capaz de controlar (MORIN, 2011, p. 291).

REFERENCIAS

BONIL, J.; SANMARTÍ, N.; TOMÁS, C.; PUJOL, RM. (). Un nuevo marco para orientar respuestas a las dinámicas sociales: El paradigma de la complejidad. *Investigación en la Escuela* n. 53. pp. 10-20, 2004, Sevilla.

CASTELLÀ CID, Josefa. El Viraje Epistemológico de Werner Heisenberg. *Naturaleza y Libertad*, n. 8, 2017.

CÁTEDRA ITINERANTE UNESCO “EDGAR MORIN” (CIUEM). Instituto Internacional para el Pensamiento Complejo (IIPC). Disponible en: <https://www.ciuem.info>

HESSEL, Stephane. *iINDIGNAOS!* Destino: Madrid, 2011.

LEWIN, R. *Complejidad: El caos como generador del orden*. Tusquet Editores: Barcelona (España). 1995.

LUHMANN, N. *Sistemas sociales: lineamientos para una teoría general*. Anthropos-editorial.: Barcelona (España). 1995.

MORIN, Edgar. *El Método II: La vida de la vida*. Ediciones Cátedra: Madrid (España). 1983.

MORIN, Edgar. *Ciencia con Consciencia*. Anthropos, Editorial del Hombre: Barcelona (España). 1984.

MORIN, Edgar. *El Método I: La Naturaleza de la naturaleza*. Segunda edición. Colección Teorema. Ediciones Cátedra: Madrid (España). 1986.

MORIN, Edgar. *El Método III: El conocimiento del conocimiento*. Colección Teorema. Ediciones Cátedra: Madrid (España). 1988.

MORIN, Edgar. *Introducción al pensamiento complejo*. Gedisa Editorial: Barcelona (España). 1990.

MORIN, Edgar. *Introducción a una política del hombre*. Gedisa Editorial: Barcelona (España). 1991.

MORIN, Edgar. *El Método IV. Las Ideas*. Colección Teorema. Ediciones Cátedra: Madrid (España), 1992.

MORIN, Edgar. El pensamiento ecologizado. *Gazeta de Antropología*, 12, 1996 Texto 12-01. [Artículo on-line] disponible en: http://www.ugr.es/~pwlac/G12_01Edgar_Morin.html

MORIN, Edgar. *Mis Demonios*. Editorial Kairós: Barcelona (España). 1995.

MORIN, Edgar. *Los siete saberes necesarios para la educación del futuro*. UNESCO: Paris (Francia), 1999a.

MORIN, Edgar. *La Cabeza Bien Puesta*: Repensar la reforma, reformar el pensamiento. Ediciones Nueva Visión: Buenos Aires (Argentina), 1999b.

MORIN, Edgar. *Amor, poesía, sabiduría*. Cooperativa Editorial Magisterio: Bogotá (Colombia), 2002.

MORIN, Edgar. *El hombre y la muerte*. Editorial Kairos: Barcelona (España), 2003.

MORIN, Edgar. La Epistemología de la Complejidad. *Gazeta de Antropología*; n. 20, Texto 20-02. 2004. Grupo de investigación Antropología y Filosofía - Departamento de Filosofía-Universidad de Granada, España. [Artículo on-line] disponible en: http://www.ugr.es/~pwlac/G2002Edgar_Morin.html

MORIN, Edgar. Complejidad restringida, complejidad general. Título original: *Complexité restreinte, complexité générale*, presentado en el coloquio *Intelligence de la complexité: épistémologie et pragmatique*, Cerisy-La-Salle, 26 junio de 2005. Traducido por Pep Lobera.

MORIN, Edgar. *El Método 6: Ética*. Colección Teorema. Ediciones Cátedra: Madrid (España). 2006a.

MORIN, Edgar. *Tierra-Patria*. Nueva Visión: Buenos Aires, 2006b.

MORIN, Edgar. *Complejidad restringida y la complejidad generalizada o las complejidades de la complejidad*. Conferencia inaugural del *III Seminario Bienal Internacional acerca de las implicaciones, filosóficas, epistemológicas y metodológicas de la Teoría de la Complejidad*: La Habana (Cuba). 2006c.

MORIN, Edgar. *Para una política de la civilización*. Paidós Ibérica: Madrid, 2009.

MORIN, Edgar. *As utopias de Edgar Morin*. *Conferência do ciclo Fronteiras do Pensamento*: São Paulo, agosto, 2011. Reportaje de Paulo Hebmüller publicado en *Jornal da USP*, 14-08-2011a. Instituto HUMANITAS UNISINOS. [Artículo on-line] disponible en: <http://www.ihu.unisinos.br/173-noticias/noticias-2011/46391-as-utopias-de-edgar-morin>.

MORIN, Edgar. *La Vía*: Para el futuro de la humanidad. Paidós: Barcelona, 2011b.

MORIN, Edgar. Os esplêndidos 97 anos de Edgar Morin. *Die Welt*; entrevista de Sascha Lenartz, reproducida en La Repubblica, 17-08-2018. Traducción al portugués de Luisa Rabolini. [Artículo on-line] disponible en: <http://www.ihu.unisinos.br/188-noticias/noticias-2018/581991-os-esplendidos-97-anos-de-edgar-morin-eu-sou-um-filosofo-antigo-mas-amo-o-twitter>.

MORIN, Edgar. Liberté, égalité fraternité: para todos? Entrevista com Edgar Morin e Alain Touraine. *Die Welt*; entrevista de Eric Favereau e Thibaut Sardier, publicada en La Repubblica, 06-06-2019b. Traducción al portugués de Moisés Sbardelotto. [Artículo on-line] disponible en: <http://www.ihu.unisinos.br/78-noticias/589857-liberte-egalite-fraternite-para-todos-entrevista-com-edgar-morin-e-alain-touraine>.

MORIN, Edgar. Edgar Morin: “El crecimiento hoy se ha establecido como un imperativo que necesita ser revisado”. *Valencia Plaza*; entrevista de Esma Kucukalic, publicada el 27-11-2019a. [Artículo on-line] disponible en: <https://valenciaplaza.com/entrevista-edgar-morin>.

MORIN, Edgar. Siente la comunidad de destinos de toda la humanidad más que nunca. [Entrevista concedida a] Simon Blin. *Complejidad*, n.36, p. 7-11, marzo, 2020.

MORIN, E.; CIURANA, E. R.; MOTTA, R.D. *Educar en la era planetaria*. Gedisa Editorial: Barcelona (España). 2003.

MORIN, E.; NAÏR, S.; SALLENAVE, D. Israël-Palestine : le cancer. *Le Monde*. 03 de junio de 2002. [Artículo on-line] disponible en: https://www.lemonde.fr/archives/article/2002/06/03/israel-palestine-le-cancer-par-edgar-morin-sami-nair-et-daniele-sallenave_278484_1819218.html.

SOTO GONZÁLEZ, Mario. *Edgar Morin. Complejidad y sujeto humano. Tesis Doctoral*. Departamento de Filosofía, Lógica y Filosofía de la Ciencia y Teoría de la Educación. Universidad de Valladolid. Consultada en Biblioteca Virtual Miguel de Cervantes, España. 1999.

TOBÓN, Sergio de Jesús; AGUDELO GÓMEZ, Hernán. Pensamiento complejo y formación humana en el Sistema Educativo Colombiano. 2005 [artículo on-line] disponible en <http://www.pensamientocomplejo.com.ar>.

THOM, R. (). *Parábolas y catástrofes*. Segunda edición. Tusquet Editores: Barcelona (España). 1993.

UN PENSEUR planétaire. Dirección de Jeanne Mascolo de Filippis. Paris:
para EMPREINTES. France 5, 2007.

ZULETA, E. *Notas*. Anotaciones del Seminario Análisis Crítico-Reflexivo de la
Educación desde la Perspectiva del Paradigma del "Pensamiento Complejo".
Doctorado en Educación. Núcleo "Rafael Rangel", Universidad de Los Andes.
Trujillo (Venezuela). 2009.



2

Jesús Ramón Briceño Barrios (*in memoriam*)

Gladys Gutiérrez Nieto

COMPLEXIDADE NO PROCESSO EDUCACIONAL DAS CIÊNCIAS

DOI: 10.31560/pimentacultural/2021.004.69-91

RESUMO:

As incertezas e as contradições formam parte do nosso dia a dia, da nossa cotidianidade, a realidade está cheia delas, então para entendê-la no seu contexto e em sua dimensão é necessário abraçar a complexidade, entendendo ela, como a estrutura de eventos, ações, interações, feedbacks, determinações, eventos aleatórios que compõem nosso mundo fenomenal (MORIM, 2001). A consideração dos princípios que a fundamentam e sua aplicação, são refletidos de forma de permitir uma melhor visualização de suas implicações em toda uma série de elementos relacionados à realidade na qual o ser se desenvolve. De acordo com essas ideias, na educação “estratégias deveriam ser ensinadas para enfrentar os riscos, o inesperado, o incerto e modificar seu desenvolvimento em virtude das informações adquiridas ao longo do caminho”. Nesta nova concepção, a incerteza não constituiria um problema para corrigir, mas a falta de certeza é considerada uma condição natural de todo conhecimento, de modo que verdades absolutas não podem ser ensinadas ou aprendidas porque não existem.

PALAVRAS-CHAVE: Incerteza; Complexidade; Condição natural; Nova concepção; Eventos aleatórios.

INTRODUÇÃO. A CERTEZA E SEU NAUFRÁGIO

Não somos obras de arte que refletem um mundo perfeito, mas artesãos forçados a aprender em um mundo sinuoso e imprevisível

Á euforia perpétua, Bruckner (2004, pag. 49).

Se observarmos, ao nosso redor de maneira crítica e reflexiva, podemos perceber que as incertezas e as contradições parecem estar presentes em todas as esferas da vida e da sociedade no mundo inteiro, então buscando compreender essa realidade é necessário abrir-se para que esses elementos passem a ser percebidos, vividos e trabalhados com o incerto e o aleatório. Atualmente estamos vivendo o tempo que as grandes certezas e as garantias de que nosso presente teve como base sobre as nossas expectativas sobre o futuro desapareceram, deste modo basta considerar a crise desencadeada com a pandemia COVID- 19, que a humanidade enfrenta atualmente.

Nesse sentido, é necessário ter em conta que o conhecimento científico com o passar do tempo, em seu desejo de alcançar leis universais que possam explicar a realidade de maneira simples e ordenada tentou separar o que estava intrinsecamente ligado: o sujeito que conhece do objeto do conhecimento, o racional do emocional, a mente do corpo, as ciências naturais das ciências sociais, o singular das universais, a unidade da diversidade.

Esse tipo de pensamento que dominou as ciências durante muito tempo, quase até meados do século XX, foi o que o filósofo Edgard Morin chamou de paradigma da simplicidade, opera sob os princípios da disjunção, que separa o que está ligado; redução, que unifica o que é diverso e abstração, que reduz o conhecimento do todo às partes e que também tenta de unificar as partes ao todo, sem relação com o contexto o a ligação entre as partes que compõem esse todo.

Esse paradigma procura trazer ordem e escapar da desordem, tenta eliminar a incerteza, o erro, a contradição e até o aleatório, os quais estão inscritos na própria natureza das coisas. No entanto, Morin nos adverte que o caótico, o contraditório e o aleatório estão ligados à vida humana, ao trabalho e a qualquer processo de transformação. Sustenta que “a maior certeza que nos deu (o conhecimento do século XX) é a impossibilidade de eliminar o incerto, não apenas da ação, mas do conhecimento”, e acrescenta: “Conhecer e pensar não é alcançar a verdade, mas dialogar com a incerteza”. Em contraste a simplicidade, ele expressa o que é chamado de paradigma da complexidade.

Para todo isso fosse possível se preciso considerar novos caminhos epistemológicos, para o qual novos caminhos de entendimento da racionalidade foram necessários. Nesse sentido, Candiotti (2009, citado por Flores 2011) expressa para isso:

...concepções hermenêuticas, as ideias de Wittgenstein colaboraram sobre jogos de linguagem, a Teoria da Ação Comunicativa de Habermas e os estudos semióticos de Apel. Isso nos mostrou não apenas uma maneira diferente de linguagem, mas a ruptura dos pressupostos da epistemologia moderna e, em última análise, uma concepção diferente de racionalidade, que não pode mais ser concebida como uma realidade epistêmica, sem considerar sua natureza comunicativo-discursiva (2009, p. 176).

Essa consideração comunicativa da epistemologia segundo Flores (2011), abre o horizonte para pensar abertamente na competição de outras abordagens epistêmicas que tornam possível a interdisciplinaridade. Essa referência das diferentes disciplinas, sem dúvida, precisará de um caráter dialógico, comunicativo e intersubjetivo capaz de deixar sua própria órbita de especialização para enfrentar outros conhecimentos necessários à abordagem da verdade. Nesta nova visão epistêmica, se considerara que o conhecimento não é a

representação de uma realidade já antecipada, mas um processo de construção significativa, em estreita relação com as atividades sociais.

A partir dessa visão epistêmica, as práticas comunitárias e sociais precisam necessariamente mudar: elas se tornarão mais significativas porque levam a enfrentar permanentemente contextos complexos da realidade. Em resumo, são necessárias epistemologias, maneiras plurais de entender a realidade, já que ela é complexa em si mesma.

A adesão a uma única disciplina para o conhecimento da realidade levará inevitavelmente só a ver parte dela e de maneira parcial. E no caso de disciplinas, como a educação, é necessária atenção a outras disciplinas, uma vez que se destaca por sua natureza dialógica, comunicativa e interativa. A educação, portanto, não pode viver no autismo que as ciências positivas viviam no passado.

Diante do exposto, é necessário que, em contextos complexos, seja imprescindível realocar epistemologicamente (MORIN, 2000, p. 27). Então, não será seguida uma episteme rígida que constitua um modo unilateral de se fazer ciência, como afirmado no discurso positivista. É claro que não vai por trás da busca por uma ciência que impõe leis e que simplesmente legisla. A epistemologia que agora é necessitada é aquela em que é indispensável nos perguntar: como sabemos, como nos situamos na realidade, como aprendemos?

Por exemplo, na globalização, que por si só é um contexto complexo, exige todas essas séries de perguntas que acabamos de nos perguntar. Sem dúvida, isso nos levou a uma nova maneira de aprender que nos ajuda a enfrentar a educação de um mundo complexo, globalizado e comunicado. Portanto, uma mudança nos métodos ou nos planos de estudo não é suficiente, mas é necessária uma mudança na maneira de pensar e na elaboração de nossas construções mentais. Essa nova maneira de abordar o conhecimento nos permite superar

velhas antinomias, como a divisão entre teoria e prática; a diferença entre ciências duras e moles ou a diferenciação de diferentes disciplinas.

O PARADIGMA DA COMPLEXIDADE

A complexidade em aparência é apresentada como um fenômeno quantitativo, um conjunto de interações de cruzamentos entre um número muito grande de unidades. No entanto, a complexidade também inclui qualidades declaradas por conceitos que designam propriedades inerentes, tais como: incerteza, indeterminação, aleatoriedade, irreversibilidade, instabilidade. A complexidade dessa maneira está ligada a uma certa mistura de ordem/desordem.

Nesse sentido Morin (ob cit), considera a complexidade como uma palavra que lembra um desafio e não como uma solução. Deriva do complexo: o que é tecido juntos. Ele define a complexidade como a estrutura de eventos, ações, interações, feedbacks, determinações, eventos aleatórios que compõem nosso mundo fenomenal. Ademais acrescenta, que a complexidade está lá onde não podemos superar uma contradição e até uma tragédia.

Como entender que um país com imensos recursos alimentares apresenta altos índices de desnutrição, ou que em um país como a Venezuela, com as maiores reservas do petróleo no mundo, as pessoas não têm gasolina nem gás, ou que seu governo, fala de democracia e que deseja o bem-estar de seu povo, e esse vive sem liberdades e em extrema pobreza, tendo produzido a maior emigração em massa em toda a história da América Latina e do mundo todo, e criando uma situação de instabilidade e conflito nos países vizinhos, por outro lado, se tem que, apesar de que a sociedade atual ter meios cada vez maiores,

mais sofisticados e mais abundantes de se comunicar, abundam os mal-entendidos entre os indivíduos, as comunidades e as sociedades.

Em suma, a aceitação da complexidade é o assentimento de uma contradição, envolve ou deveria unir noções que parecem excluir-se mutuamente, tal como: ordem e desordem, aleatoriedade e necessidade, quantidade e qualidade, sujeito e objeto; é o desafio de vincular e distinguir, mas sem desunir, é aprender a trabalhar com a imprecisão e o erro, é vincular o conhecimento à dúvida; é sempre um ponto de partida e não a resposta. É uma abordagem que se esforça para articular os diferentes planos e níveis de conhecimento. É também uma maneira de conviver com a tensão causada pelo paradoxo.

Portanto, de acordo com o expresso por Arzusa (2014) o objetivo é romper com o arquétipo do dogma e tirar proveito das incertezas; isto é, para entender as diferenças, assimilá-las e buscar a reconciliação, pois o importante é a religação, não a separação. Nesse sentido, assume-se a natureza humana do problema proposto como uma unidade com dinâmica complexa, com espaçosas possibilidades de se reinventar e enriquecer pela complementaridade e a articulação de seus diferentes componentes, que atuam como conteúdo axial de uma perspectiva educacional a favor de a inter, pluri e transdisciplinaridade, uma vez que a dimensão epistemológica condiciona os fatos da prática social e discursiva que aludem à formação de professores e, conseqüentemente, à circulação do conhecimento pedagógico.

Assim, em total acordo com Morín (1993), argumenta-se que é improvável equiparar um fato social a uma entidade material e, menos ainda, desmembrá-lo para examinar e controlar as variáveis inerentes. Em outras palavras, em acordo com a perspectiva de Ugaz (2008), a complexidade é paradigmática, pois vincula e reordena o conhecimento, reconhecendo o singular e o concreto sem desunir. Como na linguagem, novas ideias são articuladas pela reorganização do pensamento. Nessa ordem de ideias, a complexidade como

estrutura comunicacional é uma maneira de dialogar com a realidade, em vez de reduzi-la e absorvê-la por inteiro, reconhece o inacabado e a incompletude do conhecimento.

Então, de acordo com o que foi expresso e em sintonia com o que foi declarado por Pujol (2003), o paradigma da complexidade constitui uma maneira de se situar no mundo que oferece uma estrutura criativa para novas formas de sentir, pensar e agir que guiam o conhecimento do mundo e a aquisição de critérios para posicioná-lo e modificá-lo. O paradigma da complexidade supõe uma opção ideológica orientação de valores, pensamento e ação. Reúne contribuições de campos muito diversos que configuram uma perspectiva ética, uma perspectiva da construção do conhecimento e uma perspectiva de ação (PUJOL, RM., 2003).

DO PARADIGMA DA SIMPLICIDADE AO PARADIGMA DA COMPLEXIDADE

– *Da deificação da razão a uma racionalidade crítica e autocrítica*

O eixo do paradigma da simplicidade é uma razão onipotente que tenta controlar toda a realidade. O outro lado dessa visão é uma racionalidade que dialoga com o mundo real e reconhece as limitações de nosso sistema lógico sem cair na “racionalização” que, a fim de incluir a realidade dentro de um sistema lógico e coerente descarta tudo o que contradiz esse sistema.

Morin reconhece que a razão é “nosso único instrumento confiável de conhecimento, mas com a condição de que não é apenas crítica, mas autocrítica”.

- *Da aspiração de formular leis universais à superação do antagonismo entre o particular e o geral*

Da obsessão de procurar leis universais e únicas que eliminem o singular e o particular, a um pensamento capaz de ver um e o outro, assim articula os diferentes elementos que compõem o todo.

- *Da reivindicação de “objetividade” a uma concepção em que sujeito e objeto de conhecimento são constitutivos um do outro*

Do ponto de vista simplista em que existe o objeto de conhecimento independentemente do sujeito que ele conhece e onde o sujeito que ele conhece é rejeitado como fonte de perturbação na reintegração do observador no que observado. Trata-se de abandonar a argumentação de objetividade e aderir à ideia de que o que torna o homem grande é a vontade de objetividade, não sua conquista.

- *De calculável a incalculável*

Dos métodos quantitativos baseados em o método experimental e nos procedimentos de verificação, qualitativa buscando entender a realidade, ou melhor ainda, uma combinação dos dois métodos. A teoria da complexidade procura superar o quantitativo, a cultura de medição e cálculo, para introduzir também a dimensão qualitativa.

- *Do centralizado ao descentralizado*

O paradigma da simplicidade tem vontade de dominar e procura controlar toda a visão desde um ponto central (Panopticon) por sua vez, o da complexidade é descentralizado, não procura centralizar com base em algumas noções mestras.

- *Do pensamento dissociativo e perturbador ao pensamento que procura integrar os adversos e os diversos*

A ideia genetriz do paradigma da complexidade é a capacidade de unir e religar. Aspira ao conhecimento multidimensional, não tendencioso, indiviso que pode distinguir sem isolar.

- *Usa abstração, mas em relação ao contexto*

Morin adverte: “Não se pode isolar um objeto de seu contexto, de seus antecedentes de seu tornar-se” é necessário esforçar-se para construir conhecimento em relação ao contexto.

- *Da causalidade linear à causalidade recursiva*

Morin propõe romper com o esquema linear de causa e efeito e introduzir um pensamento que vai além da noção de feedback, para incorporar a ideia de recursão, na qual produtos e efeitos são, ao mesmo tempo, causas e produtores do que os produz. Em outras palavras, as causas estão unidas aos efeitos e os efeitos retornam às causas.

- *De un conocimiento que sólo ve las partes (reduccionismo) y otro que solo ve el todo (Holismo) al principio hologramático*

“O que destaca o aparente paradoxo em que não apenas a parte está no todo, mas o todo está na parte”. Está inscrito na ideia formulada por Pascal: “Não posso conceber o todo sem conceber as partes e não posso conceber as partes sem conceber o todo”.

OS TRÊS PRINCÍPIOS DO PARADIGMA DA COMPLEXIDADE

Morin apresenta o pensamento complexo como um edifício de vários andares, com base no qual existem três teorias relacionadas: a da informação, a cibernética e a teoria dos sistemas. No segundo andar, as ideias de Von Neumann, Von Foster, Atlan e Prigogine, que fundamentam uma das chaves para entender a complexidade, a noção de auto-organização, ou seja, a criação de ordem a partir da desordem, o relacionamento dialógico entre ordem / desordem / organização presente nos mundos físico, biológico e humano. Morin propõe três princípios inter-relacionados para lidar com a complexidade:

- a. O ***princípio dialógico***: trata-se de manter a dualidade dentro da unidade, de associar dois termos que são complementares e antagônicos. Por exemplo, na reprodução biológica, onde existe o princípio transindividual da propagação das espécies e o princípio da existência individual. Dois princípios opostos podem então colaborar e produzir dinâmicas complexas.
- b. O ***princípio da recursão organizacional***: um processo recursivo aparece quando os produtos e efeitos são ao mesmo tempo as causas e os produtores do que os produz. Um exemplo disso é a dinâmica entre indivíduos e sociedade: a sociedade produz indivíduos, mas ao mesmo tempo os indivíduos produzem sociedade. Em outras palavras, “A sociedade vive para o indivíduo, que vive para a sociedade, sociedade e indivíduo vive para a espécie, que vive para o indivíduo e a sociedade” (Morin, 2003: 58).
- c. O ***princípio hologramático***: afirma que a parte está no todo e o todo está na parte, que o conhecimento aumenta das partes para o todo e do todo para as partes. Por exemplo, a própria célula contém toda a informação genética, que por si só permite a clonagem.

A consideração desses princípios e sua aplicação são refletidos de forma de permitir uma melhor visualização de suas implicações no diagrama a seguir, onde aparecem toda uma série de elementos relacionados à realidade na qual o ser se desenvolve (BRICEÑO e RIVAS, 2019).

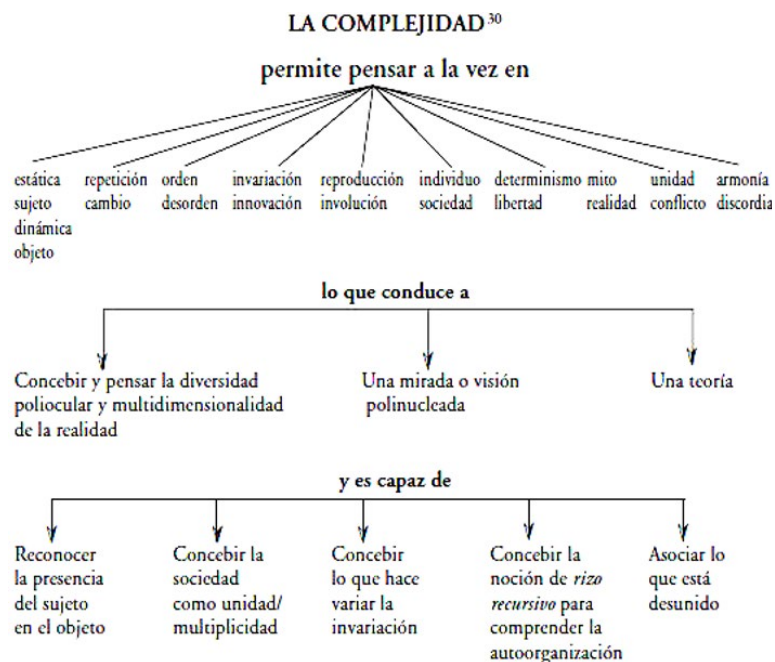


Figura.1 Diagrama de la complejidad y sus implicaciones en la realidad de desempeño del ser.
Fuente: Los autores

COMPLEXIDADE E EDUCAÇÃO

Há algum tempo, o ato educacional priorizou o aprendizado sobre o ensino. Embora seja verdade que não se pode parar de ensinar, tam-

bém é verdade que se privilegia a sala de aula, o ambiente universitário, a pesquisa, as revistas científicas, a educação a distância etc. como lugares excepcionais para aprender. Além do mais, somos todos atores no aprendizado. E essas certezas que temos da aprendizagem também permearam as bases epistemológicas das diferentes disciplinas.

E nessas avaliações da aprendizagem contextualizada, se tem dois predecessores que influenciaram o campo da educação, especialmente no nível latino-americano. O primeiro foi Jean Piaget, que propôs o paradigma cognitivo em que o sujeito conhecedor constrói seu próprio conhecimento em referência ao contexto que ele tem que viver. Assim, segundo Piaget, a educação consistirá em:

...criar homens capazes de fazer coisas novas, não repita necessariamente o que outras gerações fizeram: homens criativos, inventivos e descobridores. O segundo aspecto da educação é formar mentes que possam criticar, que possam verificar e não aceitar tudo o que lhes é oferecido. (apud HERNÁNDEZ, 1998 p. 192).

Nesta visão, o sujeito-aluno é um construtor ativo de seus conhecimentos a partir de seu contexto. Por mais positivo que essa abordagem tenha sido, percebermos que a aprendizagem se limita apenas ao indivíduo e que sua referência ao contexto é secundária.

O outro referente no campo educacional foi Vygotsky, que propôs o paradigma sociocultural com o qual ele tentou superar os estudos fragmentados de processos psicológicos superiores que não estavam relacionados entre si. Ele assumiu que a aprendizagem é um processo estritamente social, através do qual as ferramentas e as sinais culturais estão ligados. Assim, as metas educacionais serão construídas com base no que a cultura considera valiosa, entendida como alunos e professores como seres sociais produtos das interações socioculturais das quais fazem parte (RODRÍGUEZ, 2009, p. 104).

Em concordância com as ideias manifestadas e segundo Morin (2001; p. 17), na educação “estratégias deveriam ser ensinadas para enfrentar os riscos, o inesperado, o incerto e modificar seu desenvolvimento em virtude das informações adquiridas ao longo do caminho”. Então, segundo as considerações expressadas se tem que no pensamento complexo, as ações do sujeito são privilegiadas com idoneidade e ética, buscando sua realização pessoal e qualidade de vida, na abertura ao desenvolvimento social e no equilíbrio com o meio ambiente.

A complexidade, diferentemente do construtivismo cognitivo e do socio construtivismo, faz com que o indivíduo coloque seus conhecimentos e habilidades em vista da construção de um ethos que afeta significativamente a vida social, econômica e ambiental dos membros da comunidade.

Bem, mas que vinha acontecendo tradicionalmente? muito provavelmente segundo o referido por Quezada e Canessa (2008), a primeira estratégia do professor estava baseada em um olhar do processo educacional como se fosse uma expressão da Teoria da Informação de Shannon (1948), na qual existe um remetente, um receptor, um canal de comunicação e uma mensagem que se pretende entregar, evitando, tanto quanto possível, qualquer interferência ou ruído.

Portanto, a expectativa de sucesso baseava-se em transmitir o conteúdo da maneira mais eficiente, minimizando qualquer perturbação. Em segunda estadia, o professor percebe que os alunos não são meros destinatários, mas eles próprios desejam ou não receber as informações entregues pelo professor e aprendê-lo, então considera integrar outra variável mais do que é motivação, tanto em suas variantes extrínsecas (avaliações) quanto intrínsecas (avaliação individual e coletiva do conhecimento).

As estratégias do professor mostram a tendência bem disseminada de aplicar um paradigma de causa-efeito linear para

tentar entender os processos educacionais. Nessa lógica, existe um sistema simples que ao qual deseja-se entregar a maior quantidade de informações sem perda disso, à qual é adicionada mais tarde a variável motivacional, entre muitas variáveis que o educador poderia tentar integrar para ter uma melhor expectativa de sucesso. Então entra em jogo outra tradição relacionada à tentativa de incorporar o maior número possível de variáveis e controlá-las ao máximo para alcançar os objetivos educacionais propostos.

Essas estratégias que se tem referido, correspondem a um paradigma que tenta explicar um sistema que integra o máximo de parâmetros de observação e que tem como objetivo controlá-los para chegar aos resultados planejados. No entanto, ao não levar em conta a complexidade intrínseca do sistema, ou seja, essa explicação tenta complicar um sistema de uma perspectiva simples, mas sem entender toda a sua complexidade inerente.

No visum anterior, é necessário reconhecer que a complexidade de um sistema não está necessariamente vinculada ao número de variáveis que nele intervêm, mas está associada à existência de não linearidades, interações e múltiplos ciclos de feedback entre as variáveis. É verdade que, para descrever adequadamente um sistema, devemos considerar a maioria de suas variáveis; mas também é muito importante considerar a maneira como essas variáveis se relacionam entre elas. Isso pode ser ainda mais fundamental do que adicionar mais variáveis para tentar entender o sistema. A complexidade do fenômeno não está apenas no grande número de variáveis envolvidas, mas também na maneira como eles interagem.

Então em acordo com Quezada e Canessa (já referidos), sim sei considera os processos em sala de aula como expressões de comportamento complexo, também se espera que diferentes intervenções tenham resultados completamente diferentes, originados na sensibilidade dos sistemas e, principalmente, dos seres humanos.

Um exemplo diário pode ser intuitivamente observado quando um professor conduz a mesma aula em diferentes cursos, fazendo pequenas modificações (às vezes involuntárias) que mais tarde obtêm consequências diferentes em vários campos: desempenho, atenção, motivação, simpatia, etc. Portanto, o desafio é descobrir quais intervenções terão maior probabilidade de sucesso, dependendo dos objetivos estabelecidos pelo projeto educacional.

No entanto, não é menos verdade que os processos educacionais não se limitam apenas à sala de aula, mas se estendem muito além de seus limites físicos. Apenas como exemplo, ao analisar a motivação de um aluno, percebe-se que ele tem uma expressão individual, mas também depende da motivação que o professor pode promover, do envolvimento dos pais ou responsáveis do aluno ou, ainda, da importância que a educação tem para a comunidade em que o aluno está imerso. No entanto, nem seria apropriado adicionar mais e mais variáveis, mas apenas aquelas que são de real importância para modelar adequadamente o fenômeno, de acordo com os objetivos da análise.

Todo isto leva à necessidade urgente de encontrar as chaves para um educador que considere agir em correspondência com a nova perspectiva oferecida pelo pensamento complexo formulado por Morin (1999a) para a educação do futuro. O que quer dizer com uma visão multidisciplinar para apreender um ser multidimensional que desenvolva a atitude natural da inteligência humana, que não é mais nada que a localização da informação em um sistema de inter-relações que lhe dá a sensação de pertencer a todo, mas ao mesmo tempo revela a profundidade e razão das partes.

Não há dúvida, como expressado anteriormente, que os processos de produção, transferência e apropriação de conhecimento não podem ser abordados e explicados, mas que de uma perspectiva multidimensional. A mistura de múltiplos elementos, interações e

feedback indica a presença de complexidade, em um sistema aberto com capacidade de auto-organização.

A partir disso, a perspectiva dialógica deve ser incorporada ao estudo dos fenômenos educacionais, as diferentes visões antagônicas do mundo, dos processos implícitos e explícitos nas interações, do complexo diálogo entre equilíbrio e mudança, entre ordem e entropia. A visão dialógica também implica destacar a importância do diálogo entre as disciplinas. Ao mesmo tempo, o dialógico leva a considerar, tanto na atividade científica quanto nos processos que ocorrem na escola / universidade, a simultaneidade entre racionalidade e afetividade, entre razão e sentimento.

Também será necessário incorporar a perspectiva hologramática que implica relevar a importância que tem para a educação promover a conexão entre o global e o específico. “Isso envolve, por um lado, propor uma ciência que contextualiza os fenômenos em estudo e que, sem isolá-los de seu ambiente, contempla sua especificidade ...” (BONIL et al., 2004, p. 17).

Se querer quebrar esses paradigmas e caminhar em direção ao futuro visualizado a partir da complexidade, a partir do que existe, do linear, da simplicidade, à não linearidade, à circularidade, à emergência, à aceitação do outro. , isto é, desconstruir para construir novos pensamentos, dismantlar os erros, concentrar-se em estar, fazer, conhecer e viver juntos, para não afastar a incerteza.

Ideias às quais se somam as de não fragmentação do conhecimento, autocrítica e reflexão sobre o que é ensinado e a postulação do paradigma da complexidade em que as partes e o todo aparecem, sob os princípios dialógicos da recursão e holograma, constituindo parte de uma maneira inovadora de abordar os processos de produção do conhecimento, mas também os de ensino/aprendizagem.

A sua vez, a educação sopesando os princípios do conhecimento relevante de acordo com Morín (1999a), deve levar em consideração que o papel do conhecimento é apreciar o meio ambiente e suas relações de maneira abrangente e global, de modo que; sejamos capaz de identificar os objetos e aprender com eles e seu lugar na natureza, e superar o esquema de memória, supostamente objetivo, mas que, porque está carregado em nosso inconsciente, que "... tende a selecionar as memórias que nos convêm e rejeitar, até apagar, o desfavorável ... distorcer as memórias por projeções ou confusão ... "(p. 6) acaba sendo pouco confiável e inconveniente.

A educação também deve considerar que "o desenvolvimento da inteligência é inseparável da afetividade, isto é, da curiosidade, da paixão, que são, por sua vez, a competência da pesquisa filosófica ou científica" (MORIN, 1999a, p. 5).

Como disse Einstein por sua vez (citado por MÉNDEZ, 2014) "Não tenho nenhum talento especial, sou apenas curiosamente apaixonado", o que sugere o papel da curiosidade na educação e na criatividade do aluno. Além disso, o educador deve dedicar parte de seu esforço à identificação de tendências mentais (cerebrais) e predisposições dos aprendizes responsáveis de acordo com sua inteligência, o que mostra uma conexão franca com a teoria das inteligências múltiplas de Gardner (2001) e Armstrong (1999).

Nesta nova concepção, a incerteza não constituiria um problema para corrigir, mas a falta de certeza é considerada uma condição natural de todo conhecimento, de modo que verdades absolutas não podem ser ensinadas ou aprendidas porque não existem. Para Morin "... os princípios de estratégias devem ser ensinados a enfrentar os riscos, o inesperado, o incerto e modificar seu desenvolvimento em virtude das informações adquiridas ao longo do caminho. É necessário aprender a navegar em um oceano de incertezas através dos arquipélagos de certezas" (p. 46).

Morin declara que a verdadeira racionalidade é aberta pela natureza, dialoga com a realidade, opera entre lógica e empirismo, resultado de um debate entre ideias conflitantes, que reconhece a afetividade e conhece os limites da mente humana, não apenas é crítica, mas também crítica. autocrítica. Essa racionalidade não é exclusiva para cientistas e técnicos, mas para todos os seres humanos.

No aspecto educativo é preciso ter em mente de acordo com o que é manifestado por Bonil e Pujol (2005) que o paradigma da complexidade introduz novas dimensões na maneira de imaginar a formação do pensamento científico dos estudantes, orientando-o para a formação de um pensamento complexo e a linguagem necessária para expressá-lo e conforma-lo. Imaginar a ciência escolar a partir da complexidade também requer recuperar a ação sobre o meio ambiente de maneira mais radical e oferecer uma abordagem mais estratégica e, portanto, ecológica. Por fim, o paradigma da complexidade incentiva a recuperação do papel das emoções como elemento central no processo de construção do conhecimento científico.

Isso paradigma segundo os referidos autores entendem as disciplinas desde uma perspectiva não reducionista, na medida em que o relacionamento disciplinar ocorre da equidade, fugindo de toda a hierarquia. Desse ponto de vista, os fenômenos são constituídos como espaços de diálogo e formulação disciplinar. A dimensão das ferramentas de focalização foi adicionada às perguntas para uma disciplina específica. Por meio das perguntas, os processos de ensino-aprendizagem constituem viagens contínuas entre o global e o essencial, o transdisciplinar e o disciplinar. Nesse sentido, a dimensão hologramática da complexidade torna cada disciplina conformada como um espaço para o diálogo disciplinar em um processo contínuo diálogo entre pontos de vista.

Em quanto à introdução de modelos complexos na atividade científica escolar nos diversos níveis educacionais, os autores mencionados consideram a importância de:

- Tomar a interpretação de um processo como eixo da proposta didática, tomando como referência a relação entre o ser vivo, seu ambiente interno e o meio ambiente.
- Incentivar um diálogo contínuo entre perguntas interpretativas e descritivas.
- Incorporar explicitamente a natureza retroativa e multi-causal das flutuações entre os níveis escalares (macro-meso-micro).
- Introduzir explicitamente o acaso e a indeterminação nos modelos que explicam o caminho da vida seres vivos e as relações escalares que nos permitem interpretar os processos da vida.
- Localizar continuamente os fenômenos em um eixo temporal: antes, durante, depois.

A MANEIRA DE CONCLUSÃO

O que se quer quebrar é o paradigma de causa e efeito e caminhar em direção ao futuro visualizado a partir da complexidade, em direção do que existe, do linear, da simplicidade, à não linearidade, à circularidade, à emergência, à aceitação do outro, isto é, desconstruir para construir novos pensamentos, dismantelar os erros, concentrar-se em estar, fazer, conhecer e viver juntos, para não afastar a incerteza.

Ideias às quais se somam as de não fragmentação do conhecimento, autocrítica e reflexão sobre o que é ensinado e

a postulação do paradigma da complexidade em que as partes e o todo aparecem, sob os princípios dialógicos da recursão e holograma, constituindo parte de uma maneira inovadora de abordar os processos de produção do conhecimento, mas também os de ensino-aprendizagem.

Como afirma Morin, essa teoria da complexidade é uma aventura, um ponto de partida que exige de nós para se elaborar. Aspira a um conhecimento multidimensional que busca não apenas explicar, mas também entender, não apenas distinguir, mas também articular e fazer o diálogo antagônico. O desafio não é fácil quando se trata de algum fenômeno da realidade. No caminho para superar e dialogar corremos o risco de perder o foco, mas, ao mesmo tempo, esse exercício de vincular as diferentes camadas e dimensões de um fenômeno nos fornece uma imagem que reflete ainda mais a complexidade de a realidade.

O mais interessante que Morin nos deixa é a estratégia que ele propõe para mudar a aparência e colocar os óculos que nos permitem contemplar a complexidade: a) revelar-se contextualizando todos os pensamentos, sabendo que toda ação entra em jogo com uma série de interações que pode desviar-se de seus fins; b) ter uma estratégia que busque incessantemente informações e esteja disposta a fazer ajustes ou abandonar a estratégia em função das coincidências que estão no caminho, ou seja, ter cintura de forma em zigue-zague e, finalmente, c) não esquecer que esta é sempre uma aposta otimista para o futuro.

Orientar o trabalho educacional a partir do paradigma da complexidade contempla de acordo a Bonil e Pujol (já referidos) considerar uma perspectiva ética que lhe confere uma dimensão de escolha ideológica.

- Uma ciência escolar que contemple a complexidade pode ser conceituada e caracterizada. Acrescenta aos princípios

genéricos das contribuições da ciência escolar do paradigma da complexidade.

- Assumir complexidade envolve enfrentar o desafio de entender os fenômenos do mundo como sistemas complexos. Isso requer uma forte reflexão conceitual que permita aos professores realizar uma transposição didática que facilite levar os alunos aos princípios do paradigma da complexidade.
- Uma educação científica que assume complexidade está situada, sem perder sua identidade, na necessidade de dialogar com outras disciplinas, elaborando estratégias que facilitem esse diálogo. Ele coloca o desafio de criar uma ciência que ajude a ver o mundo sem perder de vista sua globalidade e, ao mesmo tempo, da globalidade, detectar aquelas questões específicas da ciência.

Algumas das ideias aqui expressas fazem parte do desenvolvimento do projeto de pesquisa em andamento na Universidade Federal do Rio Grande (FURG), especificamente no Mestrado Profissional em Ensino de Física (MNPEF - Polo 21), onde professor Briceño trabalha.

REFERÊNCIAS

ARZUSA, T. *El Rol Docente en la Complejidad de la Praxis Socio Discursiva en Ambientes Virtuales de Aprendizaje: Perfilando La Ruta*. Congresso Ibero-americano de Ciência, Tecnologia, Inovação e Educação. ISBN: 978-84-7666-210-6 – Artículo 55. 2014.

BONIL, J e PUJOL, R. La Aventura de Integrar la Complejidad en la Educación Científica de la Ciudadanía. *Enseñanza de las Ciencias*, 2005. Número Extra. VII Congreso. Barcelona. (España). 2003.

BRICENO, J e RIVAS, Y. *Enseñanza y Aprendizaje de la Física su Complejidad y Realidad Evolvente*. Estrategias de Enseñanza/Aprendizaje desde El CRINCEP. Pimenta Cultural, São Paulo – SP. (Brasil). 2019.

BONIL, J.; SANMARTÍ, N.; TOMÁS, C. e PUJOL, R. Un nuevo marco para orientar respuestas a las dinámicas sociales: El paradigma de la complejidad. *Investigación en la Escuela* N° 53. p.p. 10-20, Sevilla (España). 2004.

HERNÁNDEZ, G. *Paradigmas en Psicología de la Educación*. México: Paidós. 1998.

FLORES, José Humberto. *Revista Diálogos* No. 07, febrero 2011 (UDB). <http://www.redicces.org.sv/jspui/handle/10972/2048?mode=full>. 2011

MÉNDEZ, M. Caminando hacia el futuro: hacia una Educación Compleja. *Itinerario educativo* ISSN 0121-2753 • año xxviii, n.º 64 • Julio - diciembre • p. 231-24. 2014.

MORIN, E. *La mente bien ordenada*. Barcelona: Editorial Seix Barral. 2000.

MORÍN, E. *El Método I*. La naturaleza de la naturaleza. Madrid. Cátedra. 1993.

MORIN, E. *Los siete saberes necesarios para la educación del futuro*. UNESCO: Paris (Francia). 1999a.

MORIN, E.; CIURANA, E. R. y MOTTA, R.D. *Educación en la era planetaria*. Gedisa Editorial: Barcelona (España). 2003.

PAZCAL, B. *À Euforia Perpétua*. Brasil. Editora: Difel. 2000.

PUJOL, R.M. *Didáctica de las ciencias en educación Primaria*, Madrid, Síntesis. 2003.

QUEZADA, A e CANESSA E. *A complexidade dos processos educacionais em sala de aula*. Educar, Curitiba, n. 32, p. 103-119, 2008. Editora UFPR. 2008.

RODRÍGUEZ, M. *Educación para la Transformación*. Sophia, Subjetividad: consideraciones desde la filosofía de la Educación, 7, pp. 93-118. 2009.

SHANNON, C. E. A Mathematical Theory of Communication. *Bell System Technical Journal*, v. 27, p. 379-423, 1948.

UGAS, G. *La Complejidad: Un modo de pensar*. Taller Permanente de Estudios Epistemológicos en ciencias Sociales. San Cristóbal del Táchira, Venezuela. Lito-Formas. 2008.

3

Ally Rafael Mendoza Rondón

TEJER PARA LA COMPLETITUD Y LA REDIMENSIÓN HUMANA: complejidad, mestizaje y diálogo cultural

DOI: 10.31560/pimentacultural/2021.004.92-117

RESUMEN:

La complejidad amanta los cimientos del nacimiento de América Latina y los aspectos esenciales que bullen pertinazmente su dinámica bio-antropo-cósmico-social, de aquella América re-configurada por sus contextos evolutivos de tensiones y distensiones entre simbiosis postizas y culturas mestizas que tratan de resguardar sus perfiles identitarios pero concatenados en sus deformidades, vistas hoy en día tal nuevas re-formaciones, más re-significaciones simbólicas manifiestas en elucidaciones relacionadas con un pensamiento consciente latinoamericano y del Sur. Por esta razón queremos reflejar el desasosiego de argumentar, por medio de la visión del pensamiento complejo y su quehacer transdisciplinario, el re-encuentro de la subjetividad del sujeto con la vida misma en una franca re-conexión desde la poética pregonada por Morín y dentro de nuestras propias realidades, en las cuales los hombres convienen con el entorno en un contrato afectivo y socio-cultural.

PALABRAS-CLAVE: Complejidad; Mestizaje; Transdisciplinariedad; Cultura; Pensamiento complejo.

INTRODUCCIÓN

En el universo del conocimiento se nos han presentado una serie de herramientas que por tradición vienen acompañando teorías ya desgastadas por el mismo temporal, dejando en el camino conjeturas y especulaciones, gracias a la renovación de los saberes y a una revolución filosófica con adiciones de elementos presentes en las nuevas etapas del quehacer investigativo.

Así la camisa de fuerza dejada como artilugio de la sapiencia educativa y científica por los antiguos estudiosos, hoy es encarada por las propuestas intelectuales que ahondan hacia senderos de lo polifacético y diversos ámbitos de una realidad con cabida a lo complejo, transdisciplinario y pluridimensional.

Retrocediendo un poco, uno de los pensadores representativos de la antigua escuela severa y rígida es el filósofo francés René Descartes, a partir de sus teorías y discurso del método enfrasca el pensamiento libre a través de un sistema organizado basado en el principio de llegar a una “verdad”, igualmente de la objetivación y rigor analítico, cuestión que ha pretendido adueñarse, con resultados sujetos a la disciplinada técnica, de la naturaleza humana y los fenómenos contiguos, mientras lo social, la cultura, la política, lo antropológico –por ejemplarizar– en general, incitan a la búsqueda de la contextualización de cualquier información o idea, que no desuna los saberes.

En torno al caso, fueron centenares de años de dominio racional cartesiano, del canon frente al cual aún deben confrontarse todos los saberes que aspiran a ser ciencia, y juzgantes de las culturas por su “desarrollo” tecnológico, pero todas las áreas en donde se aplica: ciencia, humanidades, sociología, educación, entre otras, están teniendo revoluciones que nos están llevando a ver la realidad en otros formatos. Somos un sistema complejo dinámico, que se

mueve incesantemente y es necesario dejarlo abierto para que todo aquel que lo anhele, cambie su estructura, “El desmontaje de este viejo paradigma es una condición básica para transitar la vía de una perspectiva transdisciplinaria”. Enfatiza Lanz, (2010).

Ahora bien, tal y como hemos visto en el preámbulo del debate transdisciplinar de la formación “multiversal” recorreremos una etapa importante para el desarrollo del investigador, donde las actividades de aprendizaje, en especial las presentes, están estrechamente vinculadas entre sí, por tal motivo bordearemos en la estructura, elementos importantes que nos adentren en propias elucidaciones en cuanto a la complejidad, sus elementos, la investigación transdisciplinaria, pues son parte de un todo, tomando en cuenta la propuesta integradora del pensamiento complejo y substancial de Edgar Morin.

En tal sentido, será la utilización de criterios abiertos y flexibles, admitiendo un atrevimiento inclusivo, deseando en lo posible la más alongada separación con los juicios tradicionales positivistas y que de alguna forma encierren lo fresco de una novedosa tendencia. Aquí se exterioriza dimensionalmente, y es imperante, que la cultura, por ejemplo, no existe por fuera de los sistemas, sino forma parte de un *complexus* y resultado de las interpenetraciones entre símbolos y acciones de diversas redes; unas nuevas circunstancias para la interpenetración sistema/entorno, tomando en cuenta, en el caso de los sistemas culturales, el establecimiento en sus procesos de zonas de selección cada vez más complejas no visibles desde las formas tradicionales de observación, implícito si lo vemos en sus distintas reciprocidades bio-histórico-antropo-políticas-sociales en el caso referido en el presente texto de la complejidad y mestizaje en Suramérica.

De nuevo referimos a Lanz (2010, p.19) quien inscribe que otro modo de pensar convoca –por su magnitud y envergadura– a un amplísimo movimiento intelectual pensado en la clave de una “política de civilización” (citando a Morin). “... los asuntos cambian de registro.

Las preguntas son otras... Esa es la agenda donde se pasa la prueba decisiva de alguna aportación trascendente...”.

PENSAMIENTO COMPLEJO: EL ANTI MÉTODO Y LA CONTENCIÓN CIENTÍFICA

En la segunda mitad del siglo pasado y más marcadamente en las últimas décadas, comienza a florecer una auténtica revolución científica, protagonizada por grupos de investigadores atrevidos a encarar la idolatría presente en las formas rígidas, insaboras, lineales y cerradas del tradicional pensamiento cartesiano y positivista. Aquel racionalismo que ignora los seres, la subjetividad, la afectividad y por ende la vida.

En lo esencial la nueva era científica intenta desplazar la hegemonía de la investigación clásica dando entrada al pensamiento complejo, un pensamiento fresco, inclusivo y que a su vez ostenta una propuesta para la reforma del pensamiento, con la misión de integrar o incluir los saberes dispersos. Se convierte en la exhortación paradigmática de conectar lo conjunto, aporta lo proveniente de las distintas ramas.

Vinculado a esto, Edgar Morin, el mayor agitador del nuevo pensamiento aporta con *El Espíritu del Valle* (MORIN, 1993. p, 37-38) un recurso que denota la postura epistemológica abierta hacia todos los caudales del conocimiento humano y adoptada como punto de partida para la construcción de un método de pensamiento que permita manejar, de una forma nueva, el conocimiento humano, superando el aislamiento y la fragmentación que lo caracteriza. “Este libro parte de la crisis de nuestro siglo y vuelve sobre ella” (ibid.).

Cabe señalar que Descartes estableció los cuasi eternos presupuestos básicos de la ciencia disciplinaria, los cuales han permanecido instaurados habitualmente en los cánones de

racionalidad occidental, trayendo la dislocación o desunión del conocimiento, además es un método propuesto de génesis propia, personal, autosuficiente, y hasta egoísta; serán las reglas positivistas que reducen el conocimiento a lo observable en el establecimiento de hechos y nexos entre éstos. La teoría se reducía a un simple instrumento de sistematización sin abrirse a la posibilidad de mundos desconocidos. Dice Delgado (2012, p. 7) que si buscamos cualquier obra que estudie la ciencia, el método científico aparece como una constante, es una forma de objetivación que permite distinguir las suposiciones y creencias, de aquello que puede ser objetivado, es decir, excluyendo al sujeto que produce el conocimiento. En todo caso, el investigador cartesiano es dueño imponente de la formalidad de las reglas clasificatorias e indicadores confiables, con la seguridad de no incurrir en omisiones, como lo mencionan en algunos de sus principios, así el método cartesiano se presenta como un conjunto de pasos a seguir por quienes quieren conocer la “verdad” y su definición encierra un criterio de la misma. “Para la investigación de la verdad de las cosas es necesario el método”, escribió Descartes (1968, p. 7).

Además, después de tres siglos sigue, incluso en las universidades más prestigiosas y modernas, siendo este paradigma mecanicista, la autorización científica constante de la cultura exploratoria universal. Es un racionalismo que ignora a los seres, la subjetividad y la afectividad.

En efecto, podemos reconocer que en el desarrollo de la ciencia desde el siglo XVII, el conocimiento científico se erigió en patrón normativo de conocimiento y paulatinamente desplazó otro tipo de saber, hasta constituirse casi exclusivamente en representante único y legítimo del saber humano. También sabemos que el lenguaje de la ciencia se ha distanciado cada vez más del “mundo de la vida”, del universo, de la realidad, reconociéndose en un lenguaje técnico, cerrado, monopólico y entendible cada vez más por muy pocos.

Evidentemente, fueron centenares de años del dominio de la racionalidad cartesiana, del canon frente al cual deben confrontarse todos los saberes que aspiran a ser ciencia y juzgantes de las culturas por su “desarrollo” tecnológico, pero todas las áreas en donde se aplica, entre ellas las mismas ciencias, humanidades, sociología, educación, están teniendo revoluciones, que nos están llevando a ver otras realidades. Somos un sistema complejo que se mueve incesantemente y es necesario dejarlo abierto para que todo aquel que lo anhele, cambie su estructura. Debemos encontrarnos con el conocimiento renovado, pues provee valor, debido a las novedosas interrelaciones construidas.

Sumado a lo expuesto, el modelo científico investigativo nacido luego del Renacimiento sirvió de piso para los avances científicos y tecnológicos de los próximos años. No obstante, el estallido de los conocimientos, de las disciplinas y especialidades o de los puntos de vista que se han dado en el siglo XX y principio del XXI, como la reflexión epistemológica, encuentran el modelo tradicional insuficiente, sobre todo, inhibidor de lo que podría ser un verdadero progreso, tanto particular como integrado, de las diferentes áreas del saber, entonces estaríamos hablando de abandonar la ciencia determinista, lineal y homogénea para presenciar el surgimiento de una nueva conciencia, la de la discontinuidad, la no linealidad, de la diferencia.

Así pues, las nuevas tendencias en la ciencia moderna, que han tomado el reto de examinar estas propiedades con una aproximación más allá de la reduccionista, se enmarcan en una ciencia y tecnología. La teoría de sistemas tiende a generar un punto de vista particular, un pensamiento sistémico. Se concibe al mundo como un haz de pautas de comportamiento interrelacionadas que se desarrollan dinámicamente. La atención del investigador familiarizado con la teoría de sistemas se dirige a las interconexiones, las causaciones y los vínculos recíprocos, las retroalimentaciones.

Aquí el hombre actual, no niega los descarríos de la razón, tampoco de los saltos abruptos y los impulsos que capitanean la historia de la humanidad. Como sabemos el conocimiento tradicional, trató de orientar hacia la coherencia y la confianza plena de la razón, usarla como herramienta de orden y progreso, darle uso en el control y dominación. A través de la ciencia se buscaba con perseverancia y firmeza, la “verdad” escondida dentro de los hombres.

De la misma forma, la nueva era científica pretende desplazar la hegemonía de la investigación clásica, dando entrada al pensamiento complejo, un pensamiento fresco, inclusivo y que a su vez ostenta una propuesta para la reforma del pensamiento, con la misión de integrar o incluir los saberes dispersos, aunque es innegable el soporte, de alguna manera de los aportes clásicos, pues son parte de las bases positivas o negativas para la interpolación investigativa.

A todo esto, la crisis de la idea “ciencia disciplinar” como referente esencial en la formulación de los contenidos tiene que ver con la revalorización del conocimiento metadisciplinar que se produce al hilo de la emergencia de una nueva perspectiva ontológica y epistemológica. En ese sentido, la reconstrucción crítica y el enriquecimiento del conocimiento cotidiano, en el sentido de complejizarlo, que venimos proponiendo, se relaciona con un cambio de paradigma, “... el paradigma científico-filosófico de la simplificación, el paradigma mecanicista, hasta ahora predominante, ha entrado en crisis (MORIN *apud* GARCÍA, 1998).

Por consiguiente, este paradigma simplificador se caracteriza por la disyunción del saber, tanto en el conocimiento científico que se compartimenta en múltiples disciplinas, como entre el conocimiento científico y otras formas de conocimiento, de forma que nuestra cultura se disocia en intelectuales que especulan arbitrariamente (la cultura humanista y filosófica) y científicos muy especializados que rechazan las ideas generales por creerlas huecas –la cultura científico-técnica–. (ibid.).

De similar manera, si hablamos de cultura, esta no existe por fuera de los sistemas, sino, que se le considera desde su interior como un sistema complejo resultado de las interpretaciones entre símbolos y acciones en los diversos sistemas, a sabiendas que la observación de las acciones empíricas no se hace con propósitos de verificación, sino de las acciones, como el entorno del sistema simbólico, generando nuevas contingencias y la consiguiente necesidad de elección ante las nuevas circunstancias autoproducidas como sistema/entorno.

LA COMPLEJIDAD Y LOS ESPACIOS CULTURALES

Continuando con el planteamiento renovador, los sistemas culturales establecen en sus procesos, zonas de selección cada vez más complejas, que no son visibles desde las formas tradicionales de observación, pues desde éstas, se ven los procesos como desviaciones de aquello considerado como aceptado, y a la variabilidad renovada en las contingencias como una destrucción del centro orientador del sistema; en cambio, desde una teoría de los sistemas descentrados, la complejidad cultural las observa como zonas de selección, con nuevas posibilidades, y su sistematización ofrece vías de libertad en las relaciones culturales.

Al mismo tiempo, es interesante mencionar que a través de la epistemología de la complejidad propuesta por Morin se intenta constituir una influencia que incite e implique pensar el conocimiento como producto de la interacción entre el ser humano, la sociedad, la vida y el mundo. Dice el francés “por ser el acto de conocimiento a la vez biológico, cerebral, espiritual, lógico, lingüístico, cultural, social, histórico; el conocimiento no puede ser disociado de la vida humana y de la relación social” (MORIN, 1994). El conocimiento no puede ser disociado

de la vida humana ni de la relación social. Escuchamos de nuevo a Morin (ibid.), “el conocimiento es peninsular no insultar, debemos volver a unirlo con el continente del que forma parte, para su exploración”.

Entonces, estas premisas revelan la vitalidad de la cultura nutrida con los saberes renovados de los pueblos. Un ser quien se considere sabio, en términos de un saber total, es decir, cree saber todo sobre algo desde el punto disciplinal, estará condenado a la muerte intelectual y evitará que la cultura de su pueblo se renueve. La cultura basa su saber en la tradición, pero una tradición renovada y revitalizada donde la cultura y los seres que la construyan sean libres y posibiliten la evolución de la sociedad. Esta libertad, buscada a través del saber, ha de ser mediada con el mismo para evitar quedar atrapados por la rigidez de las ciencias. Cuando la educación no contribuye a esta libertad halla una contradicción por la instrumentalización de la cultura.

Podemos decir entonces que cada uno de los sistemas, podrían configurarse con sentido, ubicando en el entorno los demás sistemas y de esta forma, constituir sentido de realidad, construyendo estándares de normalidad cultural en contraste con las realidades de los otros sistemas, una novedosa forma de insertar el tema desde la complejidad. ubrayemos que la cultura “...se reproduce en cada individuo y mantiene, por generación y regeneración, la complejidad individual y la complejidad social. La cultura constituye de este modo un capital cognitivo, técnico y mitológico, no innato”, Morin (2003, p. 36).

Asimismo, la cultura como conjunto de modos de vida y costumbres de una época o grupo social cimienta sus bases en las condiciones bajo las que fueron formadas las personas de dicho grupo, por ello, la cultura implica un necesario autoconocimiento individual y social que dé cuenta de la comprensión que cada grupo tiene sobre sí mismo.

En la misma forma, la cultura va más allá de la formación en el talento y se orienta hacia las actuaciones de los educandos en el mundo

social. Por ello en los procesos formativos, la cultura no fragmenta lo humano, más bien, totaliza las acciones internas de los grupos, potencializa sus dimensiones estéticas, éticas y morales y con ellas construye escenarios donde se posibilita una cultura pertinente con cada sociedad.

Cabe mencionar que la cultura no es una sola, varía dependiendo de las sociedades existentes. No es lo mismo hablar de la cultura oriental que de la cultura occidental, más aún en la complejidad o pensamiento complejo. A pesar de que ambas son culturas, cada una de ellas crea y desarrolla rasgos característicos que las distinguen de las demás. Por esta razón Morín argumenta que “la cultura constituye la herencia social de lo humano, las culturas alimentan las identidades individuales y sociales, en lo que éstas tienen de específico. Esta es la razón por la que algunas culturas pueden mostrarse incomprensivas respecto de otras culturas, e incomprensibles entre sí” (Morín, 2003, p. 69).

Sumado a lo expuesto, cada cultura desarrolla códigos que la diferencian y la asemejan a otras culturas, por ende, hay un sentimiento de contraposición entre ambas. Así, el individuo que pertenece a una cultura puede reafirmar o modificar su personalidad, por tanto, su identidad, a partir de la comparación, diferenciación o búsqueda de semejanzas con otras culturas.

Así pues “somos semejantes por la cultura y diferentes por las culturas. Lo que permitiría que la comprensión provoque la incomprensión entre culturas (...). Lo mismo ocurre entre individuos: somos incapaces de comprendernos en tanto que no vemos sino la alteridad y no la identidad” (MORÍN, 2003, p. 70). Cada individuo crea su propia identidad y, por ende, su propia cultura, esto induce que los actores sociales de una misma cultura creen una identidad, definiéndola y defendiéndola ante los otros.

Debe señalarse que la organización disciplinaria es la manera como están organizados esos conocimientos humanos procedentes

de la cultura. Así se piensa la organización disciplinaria, como producto autónomo influyente en la cultura generadora, produciendo a su vez cambios entre las relaciones de sus componentes. Considera Morin que el capital de dicha cultura es: cognoscitiva, técnica y mitológica. “La organización disciplinaria del conocimiento es una solución específica, históricamente específica, culturalmente específica, de la relación entre los componentes de la cultura. La organización disciplinaria está condicionada y limitada por la cultura y ésta a su vez condiciona a la organización disciplinaria”. (DELGADO, 2012).

COMPLEJIDAD, MESTIZAJE Y SURAMÉRICA

Entre esas relaciones complejas bio-antropo-cósmicas-sociales e históricas-culturales, la participación de las potencias europeas en los procesos de la colonización y conquista de territorios habitados por distintas tribus marcan extremadamente al ser sudamericano, estableciéndose una sociedad mixta, que en el proceso de mestizaje da vida a una civilización diferente en relación a cada una de las razas que originariamente residían en los territorios del continente americano.

Sobre el asunto, el gran impacto de este encuentro, según Jesús García (2006) fue la primera globalización perversa de la humanidad. En las vecinas islas del mar Caribe se efectúa ese primer “tropezón” de la cultura europea con la aborígen y que posteriormente se extiende hacia otras regiones del llamado por los “descubridores”, Nuevo Mundo.

Si bien es cierto, definitivamente, el Caribe fue lugar donde se encontraron los dioses del universo con sus cosmologías, mitos, significantes y significados que ciertamente marcharon paralelamente y en plena colaboración, aunque en ocasiones una pugna o relación de dominantes y dominados, dolorosa y amorosa o mejor dicho según

la escuela antropológica funcionalista americana, se presenta un sincretismo. Lo sagrado y lo profano.

El ser humano por medio de su imaginación y pensamiento, se impulsa con sus emociones y vuelca hacia un mundo externo, ese otro mundo oculto a los ojos, transformándolos en objeto, en naturaleza humanizada. Optan al encuentro de las energías ancestrales. Para Morin (2011, p. 4-5) se provoca “una nueva y amplia problematización al mezclar las herencias culturales mediterráneas con las herencias culturales africana y sudamericana sobre conciencia ecológica, solidaridad, saberes sobre el mundo mineral, vegetal y animal...”.

Llama la atención, el escritor venezolano Arturo Uslar Pietri quien ha elaborado diversos ensayos, en los cuales su versión de esta tesis corresponde a un hilo conductor de sus estudios sobre la cultura latinoamericana. Su interpretación se basa en un esbozo de una teoría, o mejor dicho, de una filosofía de la cultura, en la cual podría reconocerse una lejana influencia hegeliana (GUTELLI *apud* RAS, 2005). La ley suprema del progreso cultural de la humanidad residiría en la apertura de las culturas al mestizaje con otras. Hay algunas semejanzas significativas con la versión de Vasconcelos, pero los protagonistas de su meta-relato no son las razas³ sino las culturas. Análogamente, así como las razas puras tienden a degenerar, las culturas que se cierran al mestizaje se harían abstractas y estériles

En relación, Uslar Pietri (1998, p. 65) ilustra que “La historia de las civilizaciones es la historia de los encuentros. Si algún pueblo hubiera podido permanecer indefinidamente aislado y encerrado

³ Para Stephen Jay Gould en “Racismo: Ideología del poder, poder de la ideología (2011), el término raza se discute hoy día reafirmandose en una condición de especie, es decir, una unidad biológica, cuyas diferencias como producto de la adaptación a las diferentes geografías y zonas climáticas del mundo. Normalmente dividimos nuestra propia especie en razas. Bajo las leyes de la taxonomía, todas las subdivisiones formales de las especies son denominadas subespecies. Las razas humanas, por consiguiente, son subespecies de *Homo sapiens*. Racismo: Ideología del poder, poder de la ideología.

en su tierra original, hubiera quedado en una suerte de prehistoria congelada”. Inversamente, las culturas o períodos más creativos de las culturas, corresponden a los de mestizajes más intensos: la Grecia clásica, el Renacimiento, España hasta el siglo XVI. Más aún, escritores europeos relevantes como Dante, Cervantes y Shakespeare fueron “grandes creadores de mestizaje cultural” (1998, p. 69). Se trata de una concepción organicista de las culturas, en la cual, aunque se diferencia el mestizaje cultural del biológico, las culturas, a su vez, son consideradas (como) organismos que pueden mestizarse.

Dentro de este orden de ideas, Morin visualiza al Sur como elemento de reconexión y de restauración. Reconecta al hombre de todas las latitudes con la poética de la vida y restaurar los valores perdidos debido a la “nortificación” que ha ido degradando a nuestras civilizaciones. Suramérica es un concepto geofísico, estático, y sin discusión alguna, pero “Así como el pensamiento complejo es aquel que reconecta lo que fue separado artificialmente, el pensamiento del Sur sería un pensamiento que reconecta, que reconoce, defiende y promueve las cualidades y la poesía de la vida “ como lo manifiesta (MORÍN, 2011, p. 11).

De hecho, Sur América está signada históricamente por una pugna cultural donde una cultura, ocupando una posición favorable y en un acto de incautación, impuso dogmas y valores a otra, religión, folklore, música, habla y perspectivas del universo que le rodeaba entre innumerables elementos. Esa lucha a fuerza que estigmatiza lo incipiente del continente americano se encuentra en el epicentro del individuo que habita estas tierras y pareciera que ha contribuido a reforzar y multiplicar la evolución histórica. Y Morín (2011, p. 15) apunta: “La misión grandiosa y universal del pensamiento del Sur es guiar a la Humanidad hacia la metamorfosis y no hacia la muerte”.

En el Sur la sombra de la memoria cultural termina por opacar la historia misma, la admiración o simpatía por la cultura y el discurso oficial

foráneo, en menoscabo del componente histórico-cultural, muestra que la memoria social actúa sólo en el plano del inconsciente colectivo, agitado más por el instinto que por la razón. De otra manera no sería explicable.

Ahora bien, la combinación étnica y cultural entre los pueblos europeos, originarios y nosotros, se complicó elevando a tragedia el contacto humano, trayendo accidentes endémicos y presión a sus representaciones propias de identidad. A lo largo de los siglos, la cultura autóctona sureña, aceptando una mirada estereotipada impuesta por la civilización europea, ha visto lo que creen es un espejo con imágenes despreciables. Los mestizos de un joven continente son discriminados por un aparato hegemónico cultural, parecen cabalgar entre la resistencia al prejuicio y la aceptación de su inferioridad e identidad ilegítima.

De nuevo citamos a Morín:

La misión del pensamiento del Sur: restaurar lo concreto, la existencia, lo que existe de afectivo en nuestras vidas. Restaurar lo singular, integrarlo en lo universal concreto que conecta la unidad a la diversidad, restaurar lo contextual y lo global, restaurar las solidaridades concretas, como la solidaridad planetaria. Queremos una mundialización de solidaridad y de comprensión, una religión de la fraternidad humana... (2011, p. 12)

Sin embargo, los etnocentrismos y tradicionalismos de cada grupo crearon rechazos serios desde el comienzo para la evolución pacífica de la nueva población étnica y culturalmente híbrida, sino que surgieron de inmediato relaciones de violenta dominación de los grupos occidentales, tecnológicamente mejor dotados y de mayor energía. Aun pasa. (RAS, 2005, p. 22). El tema del mestizaje atravesará toda la historia cultural de las Américas y asienta sus raíces en la misma acción del supuesto "Descubrimiento". La operación civilizadora de los españoles con respecto a las poblaciones indígenas que representaban y siguen representando en muchas ocasiones, la encarnación de lo bárbaro.

PENSAMIENTO REDIMENSIONADO

Volviendo la mirada hacia atrás, en vía de una actividad transdisciplinaria y productiva es necesario establecer un metanivel en común. El fenómeno representa un acto de comunicación transcultural. Tomlinson (2001) define la hibridación como: “El creciente tráfico entre culturas que origina la globalización indica que la desaparición del vínculo entre cultura y lugar viene acompañada por un entrelazamiento de estas prácticas culturales desarraigadas, que producen nuevas y complejas formas híbridas de cultura” (pág. 25).

Creemos entonces que el debate actual seguirá siendo el cuestionar las formas tradicionales, cerradas, lineales y desfasadas, las cuales han dejado a un lado al sujeto y desconocido ante su entorno, perteneciendo siempre como elemento vivo, social, y por ende parte de un sistema o sistemas. Sería así actuante la naturaleza redescubierta, un pensamiento redimensionado y la restauración del mundo, no solo la perspectiva transdisciplinar sino como diálogo de saberes. Es la revolución científica llena de cambios sustanciales.

Es entonces, como manifiesta Delgado:

La otra parte de la revolución científica contemporánea, la que subyace, la que se encuentra oculta tras los cambios perceptibles...Una revolución que está cambiando nuestra comprensión del sentido y alcance del conocimiento y su relación con los valores humanos; las relaciones entre ciencia y moral, subjetividad y objetividad en el saber. Esta revolución modifica sustancialmente el lugar del conocimiento científico en el sistema del saber humano y conduce a la elaboración de un nuevo saber (2008, p. 5).

Es diáfano reconocer que a menudo en una civilización íntegramente tradicional, toda actividad humana, sea cual sea, posee un carácter al que se puede llamar sagrado, pues, por propia definición,

la tradición no deja nada fuera de ella; sus aplicaciones se extienden entonces sin excepción a todo, de manera que no hay nada que pueda ser considerado como indiferente o insignificante a este respecto, y, haga lo que haga el hombre, su participación en la tradición está asegurada de una forma constante por sus propios actos.

La cultura como proceso histórico-social hunde sus raíces en los orígenes y en el imaginario popular, y cada expresión forma parte consustancial de ella, siendo así la mitología y las tradiciones elementos fundamentales en el acercamiento en la cultura de un pueblo. Así, la cultura es compartida porque dentro de ella se fundan ideologías y creencias comunes que se comparten entre pares. Todos los aspectos culturales son compartidos por un grupo social que los dota de legitimidad, por lo tanto, los hace parte de sí mismo y de sus prácticas cotidianas, dando como resultado la transmisión de la cultura. Esto se construye como un círculo de comunicación-herencia donde la definición Parsoniana se vuelve cíclica y por lo tanto no para, avanza y se repite con el paso del tiempo.

Por su parte, Mead (1990) menciona que la cultura es el conjunto de formas adquiridas de comportamiento, formas hacen evidentes los juicios de valor sobre las condiciones de la vida, que un grupo humano de tradición común transmite mediante procedimientos simbólicos (lenguaje, saber) de generación en generación.

COMPLEJIDAD Y COMPROMISO SOCIAL

Sabemos por esto que el mundo actual es de gran manera incomprensible, a pesar de que la “ciencia” a generado una serie de aportaciones para el mejor vivir del ser humano, incluso de su entorno, concluyendo que nuestra existencia depende, la vida cotidiana, de la

utilización de aparatos tecnológicos, retoños de la investigación, pero también es cierto que otros tipos de pensamiento han respaldado al desarrollo del conocimiento y al progreso de la vida material y a lo contrario también, "... el uso del saber con fines militares destructivos, manipulación del conocimiento para el provecho de grupos reducidos..." (DELGADO, 2008, p. 27).

Estamos claros entonces en la forma de avances de la ciencia desde la aparición de importantes pensadores, quienes han dejado plasmado en la historia, modelos y formas de descubrimiento o más bien innovaciones de uso, en su mayoría relacionadas con temas impregnados de intereses originados por terceros: empresas, universidades, gobiernos e instituciones generosas, empero siguen estando alejadas en la mayoría de las oportunidades del investigador, fuera de su interés, al menos que contengan indicios personales de superación académica como tesis o trabajos de grado. Es voluntaria.

Recordemos que la investigación forma parte de un proceso social que produce conocimiento generalizable, renovando lo intelectual. En el contexto social es un proceso, posee dimensión cultural, que por lo general impone su manutención o financiamiento. Asimismo, debe existir una conducta regulada como proceso social que depende en buena medida del ambiente humano creado socialmente, éticamente o moralmente, por ende, bajo valores.

Revisemos que la investigación es una actividad reconocida. Hoy en día, cuando hablamos de la apertura de una sociedad del conocimiento, la atención debe ser imperiosa al caso, pues se revela que la producción de conocimiento es un factor decisivo a considerar como resultado de esa actividad del hombre para avanzar e indagar en el conocimiento de la naturaleza. No debemos olvidar, sin embargo, que la ciencia, como cualquier otra acción humana, debe someterse a principios, merced a los cuales alcanza su dignidad de operación específicamente del hombre. Estos principios o valores inspiran la

buena fe de las prácticas investigativas, a fin de que el evento científico deje en claro y propicie una mejor comprensión del mundo y la mejora en busca del buen vivir, estaría el deber ser.

Como mencionamos anteriormente el investigador se somete reiteradamente a tensiones provenientes de diversos intereses, por una parte, queda su personal motivación para abordar objetos de estudio, para obtener resultados exitosos que repercuten en una generación de respeto o crédito entre sus colegas. Por el otro, la coacción de los patrocinadores que esperan favorables deducciones. Y, por último, las organizaciones que presionan a los pensadores para que publiquen regularmente y busquen fuentes de subvención, al igual que contratos generadores de ganancias monetarias. Estas presiones generan trances de intereses que afectará en el comportamiento de la investigación.

La idea debe ser encontrarnos con una investigación con conciencia, para lo cual el discernimiento es sumamente trascendental al momento de aceptar formar parte de un equipo o simplemente atender el llamado en pro de los avances del conocimiento en general. El investigador siempre estará comprometido con el desarrollo colectivo, de sus ideas u objetivos tiene que asumir, por tanto, las responsabilidades que conlleva lo ubican en la determinación de embutirse en el problema para entenderlo, reconocerlo y activar lo necesario para emprender tan delicada empresa. El llamado tiene el nivel de responsabilidad para asistir al respaldo del patrocinante, siempre y cuando esté en lo preceptos de bienestar social.

Quien investiga debe comprometerse a atender las demandas de conocimiento o colaboración planteada explícitamente a terceros, pertenezcan a entidades públicas o privadas, y algunos de esos principios en tomar en cuenta es llevar a cabo una investigación desarrollada en los aspectos serios del conocimiento hacia el bienestar colectivo, abarcando los aspectos morales y científicos, desde su lado científico serán los puntos para encontrar conocimiento o mejorar el

estado de las cosas, por el otro, sin obviar su objetivo, debe tomar en cuenta las consecuencias o aminorar inconveniencias exteriores.

Llegando a este nivel nos encauzamos en el término derivado del pensador Edgar Morin (2006), “Responsabilidad Social”, pues es imprescindible abandonar los enfoques simplistas de la acción que acompañan a las éticas tradicionales centradas en el Bien o en la Justicia, y empezar a adoptar un paradigma complejo de la acción. La Responsabilidad Social es una política de gestión específica que nos exige gestionar los impactos de las acciones individuales y colectivas generadas en la trama compleja conjunta.

Por esta razón, gracias a los extraordinarios estudios de Morín sobre el pensamiento complejo, es posible ahora concebir un puente entre ética y gestión, definiendo a la ética en términos de “Sostenibilidad”, y a la gestión organizacional en términos de Responsabilidad Social. El principio fundamental que permite pasar de una visión simple de la acción a una visión compleja es el principio de la “ecología de la acción”.

Por consiguiente, la ciencia y sus investigadores, como la búsqueda del conocimiento, son y deben ser por principios, enemigos del fraude. Sin embargo, cabe la posibilidad de desviaciones en la actividad de los investigadores, buscando fama o méritos inmerecidos, o incluso en algún caso, beneficios económicos personales o institucionales. La ciencia debe estar al servicio de la comunidad humana.

Menciona Torre y Navarro (1990, p. 25), “la ciencia puede tener valor por la ciencia misma, la investigación por la investigación misma, porque todo eso a la larga suele ser beneficioso para los seres humanos. Insisto en el servicio de la comunidad humana no en los intereses particulares de un grupo o de una clase social exclusivamente”. La ciencia puede también comercializarse, la ciencia puede convertirse en instrumento de destrucción o de disolución social.

Acotamos, parafraseando a (BRITO, 2011) que la investigación es un proceso riguroso, intenso, cuidadoso, sistematizado en el que se busca resolver problemas. La estructura y esencia que da forma a la investigación es en gran parte la historia, fusionando los principios y métodos de investigación documental; dándonos así, una investigación rica en conocimientos, reflexión e innovación, que a la par nos da elementos para adentrarnos en el estudio del problema, de esta manera llegar a proponer alternativas de solución al problema.

La adhesión o defensa de formulaciones teóricas a priori y/o conclusiones científicas no deben expresarse dogmáticamente, sino que deben respetar el derecho de sobre vivencia según las propias ideas. Se debe criticar aquello que nos parezca incorrecto, lo cual además constituye un deber.

Hay luces como Edgar Morín en (LE MOIGNE, 2005) que despiertan en la novedad e inclusión de un punto de vista revolucionario y tentador para el conocimiento humano y él apunta hacia el replanteo de la reforma del entendimiento, caracteriza por la integración de un pensamiento reduccionista y lineal en un pensamiento complejo, multidimensional y religante, simbolizando la voluntad de una humanidad responsable de su proyecto civilizador y solidario con este “pobre pequeño planeta, nuestra Tierra-Patria, apelando a la buena fe de un “científico-ciudadano”. Debe ser orientado a un “humanismo planetario”, toda investigación está, más allá de otras intenciones, en el marcar de un destino colectivo. Por otro lado, cada investigación es particular, tiene lugar en un contexto cultural concreto y un entorno local.

Así Morín (LE MOIGNE, 2005), ha explicado “el enlace existente entre el conocimiento y los valores, a través del concepto de meta-paradigma y contrato epistemológico y social, que fija los modos de asumir el conocimiento dentro de una sociedad”, y es donde la reflexión, se transforma en aquello que los grupos esperan de en proyectos de investigación, el esfuerzo

de consentir ese proyecto para armonizar con las preferencias o necesidades de la mayoría de gente en un país o en el mundo.

Sin pretender redundar, las frases “la ciencia al servicio de los seres humanos”, “la ciencia al servicio de la vida”, “la ciencia dirigida a satisfacer las necesidades de la sociedad”, muchas veces se sujetan a simples ligerezas tópicas si los científicos se desproveen de las consideraciones éticas que involucran no sólo la ciencia moral, sino, y principalmente, la ética de los científicos. La coherencia entre las conclusiones científicas a las que llega el investigador y su modo de vida, es un aspecto ético de gran importancia.

Por ejemplo, es claro que, a algunos investigadores, con frágil personalidad profesional, no les preocupa compatibilizar su trabajo con la conservación de la naturaleza y ello constituye una gran falta de carácter ético que pone en riesgo la vida en nuestro planeta y la existencia de la propia humanidad mientras hierven en declaraciones de compromiso con la ciencia, al margen de sus inconfesables lealtades.

He aquí la necesidad del nuevo sujeto planetario, de aquel que surge un pensamiento novedoso, un pensamiento rescatador del hombre, ya que actualmente las ciencias humanas y su método tradicional, aún son las que aportan menos al estudio de la condición del ser humano y esto sucede precisamente, porque en ellas observamos desunión, fragmentación y compartimentos. El pensador complejo.

En este rol de pensador, retador de los espacios tradicionales, surgirá un pensamiento complejo y flexible, tomando el papel participativo frente a los mundos de la investigación para presentar una propuesta de reforma en el pensamiento, una metamorfosis con misión integradora de los saberes, un pensamiento totalizador; intelectual que aborde diferentemente la realidad, el mundo real, defendiendo sobre todo el respeto a su trabajo y a los demás. En realidad, en este contexto se trata de supeditar el desarrollo científico al respeto de la dignidad y

los derechos de la persona. Si bien la amplitud de lo que científicamente puede hacerse debe realizarse desde el punto de vista ético.

Por lo demás, existe la distinción entre lo bueno y lo malo; que corresponde a cada científico en su esencia como persona, decisión que queda en el plano puramente personal y moral sin estar especificado por la ciencia ni por el método científico. Cada investigador en la actualidad, tiene frente a sí la gran responsabilidad de plantearse el problema, de enfrentarlo y de orientar su accionar en función de las consideraciones morales y de valores, teniendo en cuenta que la pretendida neutralidad de la ciencia no es tal, sino que existe en función la orientación que el investigador le inserte al hacer uso de ella.

El desafío del abordaje ético en la investigación cualitativa está dado por la manera en que puedan establecerse puentes entre la ética procedural (determinada por los grandes problemas éticos o bioéticos) y la microética de la práctica investigativa considerando los códigos y valores del investigador. Ezekiel Emanuel (2000) propone 7 requerimientos básicos para evaluar los aspectos éticos y morales en el marco de las investigaciones, los cuales son:

1. Valor científico o social, 2. Validez científica, 3. Selección equitativa de los sujetos, 4. Proporción favorable del riesgo-beneficio. 5. Revisores independientes, 7. Respecto a los participantes potenciales o a los inscritos.

Es importante decir que tanto los daños como los beneficios hacen referencia a ciertos efectos de la investigación en el bienestar de los individuos y la sociedad. El bienestar se relaciona con ciertas metas o estados que son apreciados. Cualquier efecto que deteriore el bienestar de la gente, ya sea impidiendo el alcanzar una meta o interfiriendo con una condición valorada (salud, seguridad, cohesión social), constituye un daño. Al contrario, cualquier efecto que mejore el bienestar, facilitando la obtención de metas o estados valorados,

constituye un beneficio. En cuanto a la sociedad en general, algunos de los efectos esperados, por ejemplo, el avance del conocimiento, se menciona con frecuencia como el beneficio mayor de la investigación.

En torno a lo anterior, podemos percibir que Morín no es un “moralista”, ni un predicador de normas y de “buenas costumbres”, no nos presenta una lista de cosas que deben hacerse y otra de cosas prohibidas. El seguimiento de morales normativas puede llegar a resultar humanamente muy doloroso y destructivo en ciertas circunstancias, pero intelectualmente y éticamente resulta una “vía fácil”, en la que desaparece el cuestionamiento de lo que hacemos y la perplejidad ante lo real. En Morin, la ética “No es una norma arrogante ni un evangelio melodioso. Es el hacer frente a la dificultad de pensar y de vivir”, (SÁENZ, 2005).

Así que la ética no nos dice qué hacer en cada situación posible, sino que, más bien, nos obliga a evaluarlas y nos guía en cierta medida, con sus criterios, a la hora de desarrollar estrategias y tomar decisiones. Morín expresa que nuestra ética debe ser modesta, pero sobre todo estar en constante revisión. La ética que nos propone Morín es ética de resistencia a la crueldad. Pero también es ética creadora de realización de la vida humana.

De esta manera, individuos e instituciones siguen seducidas por los prodigios del método, hasta los éticos, han acabado por creer que todos los problemas se pueden solucionar con éste. Morín (1994, p. 118) nos dice: “No olvides que la realidad es cambiante, no olvides que lo nuevo puede surgir y, de todos modos, va a surgir”. Debemos recordar que la condición humana es imaginativa, no embutida en la supuesta realidad, el homo sapiens es poseedor de sueños, fantasías, imaginación, afectividad, más que razón y destrezas.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BRITO, L. *Investigación documental*. Recuperado de <http://pnfinfm1josebrito.blogspot.com/>. 2010.

BUNGES, M. *La Ciencia, su Método y su Filosofía*. Buenos Aires. Siglo XX. 1992.

DE LA TORRE, V. y NAVARRO R. *Metodología de la investigación, bibliográfica, archivista y documental*. D.F. México. Mc.Graw-Hill. 1990.

DE SOUSA, B. *Conocer desde el Sur. Para una cultura política emancipatoria*. Lima. UNMSM. 2006.

DELGADO, C. *Hacia un nuevo saber: La Bioética en la revolución contemporánea del saber*. Colombia. Ediciones Universidad. El Bosque. 2008.

DELGADO, C. *Principales etapas del devenir de la ciencia disciplinaria occidental*. De la conferencia Evolución Histórica de la Concepción Disciplinar en la Producción de Conocimientos. Multiversidad Mundo Real. México. 2012.

DESCARTES, R. *Discurso del método*. Madrid. Col. Austral. 1968.

EMANUEL, E. *What makes clinical research ethical?* JAMA. 2000.

ESTRADA, P. Concepto de América Latina. Venezuela. *Cábala*. 1994.

GARCÍA, E. *Hacia una teoría alternativa sobre los contenidos escolares*. España. Diada Editora. 1998.

GARCÍA, J. *Caribeñidad: afroespiritualidad y Afroepistemología*. Caracas. Fundación Editorial El Perro y la Rana. 2006.

GERMANI, G. *Sociología de la Modernización*. Buenos Aires. Editorial Paidós. 1971.

LANZ, R. Diez preguntas sobre transdisciplina. *Revista de Estudios Transdisciplinarios*. 2010.

LE MOIGNE, J. *Complejidad y ciudadanía, ciencia y sociedad*. Recuperado <http://www.pensamientocomplejo.com.ar/documento.asp?Estado=VerFicha&IdDoc> 2005.

MEAD, Margaret. *Sexo y temperamento*. México. Paidós. 1990.

MORIN, E. *El método I, La naturaleza de la naturaleza*. Madrid, Cátedra. 1993.

MORIN, E. *Introducción al pensamiento complejo*. Barcelona. Gedisa. 1994.

MORIN, E. *La identidad humana*. El Método V. La humanidad de la humanidad. Barcelona. Círculo de Lectores. 2003.

MORIN, E. *El Método VI: La Ética*. España. Editorial Cátedra. 2006.

MORIN, E. *Para un pensamiento del Sur*. <http://www.ideassonline.org/public/pdf/MorinPenseeduSudFR.pdf>. 2011.

MORIN, S. *Investigación y Enseñanza*. Paris. Díada Sevilla. 2004.

NICOLESCU, B. *La transdisciplinariedad. Manifiesto*. Francia. Ediciones Du Rocher. 1996.

RAS, N. *Criollismo y modernidad mestizaje, barbarie y civilización*. Buenos Aires. Academia Nacional de Agronomía y Veterinaria. 2005.

SÁENZ, L. *La complejidad de la ética*. Iniciativa Socialista. Barcelona. Fundación Andreu. 2005.

4

Silvio Luiz Rutz da Silva
André Vitor Chaves de Andrade
André Maurício Brinatti

O PENSAMENTO COMPLEXO E A FORMAÇÃO DOCENTE: reflexões nas ações

DOI: 10.31580/pimentacultural/2021.004.118-148

RESUMO:

Realizamos uma reflexão, sob a luz do Pensamento Complexo, acerca de ações de formação docente que temos realizado e que são relacionadas ao Ensino, à Pesquisa em Ensino de Física e a Extensão Universitária. Inicialmente apresentamos estudo que buscou entender quais são as representações contidas em textos que tratam dessa temática dando ênfase às implicações para o ensino e para a formação docente. Nosso relato constitui-se em uma reflexão crítica acerca do Pensamento Complexo aplicado a formação docente com foco na produção e prospecção de alternativas metodológicas como suporte teórico-prático para que o profissional de educação tenha condições de inovar sua prática sob a perspectiva da complexidade. A intencionalidade é oferecer elementos que possam servir de referência a uma proposta de Ensino de Física coerente com a estrutura do Pensamento Complexo exigido pela Ciência e pela Tecnologia.

PALAVRAS CHAVE: Pensamento Complexo; Formação docente; Pesquisa em Ensino de Física; Reflexão crítica.

INTRODUÇÃO

A consciência da complexidade nos faz compreender que não poderemos escapar jamais da incerteza e que jamais poderemos ter um saber total: 'a totalidade é a não verdade'.

E. Morin, 2003

Neste trabalho apresentamos uma reflexão sobre a complexidade e o pensamento complexo, buscando entender quais são as representações contidas nos elementos que descrevem os registros de textos, resenhas, artigos e livros que tratam dessa temática. Apresentamos também uma reflexão sob a ótica da complexidade e do pensamento complexo acerca das ações que temos desenvolvido na formação de professores nos âmbitos do Ensino, da Extensão e da Pesquisa em Ensino de Física.

Como ponto de partida elaboramos uma série de corpus textuais, processo que envolveu a escolha sistemática de material para caracterizar o todo relacionado à teoria da complexidade e ao pensamento complexo, buscando tipificar atributos desconhecidos para a seleção de informação em uma abordagem de pesquisa qualitativa. Para análise do corpus textuais empregou-se o software Iramuteq⁴.

Um corpus textual essencialmente corresponde a uma coleção de textos coletados e organizados que servem para vários tipos de pesquisa (JOHANSON, 1995; BIBER et al., 1998 apud BAUER e GASKELL, 2017, p.45). Um corpus textual é representativo do uso da linguagem em uma comunidade, se suas subdivisões refletem todas as variáveis que determinam a variação da linguagem nessa comunidade (SCHMIED, 1996, p.2 apud BAUER E GASKELL, 2017, p.52).

⁴ Iramuteq é um software gratuito e com fonte aberta, desenvolvido por Pierre Ratinaud (Lahlou, 2012; Ratinaud & Marchand, 2012), que permite fazer análises estatísticas sobre corpus textuais e sobre tabelas indivíduos/palavras. Disponível em: www.iramuteq.org

Os resultados obtidos podem ser avaliados em duas dimensões: estratos, funções ou categorias, e representações. O principal interesse neste estudo é na tipificação das representações, ou seja, como as pessoas se relacionam com o objeto, através de discursos, hábitos, práticas, etc. Neste trabalho buscamos entender quais são as representações contidas nos textos que descrevem a aplicabilidade da teoria da complexidade e do pensamento complexo, que como indicado anteriormente constituem os corpus textuais.

PENSAMENTO COMPLEXO

No livro *Introdução ao Pensamento Complexo*, Edgar Morin (2011) analisa conceitualmente o pensamento complexo, onde o autor destaca, que acreditar que o pensamento complexo conduz à eliminação do pensamento simples é uma abordagem falha, pois nesse caso não se tem clareza do que caracteriza cada um desses tipos de pensamento. Para o autor o pensamento simples é um modo de pensamento que busca se apossar da verdade, ainda que o mesmo possa não necessariamente ser verdadeiro. O pensamento simples é segmentado e direto no processo de se apropriar da realidade, por sua vez, o pensamento complexo deve ser profundo.

O pensamento complexo deve se dar no sentido de uma construção permanente a fim de estabelecer um saber não fragmentado e não compartimentado, reconhecido como inacabado e de incompletude, de tal modo que qualquer conhecimento construído nessa perspectiva ocorra por toda vida. O pensamento complexo deve possibilitar a articulação entre o campo disciplinar e o conhecimento multidimensional, mas tendo consciência de que o conhecimento completo é impossível, ou seja, o pensamento complexo não pode se resumir a palavra complexidade.

O desafio do pensamento complexo é, portanto, exercer um pensamento capaz de lidar com o real, de com ele dialogar e negociar em contraponto à insuficiência e a carência do pensamento simples. Para Morin um fenômeno, a ser pesquisado ou ensinado, não deve ser simples, mas composto por um emaranhado de informações. No entanto, não deve afastar o pesquisador ou professor, mas sim estimulá-lo para a pesquisa ou ensino com a mente aberta.

O grande desafio é estabelecer uma articulação entre os mais diversos campos de pesquisa e da disciplina ou área de conhecimento particularizada, de tal modo que seja possível resgatar o sujeito, para eliminar a ideia de visão tradicional de ciência. Para Morin (idem) dois elementos podem atrapalhar nesse processo: o primeiro deles é acreditar que a complexidade conduz à simplicidade e o segundo é confundir os conceitos de complexidade e de completude.

Segundo Morin (idem) a complexidade faz parte da ciência e da vida cotidiana, por exemplo, viver e morrer é parte do mesmo complexo biológico de vida. Para facilitar o entendimento de complexidade ele apresenta três princípios: primeiro princípio, o dialógico, é o que garante a sobrevivência e ao mesmo tempo a reprodução para a continuidade da espécie; segundo princípio, o de recursão organizacional, no qual o sistema aberto permite que produtor e produto sejam um só; e terceiro princípio, o holográfico, no qual a mais infinitesimal parte contém todos os elementos do todo.

Na Figura 1 apresentamos o resultado da categorização representado pela classificação hierárquica descendente (1a) e da análise de especificidade (b) do discurso de Morin (ibidem). O principal elemento obtido pela análise das figuras diz respeito à tipificação do discurso em seis (6) classes obtidas. Cada uma dessas classes contém elementos representacionais presentes no seu discurso. Na Figura 1(a) é possível caracterizar cada uma dessas classes a partir do agrupamento de termos que dão sentido a cada uma delas e que se obtém a

partir de sua frequência de ocorrência. Ainda na Figura 1(a) podemos observar que as seis classes representatividade variando entre 14 % (classe 2) e 22,4% (Classe 5). Ainda é possível se verificar que existem dois grupos distintos: classes 2, 3 e 4 e classes 1, 5 e 6. Esses grupos têm representações com origem comum e que como ilustra a figura 1(b) tem características similares, mas com enfoques distintos. Na figura 1(b) ainda é possível identificar de dentro desses grupos existem subgrupos expressos pelo afastamento ou pela sobreposição.

Da análise da Figura 1 podemos extrair que o texto de Morin (ibidem) tem elementos representacionais que podem ser caracterizados como cada uma das seis classes. As classes se caracterizam pelos seguintes termos: classe 1 – vida e universo; classe 2 – pensamento simplificador; classe 3 – formas de pensamento; classe 4 – complexidade e incerteza; classe 5 – sistema e conceitos; e classe 6 – conhecimento.

Na Figura 2 temos o gráfico de similitude, a partir do qual podemos visualizar as relações de proximidade e distanciamento entre as classes de representação presentes no texto de Morin (ibidem). Nessa figura podemos visualizar que a obra analisada contempla cinco comunidades a saber: comunidade respeito ao conceito de ciência; a comunidade complexidade; a comunidade pensamento complexo; a comunidade não simplicidade da pesquisa; e a comunidade autor.

Essas comunidades têm independência pois não há superposição dos conceitos nelas presentes, porém apresentam um percurso de ligação a partir do qual podemos observar que a comunidade não simplicidade da pesquisa apresenta relação direta com outras três e a comunidade complexidade com outras duas. Na Figura 3 temos a nuvens de palavras do texto de Morin, onde se destacam os termos pensamento, complexo e complexidade.



SUMÁRIO



SUMÁRIO



SUMÁRIO



SUMÁRIO

apresentar reflexões sobre a relação entre Pensamento Complexo em: Ensino; Metodologias de Ensino; Formação de Professores. Após esse processo reflexivo inicial, iremos apresentar reflexões acerca de ações realizadas sob a ótica da complexidade e do pensamento complexo em nossa prática de ensino, de pesquisa em ensino de Física e de Extensão Universitária com a descrição das seguintes ações: Pesquisa e Ensino de Física; e Extensão Universitária e Comunidades de Aprendizagem.

PENSAMENTO COMPLEXO E ENSINO

No artigo *Os fundamentos da teoria da complexidade em Edgar Morin*, Estrada (2009) apresenta a concepção de complexidade de Morin evidenciando alguns aspectos referentes à educação, quem confirma que a ciência vem perdendo gradualmente a sua capacidade influenciadora por razões que vão além de simples questões epistemológicas ou metodológicas.

Em geral cientistas e professores quando abordam temas de pesquisa, ensino e extensão o fazem a partir de uma visão reducionista e mecânica do universo. Este tipo de conduta tem sua origem nos modelos de formação que, com raras exceções, se faz segundo modelos clássicos que se fecham em suas disciplinas e em seu saber parcial.

Para além deste cenário comum, precisamos de uma formação capaz de considerar a complexidade do real onde os modelos de formação permitam que cientistas e professores superem essa visão reducionista e mecânica, a partir da adoção de um novo paradigma de pensamento que se oponha ao modelo dominante que é linear, reducionista e disjuntivo.

Esse novo modelo deve ser elaborado a partir de uma visão de totalidade com conexão e reunificação das partes que constituem

o conhecimento. Uma possibilidade de fundamentação desse novo modelo é a epistemologia da complexidade, proposta por Morin que consiste na sistematização da crítica aos princípios, objetivos, hipóteses e conclusões de um saber fragmentado (MELO, 2011; 2011a).

O paradigma da complexidade tem como eixo norteador a importância da reflexão e entre os conceitos centrais, do pensamento de Morin, estão a complexidade e a transdisciplinaridade. Para Melo (idem) a complexidade e a transdisciplinaridade oferecem uma perspectiva de superação ao proporem a religação dos saberes compartimentalizados.

Em essência o conhecimento não é uma simples representação do mundo físico, mas é uma produção cultural e intelectual produzida historicamente pela sociedade.

Cabe aqui uma ressalva quanto a implementação de um modelo de formação com base na teoria da complexidade e que está relacionada a um possível excessivo expansionismo ao se pretender dar conta de todos os fenômenos com um caráter universalista pelo qual se pode explicar tudo (ESTRADA, op. cit.).

Ainda não podemos deixar de considerar que boa parte do conhecimento científico tem sido produzido sob a perspectiva do pensamento cartesiano que produziu a especialização que tem permitido obter conquistas científicas e tecnológicas consideráveis.

Esse modelo conservador, atualmente predominante, acredita que o saber fazer pode garantir o saber ensinar, e essa perspectiva afeta a prática pedagógica. A constatação é de que, nesta perspectiva, a ciência continua contribuindo para a compreensão do mundo, mas que precisa ser realocada, tendo em vista que seus pressupostos já são para muitos, insuficientes.

Sob a perspectiva da complexidade, saber e ensinar devem contemplar a visão do todo, da conexão do inter-relacionamento em um modelo de racionalidade complexa com base em uma abordagem analítica da totalidade das coisas.

Ciclicamente o ser humano se depara com perguntas sem respostas que lançam a ciência a crises em relação às perspectivas que se apresentam como dominantes e que conduzem a um processo de busca por novos pressupostos.

Estes novos desafios e perspectivas para as explicações da ciência clássica tem sido aprofundado a partir da percepção e da ênfase da complexidade da vida. Um elemento relevante nesse cenário diz respeito ao papel da ciência frente a problemas comuns, para os quais saberes populares produzidos e partilhados socialmente são empregados em detrimento aos conhecimentos científicos. Em situações como essa, parece que perdemos a confiança epistemológica na ciência, o que poderia explicar movimentos tais como antivacina e terraplanista.

Segundo Neitzel (2015), essa desconfiança se apresenta de modo mais incisivo em relação a ciência clássica, ao seu caráter analítico e sua pretensão em dar conta de fornecer respostas satisfatórias para o pensamento humano principalmente no que tange a vida social, cultural e política. Ainda segundo o autor (idem) a desconfiança em relação à ciência clássica, muito além de ser um momento de negação de uma perspectiva é simultaneamente um momento propulsor.

Autores como Morin e Bachelard têm apontado para o surgimento de um novo paradigma científico, o paradigma da complexidade, em um processo de busca de novos pressupostos que possam orientar a construção de saberes científicos.

O paradigma da complexidade se propõe, justamente, a pensar uma ciência que tenha como fundamento a multiplicidade e a

complexidade e exige da pesquisa e do ensino de ciência um modelo que leve em consideração a complexidade da organização da vida (idem).

O modelo de saber e ensinar sob o paradigma da ciência clássica contempla um conjunto de princípios de inteligibilidade próprios da cientificidade clássica que ligados uns aos outros para produzir uma concepção simplificadora do universo que direciona para uma concepção que já não satisfaz pois consiste em uma visão reduzida e parcial do todo.

Outra característica desse modelo é o processo de isolamento dos objetos do estudo de seu contexto que recorta um fragmento da realidade para ser estudado.

Na epistemologia da complexidade a concepção de integrar as diversas partes do todo passa a ter relevância. A ciência a partir da complexidade implica na necessidade da análise da especificidade como meio de compreender o complexo, pois mesmo que busquemos compreender a realidade a partir do paradigma da complexidade a ciência clássica e sua abordagem analítica continuarão oferecendo importantes contribuições para que seja possível alguma compreensão da realidade (ibidem).

As dificuldades de se pensar e ensinar ciência a partir de uma concepção complexa não são poucas pois o conhecimento humano não pode ser reduzido e simplificado com a pretensão de encontrar um modelo que explique tudo de modo universal.

As ciências se diferenciam quanto aos seus objetos e se igualam na complexidade dos seus modelos que se mostram acessíveis e compreensíveis, fomentando a elaboração de um novo olhar em relação às ciências e interação com esta.

PENSAMENTO COMPLEXO E METODOLOGIA DE ENSINO

O sistema educativo reflete essa visão de fragmentação da ciência, e a escola atende ao modelo conservador ao organizar o currículo repartindo o conhecimento por disciplinas sem relação dentro de uma mesma área com distribuição dos cursos em semestres ou séries que também não se relacionam. Essa organização, disposta disciplina a disciplina e em unidades fragmentadas, caracteriza um currículo linear que permite que o professor trabalhe de modo isolado em sua sala de aula, assim a escola reforça e dificulta o enfrentamento do pensamento simplificador.

O ensino e a aprendizagem requererem uma metodologia que permita a superação da reprodução para a produção de conhecimento. Se trata da transposição de um modelo conservador para uma proposta inovadora que atenda a uma concepção diferenciada, que envolva uma mudança radical na visão de ser humano, de sociedade e de mundo.

O paradigma da complexidade exige a busca de uma metodologia que atenda a visões múltiplas de questionamento e que permita a articulação diferenciada de cada indivíduo envolvido no processo educativo. Cabe a instituição formadora a responsabilidade social de oportunizar ações e intervenções que levem a comunidade acadêmica a refletir, analisar e buscar construir projetos pedagógicos que venham a proporcionar formação com uma visão de mundo mais igualitária.

Para tanto, uma metodologia de ensino fundamentada no paradigma de complexidade deve propiciar a construção de uma aliança, de uma teia de entrelaçamento de pressupostos e de referenciais de abordagem que possam atender à exigência de

sociedade do conhecimento, assim uma metodologia inovadora exige um grande encontro entre a abordagem progressista, a visão sistêmica e o ensino com pesquisa (BEHRENS, 2007; 2010).

Uma metodologia de ensino que contempla múltiplas abordagens precisar partir de problemas que se aproximam da realidade cotidiana com intuito de que o indivíduo possa ser instrumentalizado para resolver de modo relevante, significativo e com criticidade as situações que se apresentam diariamente em sua vida. Devem ser possibilitadas oportunidades de ir além, de procurar investigar um problema que permita a produção de conhecimento, que torne o indivíduo competente e criativo, isso porque como cidadão atuante poderá modificar a realidade circundante (idem).

A metodologia baseada no paradigma da complexidade deve ter por objetivo superar a visão disciplinar e buscar uma proposição de prática pedagógica que contemple uma abordagem transdisciplinar. A abordagem da transdisciplinaridade possibilita a integração de disciplinas e permite a interconexão de conteúdo, no sentido de produzir a unificação dos conhecimentos e na compreensão de realidade.

Uma interação entre disciplinas vai além da justaposição, consiste em reconhecer a interdependência das partes do todo, pois a complexidade tem como fundamento a impossibilidade de se conhecer o todo sem se conhecer as partes e vice-versa. Acolher a transdisciplinaridade não pressupõe a abolição da visão disciplinar, mas ir além, pois implica em um processo de reunificação das partes, e por consequência a interconexão de disciplinas reconhecendo e possibilitando a integração do todo a partir das partes que o constitui.

A abordagem complexa do ensino e da aprendizagem requer uma metodologia que contemple um processo em rede que oriente o indivíduo a aprender ao longo de sua vida, pois esse processo carrega

alto índice de instabilidade e de incerteza e, conseqüentemente, de grande imprevisibilidade.

O PENSAMENTO COMPLEXO E A FORMAÇÃO DE PROFESSORES

Atualmente prevalece a formação de professores em um modelo de transmissão de conhecimentos científicos e culturais centrada principalmente no domínio de conceitos e de estrutura disciplinar de conhecimento. Não são formados professores de Ciências e sim de Física, Química, matemática etc.

Os professores são formados em modelo de reprodução que não forma, mas conforma e que tem como resultado final um profissional com grandes dificuldades de exercer a atividade docente pois, falta-lhe uma visão de conjunto quanto à prática científica.

O paradigma dominante em quase toda área de conhecimento tem como eixo central a cientificidade com forte característica positivista.

O paradigma conservador tem impregnado a educação e a escola em todo o nível de ensino, fazendo prevalecer a rotina de decompor e não a de recompor, de modo a eliminar tudo o que causa desordem ou contradição. Sob essa perspectiva costuma-se a separar a disciplina em partes reduzindo o complexo ao simples em vez de reconhecer correlações.

O paradigma determina a concepção de conhecimento e se reflete na atuação docente em todas as áreas da educação. A abordagem paradigmática tradicional imprime uma docência baseada em reprodução de conhecimento e em uma visão positivista de universo.

A mudança da ação docente deve estar atrelada a um paradigma de ciência que possa caracterizar todo segmento de sociedade pois o desafio da mudança paradigmática se relaciona ao contexto de sala de aula, da formação docente e da própria escola. Parece ser evidente que o ensino precisa de uma reforma de pensamento que permita que o pensamento complexo reorganize o saber e que o ligue novamente ao conhecimento, hoje encerrado em disciplinas separadas do todo.

A prática pedagógica conservadora caracteriza-se por uma fragmentação do ensino e conduz a uma ação mecânica, na qual o aluno se restringe a escutar, ler, decorar e repetir, ou seja, a 'aprendizagem' é focada em repetição e em memorização.

Em uma perspectiva de mudança paradigmática, na ciência e por consequência na educação, Morin (2005) propõe uma perspectiva integradora, complexa e global de universo, que se opõe ao pensamento linear reducionista e disjuntivo. Assim, ao propor um novo paradigma denominado de complexidade, quer ter como foco a visão de totalidade, de teia, de rede e, portanto, defende a conexão e reunificação das partes.

A complexidade é a união entre a unidade e a multiplicidade da sociedade que tem por desafio a organização, sobretudo das instituições de ensino no sentido de atender ao novo paradigma de ciência, que exige mudança na educação e na prática pedagógica do professor por ser a educação um processo complexo.

Outro aspecto da complexidade é abrigar a subjetividade, a intuição, a emoção e, ao mesmo tempo, acolher o processo social e educativo de aceitação do diferente, de inclusão de pessoas em todo o nível e segmento de tolerância com o divergente e especialmente em busca de uma vida melhor e mais qualificada de homem e mulher e do próprio planeta.

O pensamento complexo se opõe ao pensamento simplificador, por conceber a articulação a identidade e a diferença do todo, enquanto o pensamento simplificador separa o todo em partes por uma redução mutilante. Portanto, é evidente que a ambição da complexidade é dar conta de articular as disciplinas nos seus aspectos cognitivo e de tipo de conhecimento. A perspectiva da complexidade é de busca do conhecimento multidimensional, pois ao aspirar a multidimensionalidade o pensamento complexo comporta em seu interior um princípio de incompletude e de incerteza.

A necessidade de contemplar um pensamento complexo leva a repensar a prática pedagógica, de modo que se possa superar a perspectiva do professor que detém um papel de dono de verdade para se tornar um profissional articulado, crítico e reflexivo. Nesse contexto além de um profissional competente o docente precisa se tornar um cidadão autônomo e criativo que sabe solucionar problemas e mantém constante a iniciativa de questionar e transformar a sociedade.

A proposta de uma abordagem pedagógica assentada no paradigma da complexidade exige um profundo processo de reflexão sobre a docência e assim repensar o papel de professor como profissional e como pessoa. Nesse processo reflexivo, o professor precisa analisar a relevância de seu papel social e encarar o grande valor da docência para formar a nova geração para a cidadania responsável, assim o desafio imposto à escola é que ela precisa dar conta desse enfrentamento.

A formação docente sob a óptica da complexidade busca atingir uma visão de contexto de que ele não está isolado, pois está inserido em um processo de interconexões. Portanto, para atender a uma visão complexa, o professor precisa ultrapassar o ensino focado em cumprir a exposição de conteúdo e buscar caminhos que possibilitem um processo de aprendizagem que tenha como resultado a produção de conhecimento. Para tanto, é preciso desenvolver uma

abordagem pedagógica que gere um ensino inovador alternativo, midiaticizado, flexível, individualizado e ou colaborativo.

PENSAMENTO COMPLEXO, PESQUISA E ENSINO DE FÍSICA

Apresentamos aqui a estratégia pedagógica que integra ações em três disciplinas de formação docente do Programa de Pós-graduação em Ensino de Física do polo 35 do Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física. As disciplinas Processos e Sequências de Ensino e Aprendizagem em Física no Ensino Médio (PSEAFEM), Fundamentos Teóricos em Ensino e Aprendizagem (FTEA) e Atividades Experimentais para o Ensino Médio e Fundamental (AEEMF) são ministradas nessa sequência (ANDRADE, DA SILVA e BRINATTI, 2018; BRINATTI, ANDRADE e DA SILVA, 2018; DA SILVA, ANDRADE e BRINATTI, 2018; DA SILVA, BRINATTI e ANDRADE, 2018)

As disciplinas são planejadas pelos professores-formadores (AB, AV e SR) de forma articulada, de modo que cada professor-formador trabalha tópicos previstos nas ementas das disciplinas. Nesse modelo são previstos momentos onde os três professores-formadores estão presentes em sala de aula nos momentos iniciais de cada disciplina (PSEAFEM, FTEA e AEEMF), reservados para apresentação da proposta pedagógica. Há ainda a presença dos três professores-formadores simultaneamente em outros momentos principalmente para as avaliações gerais conjuntas (idem).

Nossa ação docente como professores-formadores consiste na aplicação de estratégias de ensino e aprendizagem com o objetivo de conectar pesquisa e ensino, o que permite a incorporação parcial ou total do professor-discente em pesquisas baseadas em métodos científicos.

O método de ensino empregado envolve a construção do conhecimento a partir das experiências pessoais dos professores-discentes em um processo reflexivo sobre seu trabalho como docente. A linha condutora da ação pedagógica é a instrumentalização para o planejamento das atividades docentes que se constrói em três momentos, um em cada disciplina, sendo a que a tarefa a ser executada envolve planejar cooperativamente uma sequência didática (TABA, 1974; ZABALA, 1988; MÉHEUT e PSILLOS, 2004).

O planejamento deve contemplar tema e assunto predefinidos sobre os quais o professor-discente deve elaborar um documento escrito e uma apresentação oral. Esse procedimento de escrita e apresentação compreende um período de elaboração e reelaboração com a inserção de novas perspectivas em cada uma das etapas – disciplinas – do processo.

O método, as técnicas e estratégias, e os recursos empregados nas três disciplinas no MNPEF-UEPG conduzem as atividades propostas pelos professores formadores, individualmente, na perspectiva de se estabelecer reflexões sobre a construção e comunicação do conhecimento, o trabalho colaborativo e o planejamento da ação docente.

Nossa abordagem contempla a aprendizagem ativa, que é uma estratégia que se concentra no professor-discente, promovendo sua participação e reflexão contínua por meio de atividades que se caracterizam por serem motivadoras e desafiadoras, visando o aprofundamento do conhecimento, desenvolvendo as habilidades de busca, análise e síntese de informações, promovendo uma adaptação ativa à solução de problemas reais presentes no cotidiano da ação docente (BERGMANN e SAMS, 2018; VICKERY, 2016; BACICH e MORAN, 2018; CORTELAZZO et al., 2018).

Esse tipo de abordagem baseada em projetos é uma técnica didática orientada para o desenho e desenvolvimento de um projeto –

sequência didática → de forma colaborativo e cooperativa, como forma de alcançar os objetivos de aprendizagem de uma ou mais áreas disciplinares e também de desenvolver competências relacionadas à administração de projetos de pesquisa em ensino (BENDER, 2014; BUCK INSTITUTE, 2008; RIBEIRO, 2008; STEUER, 2018).

O pensamento complexo se faz presente nesse método de ensino da Física a partir da proposição, execução e análise de tema que possibilite a compreensão dos processos de ensino e de aprendizagem por meio do ensino e da pesquisa num movimento de reflexão na ação.

As atividades propostas têm por objetivo estabelecer uma rotina para o planejamento didático a partir de uma concepção fundamentada nas teorias de aprendizagem, considerando as diversidades de experiências de ensino e de aprendizagem com a integração de tecnologias educacionais. Essa rotina de planejamento é diversa e complexa, pois traz para dentro do processo professores-discentes que vivem em cidades diferentes e que, na maioria das vezes, mesmo vivendo na mesma cidade, experimentam realidades diferentes, problemas comuns e problemas particularizados. Um dos grandes benefícios que observamos nesse processo é o desenvolvimento de habilidades de comunicação. Por meio de tecnologias digitais de informação e comunicação os professores-discentes se comunicam, planejam e constroem o conhecimento em tempo real onde o tempo e o espaço já não fatores de impedimento, mas de oportunidades de interações e de produção de novo conhecimento.

O elemento de incorporação de tecnologias educacionais aparece no espaço em que a proposta é posta em ação. Adotamos para a execução das tarefas um ambiente de aprendizagem auto organizado (Self Organised Learning Environment – SOLE). Nessa abordagem, os professores-formadores são guias e observadores do que acontece e os professores-discentes iniciam sua própria busca

por novos conceitos. O ensino e a aprendizagem são baseados em perguntas e questões que despertam a curiosidade, das quais se segue um trabalho investigativo, autônomo e colaborativo, para abrir caminho para a internalização do novo conhecimento, que pode ser reforçado pelo professor-formador. Um ambiente de aprendizagem auto organizado pode ser dar de dois modos: por aprendizagem online, ou por aprendizagem híbrida (MITRA, 2006; 2012; 2014; 2015).

Na aprendizagem online os processos de ensino-aprendizagem são realizados integralmente pela Internet e são caracterizados por uma separação física entre professores-formadores e os professores-discentes, com predominância da comunicação assíncrona, por meio da qual é realizada a interação didática contínua. O professor-discente se torna o centro do processo, tendo que autogerenciar sua aprendizagem com a ajuda dos professores-formadores e colegas. Mitra (idem) denomina essa abordagem de escola nas nuvens

Por sua vez, a aprendizagem híbrida é uma modalidade educacional onde, sob a orientação e supervisão do professor-formador, o professor-discente aprende de maneira combinada: por um lado, através da entrega de conteúdo e instruções online e, por outro lado, através de um formato em sala de aula. O professor-discente nessa modalidade tem a possibilidade de controlar alguns aspectos do processo, como tempo, local, percurso e ritmo, mantendo a possibilidade de interagir com o professor-formador e os colegas (BACICH, TANZI e TREVISANI, 2015; MATTAR, 2017; MONTEIRO, MOREIRA e LENCASTRE, 2015).

O método de ensino que utilizamos é baseado na psicologia construtivista, na qual o professor-discente deve relacionar as novas informações com as que já possui, reajustando e reconstruindo as duas informações nesse processo. A estrutura do conhecimento prévio condiciona novos conhecimentos e experiências, que por sua

vez modificam e reestruturam os primeiros (MORTIMER, 1996; PILETTI e ROSSATO, 2011; DUARTE, 2005).

Nesse contexto de formação do professor-discente, também nos utilizamos de aprendizagem baseada em problemas, que é uma técnica didática na qual um pequeno grupo se reúne para analisar e propor uma solução para a abordagem de uma situação problemática real ou potencialmente real relacionada ao seu ambiente físico e social, que no caso dos professores-discente tem relação direta com as suas salas de aula. O objetivo não está focado em resolver o problema, mas em usá-lo como um gatilho para os professores-discentes elaborarem objetivos de aprendizado e também desenvolverem habilidades pessoais e sociais (BENDER, 2014; BUCK INSTITUTE, 2008; RIBEIRO, 2008; STEUER, 2018).

Outra estratégia empregada é a da aprendizagem baseada em desafios, que fornece aos professores-discentes um contexto geral em que eles devem determinar colaborativamente o desafio a ser resolvido (GALLEGO, ALONSO e BARROS, 2015; MIRANDA et al., 2016; SERRA et al., 2017; MATTASOGLIO e SOSTER, 2017). Os professores-discentes trabalham com seus professores-formadores e colegas para resolver esse desafio nas comunidades ao redor do mundo e, assim, desenvolvem uma compreensão mais profunda dos tópicos que estão estudando. O aprendizado é colaborativo, pois fazemos uso didático de pequenos grupos nos quais os professores-discentes trabalham juntos para obter os melhores resultados de aprendizagem, individualmente (MONTES, 2016; TELES, 2015).

Sob o enfoque do construcionismo destaca-se a importância da reflexão na ação no processo de aprendizagem, pois essa abordagem permite aos professores-discentes aprender de maneira mais eficaz construindo objetos tangíveis e, dessa maneira, constroem suas próprias estruturas de conhecimento (ARENDT, 2003; MOTA e MOTA, 2016).

Por fim consideramos, em especial, nos processos avaliativos a educação baseada em competências, pois nessa perspectiva se concentra no aprendizado dos professores-discentes voltado para o desenvolvimento de conhecimentos, habilidades e atitudes que devem ser demonstradas de maneira tangível e baseadas em padrões de desempenho. As competências permitem que o sujeito se adapte ativamente aos processos de mudança, desenvolvendo entendimento e solução de problemas cada vez mais complexos (PAQUAY et al., 2001; PERRENOUD, 2000; PERRENOUD et al., 2002; ZABALA, 2014; ZABALA, et al. 2016).

PENSAMENTO COMPLEXO, EXTENSÃO UNIVERSITÁRIA E COMUNIDADES DE APRENDIZAGEM

Profundas e significativas transformações têm sido promovidas pelas tecnologias da informação e da comunicação (TIC), que além de alterar o cotidiano, práticas e vivências, possibilitam a conexão não apenas entre pessoas, mas também entre áreas de conhecimento distintas, ampliando as possibilidades de se estabelecer conexão entre as pessoas.

Pesquisas recentes relacionadas às novas mídias indicam que os espaços das tecnologias educacionais devem ser vistos como um novo meio de expressão, concebido como veículo de diálogo e trocas comunicativas intensas e como espaço de construção de amizades, sociabilidade e reflexibilidade.

O uso de tecnologias educacionais se faz com o intuito de aprofundar experiências de uso prático com base em enfoques teórico-metodológicos, pois as mesmas têm um potencial incomensurável de formação e de reconstrução de experiências identitárias e nesse sentido o

usuário passa a ser reconhecido como um sujeito criativo (DANIEL, 2003; FREIRE e GUIMARÃES, 2013; RIEL, 2017; VALENTE e MORAN, 2011).

Neste texto busca-se discutir a potencialidade de comunidades de aprendizagem, como estratégia de implementação de projetos multi, inter e transdisciplinares como alternativas viáveis e práticas para atrair e motivar professores e alunos em ambientes educativos ou fora deles. No universo de uma comunidade de aprendizagem há a troca de informação, a reflexão, a criatividade, o debate, a crítica e o embate de ideias que representam possibilidades de implementação do pensamento complexo especialmente na formação de professores (ILLERA, 2007; KENSKI, 2001; 2001a; RECUERO, 2002).

Uma comunidade de aprendizagem é formada a partir de afinidades de interesses, de conhecimentos, de projetos mútuos e valores de troca, estabelecidos num processo de cooperação mútua que produz oportunidades de comunicação para o desenvolvimento pessoal e profissional, por meio da aprendizagem e consequente construção do conhecimento em rede.

Com a comunidade de aprendizagem busca-se aplicar uma estratégia que objetiva atender anseios com relação a recursos que permitam a integração de elementos tecnológicos inovadores que possam auxiliar na construção de conhecimentos e competências quanto ao uso de tecnologias educacionais sob a perspectiva do pensamento complexo.

A implantação de uma comunidade de aprendizagem constitui-se na construção de uma rede educacional que possibilita constituir uma resposta a desafios da sociedade de informação e de conhecimento, permitindo garantir, em caráter de espaço e tempo, uma prática educativa para o exercício de autonomia. A intencionalidade é promover um ambiente educativo mais rico e desafiante em uma situação concreta acompanhada de reflexão teórica para promover aprendizagem ativa,

significativa, colaborativa, interativa, investigativa, crítica e reflexiva em um processo de coaprendizagem baseado em coinvestigação.

A comunidade de aprendizagem em espaço virtual se dá com o uso tecnologia digital possibilitando a construção de conhecimento e produção de narrativas de caráter prático pedagógico baseado em investigação, construção de conhecimento e produção de narrativa. Essa estratégia quando integrada a atividade prática poder ser desenvolvida em sala de aula como ferramenta metodológica e avaliativa de autoria, por exemplo com a construção de portfólios ou a elaboração de textos coletivos.

A implementação de uma comunidade de aprendizagem em espaços e tempos além da sala de aula pode auxiliar o docente em seu processo de formação contínua e principalmente fornecer subsídios metodológicos para que professor adote práticas pedagógicas inovadoras em seu cotidiano de trabalho docente.

Nos últimos anos o Grupo de Pesquisa em Ensino de Física (GPEF) tem desenvolvido estudos teóricos e pesquisas relacionadas ao uso de tecnologias educativas. Tais estudos e pesquisas tem por foco ações de “reflexão na ação”, ou seja, parte-se da aplicação e uso de tecnologias educacionais seguida da análise crítica colaborativa (ANDRADE, DA SILVA e BRINATTI, 2018; ANDRADE, BRINATTI e DA SILVA, 2018; BRINATTI, ANDRADE e DA SILVA, 2018; DA SILVA, ANDRADE e BRINATTI, 2018; DA SILVA, BRINATTI e ANDRADE, 2018; DA SILVA et al., 2016; DA SILVA e ORKIEL, 2018; DA SILVA e ZANON, 2016; DA SILVA e ZANON, 2016a).

Com a ocorrência da pandemia do coronavírus, o GPEF tem desenvolvido ações que envolvem o suporte ao uso de tecnologias educacionais especialmente com atividades de apoio aos professores da educação básica dos municípios de Ponta Grossa (PR), Manguinhos (PR) e Jaguariá (PR), de um grupo de

professores da Universidade Estadual do Centro Oeste (UNICENTRO – Guarapuava, PR) e de outro na Universidade Estadual de Ponta Grossa (UEPG – Ponta Grossa, PR), fazendo uso de grupos de WhatsApp e reuniões virtuais por meio do Google Meet.

Tais ações se caracterizam como atividades desenvolvidas por comunidades virtuais de aprendizagem e têm sido bastante ricas, pois como explicitado por Hunter (2002, p. 97) “uma comunidade virtual é definida como um grupo de pessoas que interagem entre si por meio de TIC, aprendendo com o trabalho das outras, proporcionando recursos de conhecimento e informação ao grupo, em relação a temas sobre os quais há acordo de interesse mútuo”.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

As práticas que temos desenvolvido na pesquisa, na extensão e no ensino, especialmente, para a formação continuada de professores tem produzido efeitos em nossa prática como professores-formadores, em um processo de reflexão na ação de nossa parte na qual a experiência do professor-discente ocupa um lugar central em todas as considerações de ensino e de aprendizagem. Essa experiência pode incluir eventos anteriores da vida do professor-discente, eventos atuais ou aqueles que resultam da participação deles nas atividades implementadas pelos três professores-formadores.

As diversas estratégias de ensino e aprendizagem que temos utilizado incorporam ao professor-discente uma visão de investigação e de reflexão na ação baseada em métodos científicos. Esse é um processo sistemático que coleta e analisa informações para que o professor-discente entenda um fenômeno em estudo em sua complexidade. Nosso método de ensino consiste em analisar e resolver problemas complexos

que transcendem fronteiras, aproximando os professores-discentes de diferentes concepções técnico-científicas eliminando estereótipos.

Essa tem sido uma experiência de ensino-aprendizado recíproca e que envolve o compartilhamento de conhecimentos, ideias e experiências entre professores-formadores e professores-discentes. Pode ser entendido como uma estratégia de levar os professores-discentes da aprendizagem independente para a aprendizagem interdependente ou mútua.

O método de ensino que usamos permite uma ampla gama de estratégias e de técnica didáticas na qual os professores-discentes constroem seu aprendizado a partir da análise e discussão de experiências e situações da vida real, uma vez que estão envolvidos em um processo de análise de situações problemas para as quais devem formular uma proposta de solução informada. É um método que tem como processo a construção. Nele descobrimos relações complexas e construímos significados transdisciplinares.

É perceptível o ganho do método quando observamos os seus resultados. Como professores-formadores atuantes também em um curso de licenciatura, percebemos que as nossas práticas na formação de futuros docentes também mudaram, pois aos poucos estamos mudando nossos próprios paradigmas de educação compartimentada para novos paradigmas que buscam a complexidade como elemento presente nas nossas ações.

Vale aqui destacar que os professores-discentes são colocados constantemente em ambientes de tempestades de ideias e de organização do conhecimento por meio do planejamento e da reflexão na ação. Assim, novos conhecimentos são construídos sem que a criatividade e a iniciativa sejam sufocadas. Não é o saber e o fazer dos professores-formadores que prevalece, mas é o saber e o fazer construído a partir das realidades complexas dos professores-discentes e das experiências dos professores-formadores, suportados

pelo conhecimento historicamente e socialmente construído da ciência, tecnologia, sociedade e ambiente.

Com essas experiências, acreditamos que estamos oferecendo uma possibilidade de mudança de paradigma na formação docente, baseada não mais no trabalho individual, mas no trabalho cooperativo e colaborativo que busca entender o pensamento complexo e como ele se articula com o pensamento científico, não mais compartimentado e isolado, mas pertencendo ao todo, histórico e contemporâneo, que é permeado pela tecnologia e pela era da informação e da comunicação.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BACICH, L. e MORAN, J. *Metodologias ativas para uma educação inovadora: uma abordagem teórico-prática*. Porto Alegre: Penso, 2018.

BACICH, L.; TANZI Neto, A. e TREVISANI F. de M. (Orgs.) *Ensino híbrido: personalização e tecnologia na educação*. Atualizada 2019. Porto Alegre: Penso, 2015.

BAUER, M. W. e GASKELL, G. *Pesquisa qualitativa com texto, imagem e som: um manual prático*. 13.ed., 2ª Reimpressão. Petrópolis: Vozes, 2017.

BEHRENS, M. O paradigma da complexidade na formação e no desenvolvimento profissional de professores universitários. *Educação*, v.XXX, n.63, set.-dez., 439-455, 2007.

BEHRENS, M. A. Docência Universitária num Paradigma da Complexidade: possibilidades de formação continuada no *scrito sensu*. *Revista Diálogo Educacional* (PUCPR. Impresso), v.10, 27-44, 2010.

BENDER, W. N. *Aprendizagem baseada em projetos: educação diferenciada para o século XXI*. Porto Alegre: Penso, 2014.

BERGMANN, J. e SAMS, A. *Sala de aula invertida: uma metodologia ativa de aprendizagem*. 1.Ed. Rio de Janeiro: LTC, 2018.

BRINATTI, A. M.; ANDRADE, A. V. C. e DA SILVA, S. L. R. A disciplina de processos e sequências de ensino e aprendizagem em física no ensino

médio para alunos de pós-graduação na prática. *Revista de la Facultad de Ciencia y Tecnología*. Universidad Pedagógica Nacional. V. Ext., 1-6, 2018.

BUCK INSTITUTE for Education. *Aprendizagem baseada em projetos: guia para professores do ensino fundamental e médio*. 2.ed. Porto Alegre: Artmed, 2008.

CORTELAZZO, A. L.; FIALA, D. A. de S.; PIVA Jr, D.; PANISSON, L.; JUNQUEIRA, M. R.; e RODRIGUES, B. *Metodologias ativas e personalizadas de aprendizagem*. Rio de Janeiro: Alta Books, 2018.

DANIEL, J. *Educação e tecnologia num mundo globalizado*. Brasília: UNESCO, 2003.

DA SILVA, S. L. R.; ANDRADE, A. V. C. e BRINATTI, A. M. Atividades experimentais para a educação básica: o exemplo da prática. *Revista de la Facultad de Ciencia y Tecnología*. Universidad Pedagógica Nacional. V. Ext., 1-6, 2018.

DA SILVA, S. L. R.; BRINATTI, A. M. e ANDRADE, A. V. C. A experiência das disciplinas de formação docente em ensino de Física no MNPEF-UEPG: proposta pedagógica, reflexões e ações. *Espaço Pedagógico*. V.25, 339-363, 2018.

DA SILVA, S. L. R. e ORKIEL, E. O blog como instrumento de auxílio ao ensino. *Ensino & Pesquisa*. V.16, 190-201, 2018.

DA SILVA, S. L. R.; BRINATTI, A. M.; ANDRADE, A. V. C. e SILVA, J. B. A prática como componente curricular na licenciatura em física da Universidade Estadual de Ponta Grossa. *Revista de la Facultad de Ciencia y Tecnología*. V.EII, 759-764, 2016.

DA SILVA, S. L. R. e ZANON, D. P. Formação docente interdisciplinar como espaço de reflexão coletiva acerca da prática docente. *Revista de la Facultad de Ciencia y Tecnología*. V. EII, 811-817, 2016.

DA SILVA, S. L. R. e ZANON, D. P. Formação docente: a experiência do pacto nacional pelo fortalecimento do ensino médio na Universidade Estadual de Ponta Grossa. *Revista Stricto Sensu*. V.1, 60-72, 2016a.

DUARTE, N. *Sobre o construtivismo*. 2. Ed. Campinas: Autores Associados, 2005.

ESTRADA, A. A. Os fundamentos da teoria da complexidade em Edgar Morin. *Akrópolis*, V.17, n.2, 85-90, abr./jun., 2009.

FREIRE, P. e GUIMARÃES, S. *Educar com a mídia: novos diálogos sobre educação*. - 1.ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 2013.

GALLEGO, D. J., ALONSO, C. M. y BARROS, D. M. V. (Orgs) *Estilos de Aprendizaje: desafios para una educación inclusiva e innovadora*. Santo Tirso, Portugal: WHITEBOOKS, 2015.

HUNTER, B. Learning in the virtual community depends upon changes in local communities. In Renninger, K. A. e Shumar, W. (eds.), *Building virtual communities: learning and change in cyberspace*. New York: Cambridge University Press, 96-126, 2002.

ILLERA, J. L. R. Como as comunidades virtuais de prática e de aprendizagem podem transformar a nossa concepção de educação. *Revista Ciência da Educação*, n.3, mai-ago, 2007.

KENSKI, V. M. Do ensinamento interativo às comunidades de aprendizagem, em direção a uma nova sociabilidade na educação. *Revista de Educação e Informática*, n.15, 49-59, 2001.

LAHLOU, S. Text mining methods: an answer to Chartier and Meunier. *Papers on Social Representations*, 20(38),1-7, 2012.

MATTAR, J. Metodologias ativas para a educação presencial, blended e a distância. São Paulo: *Artesanato Educacional*, 2017.

MATTASOGLIO Neto, O. e SOSTER, T. S. *Inovação acadêmica e aprendizagem ativa*. Porto Alegre: Penso, 2017.

MÉHEUT, M. e PSILLOS, D. Teaching-learning sequences aims and tools for science education research. *International Journal Science Education*. v.26, n.5, 515-535, April 16, 2004.

MELO, K. A. Pensamento Complexo: uma nova e desafiadora forma de pensar a educação a partir das ideias de Edgar Morin. In: *Anais ... IV Encontro Estadual de Didática e Prática de Ensino - EDIPE*, Para uma realidade complexa, que escola, que ensino? GOIÂNIA, 21p., 2011.

MELO, K. A. Pensamento Complexo: uma nova e desafiadora forma de pensar a educação a partir das ideias de Edgar Morin. In: Libâneo, J. C.; Suanno, M. V. R. e Limonta, S. V. (Orgs.). *Concepções e práticas de ensino num mundo em mudança: diferentes olhares para a didática*. Goiânia: CEPED- Editora PUC Goiás, 17-206, 2011a.

MIRANDA, L.; ALVES, P.; MORAIS, C. e BARROS, D. *Estilos de Aprendizagem e inovação pedagógica*. Santo Tirso, Portugal: WHITEBOOKS, 2016.

MITRA, S. *The hole in the wall: self-organising systems in education*. New Delhi & New York: Tata-McGraw-Hill, 2006.

MITRA, S. *Beyond the hole in the wall: discover the power of self-organised learning*. New York: TED Books, 2012.

MITRA, S. The future of schooling: children and learning at the edge of chaos. *Prospects*, 44(4), 547-558, 2014.

MITRA, S. From hole in the wall to school in the cloud. In: Dixon, P.; Humble, S. e Counihan, C. (Ed.), *Handbook of International Development and Education*. 368-376, 2015.

MONTEIRO, A.; MOREIRA, J. A. e LENCASTRE, J. A. *Blended (e)learning na sociedade digital*. Santo Tirso, Portugal: WHITEBOOKS, 2015.

MONTES, M. T. do A. *Aprendizagem colaborativa e docência online*. 1.ed. Curitiba: Appris, 2016.

MORIN, E. *Introdução ao pensamento complexo*. Lisboa, E. 4.ed. Porto Alegre: Sulina, 2011.

MORIN, E. *Ciência com consciência*. 8.ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2005.

MORIN, E. *A cabeça bem-feita: repesar a reforma, reformar o pensamento*. 8.ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2003.

MORTIMER, E. F. Construtivismo, mudança conceitual e ensino de ciências: para onde vamos? *Investigações em Ensino de Ciências*. v.1, n.1, 20-39, 1996.

MOTA, É. R. L. C. e MOTA, K. C. M. *Seymour Papert: construcionismo e a educação*. Letônia: Novas Edições Acadêmicas, 2016.

NEITZEL, O. A ciência no paradigma da complexidade: em busca de um modelo de racionalidade. *Revista de Epistemología y Ciencias Humanas*, n.7, 87-102, 2015.

PAQUAY, L.; ALTET, M.; CHARLIER, E. e PERRENOUD, P. *Formando professores profissionais: Quais estratégias ? Quais competências ?* Porto Alegre: Artmed Editora, 2001.

PERRENOUD, P. *Dez novas competências para ensinar*. Porto Alegre: Artmed Editora, 2000.

PERRENOUD, P.; THURLER, M. G.; DE MACEDO, L.; MACHADO, N. J. e ALLESSANDRINI, C. D. *As competências para ensinar no século XXI: a formação dos professores e o desafio da avaliação*. Porto Alegre: Artmed Editora, 2002.

PILETTI, N. e ROSSATO, S. M. *Psicologia da aprendizagem: da teoria do condicionamento ao construtivismo*. São Paulo: Editora Contexto, 2011.

RATINAUD, P., e MARCHAND, P. Application de la méthode ALCESTE à de “gros” corpus et stabilité des “mondes lexicaux”: analyse du “Cable-Gate” avec IramuTeQ. In: *Actes... 11eme Journées Internationales d'Analyse Statistique des Données Textuelles*. Liège, Belgique, 835-844, 2012.

RECUERO, R. C. Comunidades virtuais: uma abordagem teórica. In: Dornelles, B. (Org.) *Mídia, imprensa e as novas tecnologias*. 1.ed. Porto Alegre: Editora PUCS, v.24, 221-240, 2002.

RIEL, J. *Thinking pedagogically about educational technology trends: prioritizing teaching and learning activities with 21 popular educational technologies and digital trends from 2016*. Springfield, USA: ETN Press, 2017.

RIBEIRO, L. R. C. *Aprendizagem baseada em problemas (PBL): uma experiência no ensino superior*. São Carlos: EdUFSCar, 2008.

SERRA, I. M. R. de S.; TOMASI, M.; PANDINI, C. C.; SCHLÜNZEN Jr, K.; RAUSKI, E.; CAMPOS, V. G.; KNÜPPEL, M. A. C.; VIDAL, E. M. e ALBUQUERQUE, J. C. M. de (Orgs.) *Práticas de inovação no ensino superior: a EAD nas universidades estaduais e municipais*. São Luis: Ed. Uema, 2017.

STEUER, R. *PBL structure and stories: wins, fails, and where to start*. Indianapolis, EUA: Magnify Learning, 2018.

TABA, H. *Elaboración del currículo: teoría y práctica*. Buenos Aires: Editorial Troquel, 1974.

TELES, L. F. *Aprendizagem colaborativa online*. Letônia: Novas Edições Acadêmicas, 2015.

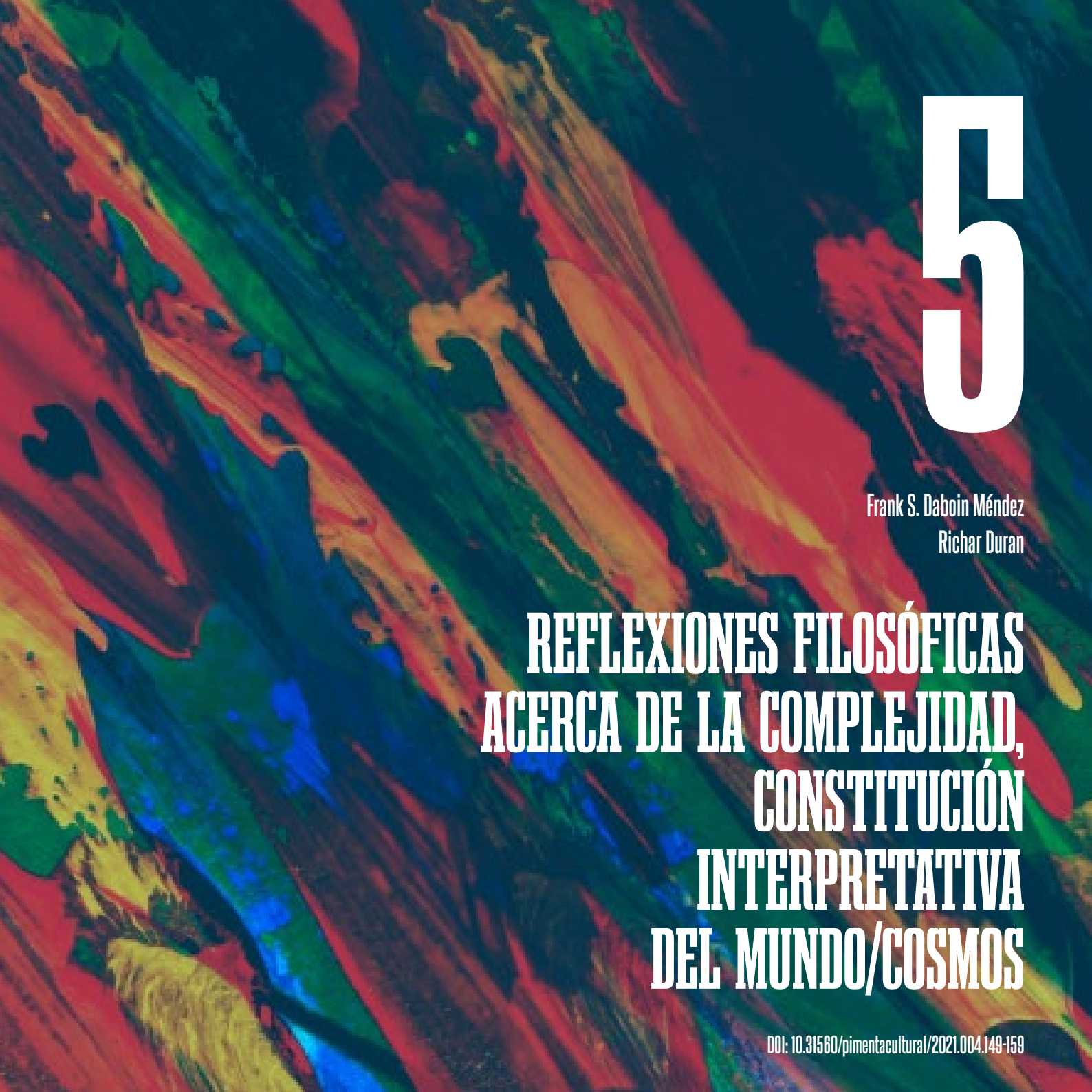
VALENTE, J. A. e MORAN, J. M. *Educação a distância: pontos e contrapontos*. Arantes, V. A. (Org.) São Paulo: Summus, 2011.

VICKERY, A. *Aprendizagem ativa nos anos iniciais do ensino fundamental*. Porto Alegre: Penso, 2016.

ZABALA, A. *A prática educativa: como ensinar*. Porto Alegre: ArtMed, 1998.

ZABALA, A. *Como aprender e ensinar competências*. Porto Alegre : Penso, 2014.

ZABALA, A.; BASSEDAS, E.; ARNAU, L.; COLOMER, T.; CAMPS, A.; PERRENOUD, P.; HUGUET, T.; SOLÉ, I.; BONAFÉ, J. M.; BRIGHOUSE, T. e WOODS, D. *Didática Geral*. Porto Alegre: Penso, 2016.



5

Frank S. Daboin Méndez
Richar Duran

REFLEXIONES FILOSÓFICAS ACERCA DE LA COMPLEJIDAD, CONSTITUCIÓN INTERPRETATIVA DEL MUNDO/COSMOS

DOI: 10.31560/pimentacultural/2021.004.149-159

RESUMEN:

Este ensayo es una aproximación a las bases filosóficas que interpretan el mundo/cosmos en significación de la complejidad en la representación de lo real. Pues la civilización humana intentando reducir lo complejo, llevo el todo a una suma de las partes, surgiendo el paradigma de la simplificación, para articular la explicación e interpretación de la realidad. La cual alcanzo grandes éxitos y contribuyo con el desarrollo científico hasta que las contradicciones fueron surgiendo y abriéndose grietas inconmensurables, ya que no era capaz de interpretar una serie de eventos de la realidad, razón por la cual emerge la necesidad del pensamiento complejo, con una visión transdisciplinar, plurivalente, antagónica y complementaria de la realidad. Reconfigurándose las ideas del sistema filosófico de Parménides y Heráclito, como base de una utopía realizable en la constitución de un pensamiento complejo.

PALABRAS-CLAVE: Complejidad; Sistema Filosófico de Parménides y Heráclito; Mundo/Cosmos.

INTRODUCCIÓN

Comprender el mundo/cosmos en su totalidad es rememorar la noción de complejidad edificada por la civilización griega en complementariedad a las civilizaciones orientales, desde las cuales se va configurando un significado a la idea de lo real en correlato al concepto metafórico del multiplex, entendido este como un entretejido de todos los componentes de un sistema, sus interacciones y sinergias.

Las huellas de la complejidad en casi todas las civilizaciones se materializan en la diversidad paradigmática del mito⁵. Pues, a pesar que las culturas muestran signos de información no hereditarios que transmigran de generación en generación, son los arquetipos de estos mitos los nexos vehiculantes que proporcionan integridad a cada percepción filosófica de la realidad como sistema unificante, lo que produce sentido a la idea de “totalidad” de las cosas, la totalidad como unión entre lo mítico, lo religioso y lo científico, en la interpretación del mundo/cosmos de lo real en complementariedad a las nociones de la realidad.

Si bien es cierto que los matices pluridisciplinares con sus variados métodos sustentados en la visión hegemónica del paradigma reduccionista o neopositivismo lógico convergen en un conocimiento científico, ello no implica que la verdad devenida del fenómeno de estudio sea un conocimiento inamovible, es decir, una verdad absoluta con certeza del mundo/cosmos, sino una aproximación a ese aspecto de lo real que constituye el multiplex, lo que hace reflexionar en la catástrofe por las cuales la multiplicidad de las cosas emerge de dicha unidad hasta demarcar nuevas relaciones y nuevas configuraciones que nos aproximan cada vez más a una inteligibilidad de la totalidad.

⁵ La palabra mito deviene etimológicamente del griego mythos, que significa palabra, leyenda o relato que pueden tomar la narrativa de historias de divinidades, de una fábula o fantasías con elementos ficcionales, pronunciadas en congregaciones de una ceremonia.

En este sentido, las premisas que sirven de base para la argumentación acerca del origen de la complejidad en la interpretación del mundo/cosmos en la configuración del multiplex de nuestra civilización humana corresponden a las ideas de los filósofos griegos Parménides y Heráclito, referentes que corresponden elementos antagónicos complementarios. Esta consideración es determinante para la sustentación filosófica de la complejidad, puesto que, desde la visión de Parménides, el multiplex encierra una esencia de las cosas, lo cual es lo invariable e indivisible y constituye el “Ser” como una cualidad inmutable en el mundo/cosmos, mientras que para Heráclito, el todo o unidad en su condición del “Ser” es un devenir, bajo esta significación subyace el cambio, el caos, la evolución.

COMPLEJIDAD, COMPLICACIÓN O COMPRIMIBILIDAD

La complejidad es el plexus que entreteje un sistema, en nuestro caso el mundo/cosmos. De allí que puede pensarse que es un sistema con muchos componentes y relaciones, por lo que es imposible conocer el total de ese sistema por lo complicado que encierra. Sin embargo, sistemas análogos en muchas componentes han podido ser descritos bajo modelos de la física, tales ejemplos pueden encontrarse en termodinámica. Esto permite inferir que no es exclusivamente por la gran cantidad de elementos de un sistema lo que lo hace complejo, sino por la susceptibilidad que muestra en la evolución de una dinámica no lineal, ya que un sistema constituido por sólo tres elementos puede configurar un sistema complejo.

Ahora bien, las limitaciones de la especie humana a nivel neurológico para hacer comprimible un sistema de gran cantidad de datos con muchos o pocos elementos que en su dinámica evoluciona

bajo efectos externos e internos, lo hacen irreductible para su predictibilidad y por ende en un reto al pensamiento reductivo. De esta manera, la predictibilidad determinística pasa a ser una predictibilidad probabilística, y su relación de conocimiento total es efímera por cuanto cualquier cambio en el sistema por pequeño que sea propicia dinámicas distintas, tales como algunos tipos de atractores, entre el más conocido el efecto mariposa.

A este respecto, puede algún lector contrariar tal argumento al señalar que con disposición de un potente ordenador es posible predecir con gran sutileza la dinámica de un sistema que configure un conjunto complejo, sin embargo, temo decir, que la racionalidad y éxito de las ciencias computacionales no libran al paradigma de la simplificación para predecir con determinación mecanicista la dinámica del sistema complejo bajo estudio, una de los restrictivos emerge de la misma física cuántica, con el principio de incertidumbre de Heisenberg, el cual imposibilita que un par de variables dinámicas conjugadas pueda medirse a la vez con exactitud, por lo que si puede es medirse una de ellas a expensas de no precisión de la otra magnitud conjugada.

De todo ello se puede expresar que complejidad, complicación y comprensibilidad son conceptos con significaciones distintas, su relación es concatenante en grados de conocimiento a lo real de un sistema. Por ello, la cosmovisión de una totalidad del sistema mundo/cosmos, es en principio una utopía para la comprensión humana, aunque no por ello una imposibilidad para superar el paradigma reduccionista simplificacionista en el viraje a formas de pensamiento transdisciplinarios, que den apertura a una conjugación de métodos y matices de interpretación en pensamiento sistémico.

ANTAGONISMOS COMPLEMENTARIOS: LO INMUTABLE Y LO CAMBIANTE

De las premisa filosófica de Parménides, acerca de un algo inmutable en la esencia de las cosas, del sistema complejo del mundo/cosmos, se establece una paridad oposicional a la premisa filosófica de Heráclito, en el devenir de las cosas; los cuales se complementan en la configuración de una nueva significación que emerge de las tesis de los filósofos griegos Leucipo y su discípulo Demócrito, quienes desarrollaron la fundamentación argumental en la que manifiestan que los átomos son los constituyentes mínimos e indivisibles de todo sistema y las fragmentaciones o fusiones entre otros átomos constituyen los cambios en el mundo (SPAVIERI, 2005). Desde esta fusión entre lo indivisible y lo cambiante, se interdefine las ideas de Parménides y Heráclito, contemplación a lo real en imagen de un mundo susceptible de interpretación.

En este punto entra al escenario narrativo de estas líneas, la física cuántica como sistema que inicia con la idea de encontrar en el Urstoff, la esencia de lo inmutable a lo que pudiera significar un orden y una ontología última que liga todo el sistema mundo/cosmos, puesto que todo está constituido de átomos, y este campo de la física (la física cuántica de campos) ha otorgado gran exactitud y aplicaciones a los sistemas teóricos y prácticos, sin embargo, ella no nos ha develado el secreto desde el cual se pueda explicar y comprender las interrelaciones de lo cambiante a esquema de cartografía de totalidad. Empero, ya se dijo en líneas anteriores que la dinámica de un sistema es la limitante que hace a un sistema complejo y más aún a escala cuántica, un grado de fluctuación que posibilita una comprensión y conocimiento por magnitudes de probabilidades.

Desde esta perspectiva, la biosfera del sistema multiplex es reducida a entidades inanimadas, regida por leyes universales e inmutables que han de develar una imagen mecanicista del mundo para su inteligibilidad a condición de una configuración cambiante en apariencia de las formas del conocimiento, creando así el idealismo platónico del mundo nouménico desde el que se materializa el mundo fenoménico en proyección de las esencias eternas de el “ser”, es decir, de la verdad ultima e inmutable de lo real al multiplex. Y a razón de tal argumento las leyes de la naturaleza se rigen por sistemas propios de este mundo nouménico, es decir, las matemáticas, perpetrando una imagen de la complejidad proyectada en la superposición de las partes al todo, cohesionada por el devenir de la causalidad en la institucionalidad del método científico.

Por otro lado, Descartes en su discurso del método señala la necesidad de comprender los sistemas más simples para ascender a la comprensión de los sistemas más complejos, y desde allí presuponer una lógica reductiva que ingenuamente sucumbe ante el multiplex, aunque gana en asunción de una dimensión epistemológica y por ende a una inteligibilidad de lo complejo, herencia que ha permitido desde el paradigma racionalista-simplificacionista el éxito en el cartograma del sistema newtoniano, al que más tarde el eminente matemático Poincaré derrumbo con un pragmatismo único, el problema de los tres cuerpos como sistema no-lineal, y que guarda una dinámica compleja, aún a pesar de las constituidas leyes de la mecánica newtoniana en su predictibilidad y su derivación matemática a través de los lagrangianos como resignificación a mayor refinamiento del sistema mecánico del mundo/cosmos.

Vemos con la referencia anterior, que el determinismo como propiedad de los sistemas se quiebra frente a pequeñas variaciones en las condiciones iniciales del comportamiento predictible de un sistema, por más simple que sea. En palabras de Wagensberg (1998)

“el conocimiento es necesariamente finito mientras que la complejidad, según cabe presumir, es infinita” (p. 84). Así pues, la pretensión de un sistema con estructura compleja, cuya evolución pueda deducirse de las propiedades de las partes, sólo podrá dar lugar a una suerte de cartografía de figuras con regularidad, auto-organización y mecanismo generador de localidades estructurales a través de la concentración local de energía, bajo las condiciones de estar lejos del equilibrio y con un grado de co-dependencia con los entes constituyentes; en compensación a una racionalidad que permita hacer predicción y uso efectivo de los modelos para su intervención en la realidad, sin que con ello se alcance la comprensión extensa del sistema.

Desde otra dimensión, la cosmovisión de un lenguaje matemático como vehículo entre lo nouménico y lo fenoménico—preestablecido por Platón y luego adoptado por Galileo—también fue trastocada por el multiplex, en la que sus premisas iniciales de origen filosófico (la matemática como lenguaje universal y descriptora de lo real) le otorgaron una condición de lenguaje objetivo y trascendental, un carácter de lenguaje descriptor de todos los sistemas simples y complejos, doctrina que debió auto-organizarse tras la publicación de dos teoremas de la incompletitud probados en 1931, por el lógico y matemático Kurt Gödel, quien sentencio el programa de su homologo matemático David Hilbert, quien pretendía la formalización total del razonamiento matemático de las cosas, sistemas o estructuras completas (neumónicas o fenoménicas) a través de una simbolización y operatividad lógica que convergiera en cierto algoritmo del paradigma reduccionista. Y dentro de este rango de implicaciones a la complejidad computacional es irreducible, una situación que conduce a la clase de problemas P versus NP, cuyo propósito es decidir si es cierto o no que $P=NP$, es decir, que todo problema para el que se puede verificar eficientemente su solución es un problema para el que se puede calcular su solución de forma eficiente (DAWSON Jr, 1999).

Las consideraciones teóricas expuestas no impiden que se pueda intentar estudiar sistemas complejos e interpretar el multiplex de nuestro mundo/cosmos más allá del paradigma dominante del reduccionismo positivista, por el contrario tal limitación permitió la creación de una bifurcación para la comprensión de la complejidad usando el contexto del enfoque sistémico y el enfoque holístico cómo métodos de estudio para preveer las propiedades emergentes del sistema a partir de sus relaciones; un corolario aforístico planteado por el filósofo Eherenfels sintetiza lo antes señalado en las palabras: “el todo es más que la suma de las partes” (citado en Spavieri, 2005; p. 191). De ello se infiere que no es del todo posible hacer comprensible un fenómeno de lo real por acción conjunta de suma de las partes, sino de las sinergias y evoluciones que se desarrollan a lo largo de una espacio-temporalidad.

Una extrapolación a los anteriores señalamientos, se puede referenciar en el ideal estético del arte como forma de conocimiento que integra las premisas de la complementariedad de la paridad oposicional de Parménides y Heráclito, evidenciadas en la pintura del artista Rafael Sanzio denominada Escuela de Atenas, en la que se exhibe la inherente complejidad de mundo/cosmos (el “ser”) a partir de transdisciplinariedad (el “devenir”) en las relaciones y sinergias de sus elementos constituyentes.

A MANERA DE CONCLUSIÓN

En virtud de lo anterior, la complejidad queda retratada con el deseo de comprender lo incompresible, justificación que conllevo a ciertas etapas de la civilización humana a la estructuración positivista del Mundo/Cosmos, para la búsqueda de una esencia ontológica del “ser” a través de una serie de ecuaciones lineales con equilibrio en

estabilidades predictibles, un orden, una simetría espacio-temporal y una nula susceptibilidad a las variaciones iniciales del sistema.

Pero la manifestación del multiplex es en sí misma un sistema incompresible que orienta a sus entes hacia las múltiples miradas con sus diferentes métodos para transmigrar del paradigma reduccionista al paradigma complejo, sobre todo viendo la cosmovisión de una ecología de la vida que cada vez busca la preservación en intento de no perecer a lo que parece llevarnos la acción humana en la asunción de un paradigma reduccionista frente al holístico/sistémico, en la utopía del paradigma complejo.



Figura 1. La escuela de Atenas - Rafael (Pintura al fresco). Fuente: *The Yorck Project* (2002) 10.000 Meisterwerke der Malerei. [https://commons.wikimedia.org/w/index.php?title=Category:PD-Art_\(Yorck_Project\)&from=R#/media/File:Raffael_058.jpg](https://commons.wikimedia.org/w/index.php?title=Category:PD-Art_(Yorck_Project)&from=R#/media/File:Raffael_058.jpg)

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

DAWSON Jr, J. W. *Gödel y los límites de la lógica*. *Investigación y Ciencia*, n. 275, agosto 1999. p. 58-63. 1999.

GONZÁLEZ, Pedro. *Ciencia y Complejidad*. Obra inédita, en trámites editoriales. 2003.

SPAVIERI, Gianfranco. *Los fragmentos del arco iris. El mito de la física*. Consejo de Publicaciones Universidad de Los Andes, Mérida, Venezuela. 2005.

WAGENSBERG, Jorge. *Ideas para la Imaginación Impura: 53 reflexiones en su propia sustancia*. Tusquets Editores, S.A, Barcelona, España. 1998.

6

Rafaele Rodrigues de Araújo
Marcia Lorena Saurin Martinez

GLOSSÁRIO SOBRE INTERDISCIPLINARIDADE: emergências de pesquisas no contexto da formação de professores de Ciências

DOI: 10.31560/pimentacultural/2021.004.160-186

RESUMO:

A escrita tem por finalidade desenvolver um glossário e discutir os conceitos emergentes sobre interdisciplinaridade realizados em pesquisas no contexto da formação de professores na área de Ciências. Nesse contexto, utilizamos o método cartográfico, operando com três gestos atencionais - rastreio, toque e reconhecimento atento - propostos pela autora Virgínia Kastrup et. al. (2012). Ao cartografar os diferentes espaços, percebemos a existência de expressões emergentes, manifestadas ao longo dos processos de planejamento e ações interdisciplinares. Salientamos que a formação docente na perspectiva interdisciplinar requer a transformação da própria realidade, uma vez que exige do professor outra forma de se relacionar com o conhecimento global e, ao mesmo tempo, abrangente de um fenômeno.

PALAVRAS-CHAVE: Glossário, conceitos emergentes, formação de professores, método cartográfico, interdisciplinaridade.

CONSIDERAÇÕES INICIAIS

Sabemos que a interdisciplinaridade é um assunto que apresenta problematizações a um certo tempo, sobre suas concepções, entendimentos e perspectivas, os quais continuam sendo diversificados e dependentes da ontogênese do pesquisador. Com isso, as pesquisas realizadas que apresentam como temática, princípios ou campo empírico voltados a interdisciplinaridade nos mostram que algumas características estão intrínsecas a esse assunto.

Nesse contexto a formação de professores na perspectiva interdisciplinar é um desafio emergente, visto que permeia desde a formação inicial a continuada, chegando aos processos de ensino e aprendizagem. Fazenda (2013) ressalta que várias são as pesquisas que apontam para uma interdisciplinaridade introspectiva do professor no Brasil, ou seja, voltada a sua formação enquanto pessoa e suas formas de agir. Além disso, destaca a união de três lógicas na formação do professor interdisciplinar, sendo elas, o sentido, a intencionalidade e a funcionalidade. Lenoir e Hasni (2004) explicitam a importância das três lógicas estarem articuladas. “Negar o rechazar una de estas tres concepciones sería una grave equivocación, si de lo que se trata es de concebir y de actualizar un enfoque interdisciplinario innovador, orientado hacia una formación integradora”. (LENOIR e HASNI, 2004, p. 180).

Com isso, compreendemos que a interdisciplinaridade vai além de uma mera integração entre conteúdos de várias disciplinas, mas uma forma de ser, agir e pensar. Fazenda (2011a, p. 11) afirma que ser interdisciplinar é ter “[...] uma nova atitude frente à questão do conhecimento, de abertura à compreensão de aspectos ocultos do ato de aprender e dos aparentemente expressos colocando-os em questão”. Assim, assumimos nossas pesquisas analisadas

nessa escrita enquanto ordens teórica, pessoal e metodológica de professoras pesquisadoras interdisciplinares.

Na pesquisa interdisciplinar se faz necessário exercitar os cinco princípios de uma prática interdisciplinar, a humildade, o desapego, a coerência, a escuta e o respeito (FAZENDA, 2011a). Ressaltamos que somente assim conseguimos compreender que a opinião do outro é importante e que no coletivo a construção do conhecimento ocorre de forma agregadora e dialógica.

Dessa maneira, retomar e reviver memórias contidas em pesquisas anteriores nos fazem ter um novo olhar, com outras percepções sobre o que emerge dessas investigações. Morin (2015a) disserta que o uso do prefixo RE está ligado às ideias de recomeço e renovação, de reforço e comunicação/conexão entre aquilo que pode estar separado. “O regresso do antigo não é senão o surgimento da renovação. RE significa não só o retorno do antigo, mas renovação” (MORIN, 2015a, p.381, grifo do autor).

Fazenda et al. (2015, p. 120-121) também discutem sobre esse processo de retomar o que já aconteceu de forma diferenciada, pois se “[...] a pesquisa interdisciplinar sempre nasce de um incidente crítico, ao revisitar o baú de nossas lembranças, os momentos significativos de nossa vida vão aflorando e trazendo à tona os momentos importantes que serão o diferencial para a pesquisa”.

Nessa perspectiva, com esse olhar de renovação, que a escrita tem por finalidade desenvolver um glossário e discutir os conceitos emergentes sobre interdisciplinaridade realizados em pesquisas no contexto da formação de professores na área de Ciências. Com isso, nos próximos tópicos discorreremos como realizamos o processo de revisitar nossas pesquisas e as interações entre acadêmicos e docentes do curso de pós-graduação por meio do método cartográfico, amparado pela construção teórica de Virgínia Kastrup et al (2012). Para

finalizar esse percurso realizado, no glossário trazemos discussões e teorias sobre a interdisciplinaridade através das palavras-chave que emergiram desse movimento rememorar às investigações.

A CARTOGRAFIA DAS PESQUISAS INTERDISCIPLINARES EM CONTEXTOS DA FORMAÇÃO DE PROFESSORES NA ÁREA DE CIÊNCIAS

Para que possamos desenvolver um glossário e discutir os conceitos emergentes sobre interdisciplinaridade realizados em pesquisas em contextos da formação de professores na área de Ciências, utilizamos o método cartográfico, na perspectiva teórica de Kastrup et al. (2012). Essa opção se faz no momento em que percebemos a existência de um território em movimento, isto é, “[...] o território é antes de tudo lugar de passagem” (DELEUZE e GUATTARI, 1997, p.132), não padronizado, mas conduzido pelas experiências de todos os envolvidos nesse processo.

Desse modo, a intenção é evitar a predisposição de uma resposta, isto é, compreender e acompanhar o ambiente como sendo aberto e caótico, com o cartógrafo na condição de aprendiz, lançando-se na posição de um olhar atento, mas sem a intenção de encontrar ideias pré-definidas. Para Alvarez e Passos (2012, p.137), o cartógrafo precisa “[...] cultivar uma receptividade afetiva ao campo”, no sentido de evitar um posicionamento a priori, mas também perceber-se no território construído”.

É por meio da cartografia que transitamos por diferentes espaços: experiências com licenciandos em Ciências da Natureza, com docentes do curso de Licenciatura em Ciências na modalidade

a distância e com estudantes de pós-graduação em Educação em Ciências, todos ofertados por uma universidade federal. Esses espaços são produções desenvolvidas em tese de doutoramento, dissertação de mestrado e docência universitária, respectivamente.

Diante desse contexto, cartografamos tais produções e operamos com os três gestos da atenção cartográfica na perspectiva de Kastrup et. al. (2012), composto pelo: rastreio, toque e reconhecimento atento, que serão elucidados a seguir.

Ao revisitar as pesquisas de doutorado, mestrado e os diálogos e interações entre os estudantes do curso de pós-graduação, percebemos a existência de um fenômeno em comum: a vivência de processos de planejamento e ações interdisciplinares potencializadas e problematizadas pelos relatos dos licenciandos em Ciências da natureza, dos docentes do Curso de Licenciatura em Ciências e dos estudantes da disciplina da pós-graduação. Esse primeiro movimento compõe o rastreio que se configura no “gesto de varredura do campo (...), isto é, rastrear é também acompanhar mudanças de posição e ritmo” (KASTRUP, 2012, p. 40). Assim, o rastreio não se define como uma busca de informação, mas visualizar os dados das pesquisas e interações entre os sujeitos participantes desse processo de estudo.

Após essa percepção inicial, percebemos a recorrência de palavras-chaves vinculadas a ideia da interdisciplinaridade. Nesse instante o toque é “[...] notado como uma rápida sensação, um pequeno vislumbre, que aciona em primeira mão o processo de seleção [...]”. Algo que se destaca e ganha relevo no conjunto, em princípio homogêneo, de elementos observados” (KASTRUP, 2012, p.42) e não segue um caminho unidirecional para chegar a um fim determinado. Logo, através desse gesto atencional, “[...] a cartografia procura assegurar o rigor do método sem abrir mão da imprevisibilidade do processo do conhecimento, que constitui uma exigência positiva do processo de investigação ad hoc.” (KASTRUP, 2012, p.43).

Sendo assim, nesse momento emergiram 40 palavras-chave, sendo essas: interação, iniciativa, autonomia, criatividade, incertezas, atitude, recursividade, negociação, identidade, intencionalidade, (re)pensamento, trabalho colaborativo, planejamento, compreensões conceituais, fragilidades, reciprocidade, disciplinas, hierarquia disciplinar, interligações de ações, complexo, conhecimento, individual, coletivo, compartilhar, humildade, disposição, aprimorar, diálogo, escuta, problema, coerência, persistência, paciência, respeito, desapego, possibilidades, estética, intuição, abertura e desafio frente ao novo. A fim de dar visibilidade às análises dessas palavras-chaves, faremos um glossário com algumas delas, no intuito de discutir e problematizar os conceitos emergentes sobre interdisciplinaridade em contextos da formação de professores na área de Ciências. Dessa forma, o destaque e a discussão ocorrerá em torno das seguintes palavras: interação, humildade, trabalho colaborativo, identidade, intencionalidade, hierarquia disciplinar, criatividade, intuição e incerteza.

Nessa perspectiva, realiza-se o reconhecimento atento e “[...] tem como característica nos reconduzir ao objeto para destacar seus contornos singulares. A percepção é lançada para imagens do passado conservadas na memória” (KASTRUP, 2012, p. 46). Esses contornos singulares são as discussões tecidas pelas percepções ao cartografar, atreladas aos interlocutores inseridos nesse processo e os teóricos que fundamentam os movimentos de pesquisa. Esse gesto atencional não se dá de forma linear, mas como ponto de interseção entre a percepção e a memória, assim “[...] o presente vira passado, o conhecimento, reconhecimento. Memória e percepção passam a ser trabalhadas em conjunto” (KASTRUP, 2012, p. 46), realizando um trabalho de construção por meio da síntese de todas as reflexões estabelecidas por gestos, imagens, falas e reflexões desenvolvidas ao longo do processo caracterizado pelas reflexões apontadas.

EMERGÊNCIAS DAS EMERGÊNCIAS: GLOSSÁRIO DAS PESQUISAS

Interação

A palavra-chave interação se fez presente na pesquisa realizada com licenciandos em Ciências da Natureza, em que os mesmos relataram que os lugares de formação “[...] são permeados por interações, envolvendo diversas formas de encontro do licenciando com o outro, seja com os docentes ou colegas da Universidade e/ou professores e estudantes das escolas” (ARAUJO, et al, 2019, p. 99). Nesse sentido, discutimos como o conceito de interação permeia às questões da interdisciplinaridade. Fazenda (2011b, p. 12) explicita que interação “é condição de efetivação da interdisciplinaridade. Pressupõe uma integração de conhecimentos visando novos questionamentos, novas buscas, enfim, a transformação da própria realidade”.

Outros autores como Zabala (2002, p. 33) afirmam que a interdisciplinaridade é “[...] a interação entre duas ou mais disciplinas, que podem implicar transferência de leis de uma disciplina a outra, originando, em alguns casos, um novo corpo disciplinar [...]”. Sabemos que a etimologia da palavra faz com que compreendemos que a interdisciplinaridade não tem como não estar relacionada a interação, visto que ao analisarmos o prefixo inter, temos esse significado de entre, dentro, em meio.

No entanto, como a pesquisadora Fazenda (2011b) disserta em sua definição, a interação é um dos elementos necessários para a ocorrência de uma prática interdisciplinar, mas não a definição da

mesma. Com isso, compreendemos que a interação ocorre quando se tem o encontro e diálogo com as diversas áreas do conhecimento, com diferentes pessoas, ou seja, um processo que não ocorre de forma individual, mas de forma coletiva em conjunto com o outro. Para isso, precisamos ter humildade para lidar com situações com que não temos conhecimentos ou vivências que nos propiciem resolvê-las, de modo que temos que buscar a contribuição e colaboração de outros sujeitos.

Humildade

A humildade é uma das palavras-chave que emergiram na aula da pós-graduação em que os estudantes refletiram sobre o conceito de interdisciplinaridade. Além disso, esse conceito está relacionado a um dos cinco princípios da interdisciplinaridade, os quais a pesquisadora Ivani Fazenda reflete em vários dos seus escritos e pesquisas.

Ter humildade em relação a interdisciplinaridade é “[...] reconhecer que construímos um mundo e não o mundo com o outro” (FAZENDA, 2015, p. 18, grifos da autora), de modo que percebemos que a prática interdisciplinar não está relacionada somente com a ação, mas com a forma de pensar e sentir dos sujeitos. Ser humilde é reconhecer nossas limitações, de modo a agirmos de acordo com nossas fragilidades, mas compreendendo que com a contribuição do outro podemos sanar e/ou melhorar essas dificuldades.

Nesse sentido, a humildade envolve o autoconhecimento, visto que para sabermos nossas limitações temos que nos entender como sujeitos. Santos Neto (2013, p. 147) faz um questionamento ressaltando essa relação da humildade interligada com o processo de autoconhecer-se.

Ora, como vivenciar amor, humildade, fé nos homens e pensar crítico num processo educativo, sem um profundo e sistemático trabalho de autoconhecimento no qual às experiências internas e

externas do sujeito vão sendo retomadas e reorientadas em direção aos(s) outro(s) de cujo processo formativo se participa? (SANTOS NETO, 2013, p. 147, grifos do autor)

Com isso, na perspectiva interdisciplinar a humildade é uma característica intrínseca do sujeito que se coloca a disposição de desenvolver uma prática com essas características. Nessa proposição, ter ações e pensamentos interdisciplinares na sala de aula é compreender que buscar a contribuição e colaboração de outros sujeitos se faz necessário nesse processo educativo, ou seja, a existência de um trabalho colaborativo.

Trabalho Colaborativo

O trabalho colaborativo torna-se evidente, visto que, é por meio deste que as relações de integração entre sujeitos e seus objetos de conhecimento se fazem presentes. Para que, de fato, exista um trabalho colaborativo e, por tanto, interdisciplinar, os docentes têm o desafio de ultrapassar suas concepções individualizadas, as perspectivas teóricas e seus princípios discursivos, para abrir-se ao encontro com outros diálogos, outros saberes e, portanto, novas propostas pedagógicas (FAZENDA, 1994).

As situações empíricas em que foi possível visualizar o trabalho colaborativo, referem-se às ações realizadas em um Curso de Licenciatura em Ciências na modalidade a distância, ofertada por uma Universidade Federal, “na medida em que os docentes aceitam o desafio de trabalhar no coletivo, partindo de um ambiente disciplinar para construir um espaço interdisciplinar por meio das ações ao planejar” (MARTINEZ, 2015, p. 54). A proposta desse trabalho coletivo visa estabelecer atividades articuladas, permitindo revelar os desejos, as emoções, as concepções epistemológicas e metodológicas dos docentes nesse curso.

Nessa concepção de atividade docente, a cultura de trabalhar junto requer mais tempo para desenvolver o planejamento, pois, através da interação, cada área manifesta suas especialidades, na intenção de uma criação coletiva contendo os múltiplos conceitos. Dessa forma, a preocupação dos docentes do curso era de construir o material didático com a intenção de chegar no final com um produto do coletivo, daquela interdisciplina que foi construída coletivamente.

Esse fato sinaliza a busca pela articulação entre saberes, novas compreensões da realidade e transposição de conceitos, se comparados ao viés tradicional de educação. Fazenda (2002) destaca que o estabelecimento de uma relação de reciprocidade, de mutualidade, do diálogo entre os interlocutores de um projeto construído coletivamente, é uma das características do trabalho colaborativo.

Nesse sentido, para a efetivação desse trabalho, a autora considera relevante a atitude, a vontade individual de envolvimento no planejamento e que a colaboração entre as diversas disciplinas conduza a uma interação, a uma intersubjetividade, enriquecendo as relações sociais que convergem a empatia do grupo por meio das trocas de ideias e sugestões. Na dinâmica do planejar percebemos que o diálogo entre os docentes é essencial para a ampliação da competência de cada um e a capacidade de aprender juntos, bem como para criação de argumentação e consensos nas decisões em coletivo. A busca por desenvolver estratégias para o surgimento de um novo conhecimento parte na abertura de aprender e integrar-se com o outro. De acordo com Demo (1997), se o professor tem a abertura para o diálogo, as ações subsequentes acontecem de uma maneira natural, porque o docente está aberto para o encontro com seus pares, para a convergência entre os conhecimentos e, possivelmente, para a construção de um texto único, escrito a muitas mãos (DEMO, 1997, p.104).

Desse modo, consideramos o planejamento como o processo colaborativo de concepções singulares, isto é, as concepções individuais desenvolvidas no coletivo são recursivas, na medida

em que as mesmas se repetem, mas não se replicam (MATURANA, 2002). Para o autor, estamos em constantes interações recorrentes com o meio, no fluir de nossas vivências que se transformam a cada experiência com o outro. Nesse movimento conjunto, desenvolvemos novas ideias, novos conhecimentos e saberes produzidos no coletivo.

Os docentes do referido curso tinham a preocupação em demonstrar esse trabalho colaborativo nos materiais didáticos elaborados, visto que, os conceitos de determinadas disciplinas eram diferentes, mas as ações para desenvolver suas relações foram iguais, ou seja, convergiam, visto que, caso contrário, o material teria a caracterização de uma disciplina única e não é essa a proposta do curso. Em outras palavras, a ideia dos professores era de articular os diferentes materiais didáticos, inferindo às ações semelhantes, pois caso contrário, corria-se o risco de estruturar uma nova disciplina.

Para que essa organização se fizesse presente, a presença da postura participativa e colaborativa torna-se relevante, uma vez que os docentes se mostravam inquietos com a organização da estrutura das interdisciplinas. No entanto, existe também, a dificuldade de relacionar os conceitos disciplinares e isso justifica-se pela preocupação de cumprir a ementa rigorosamente, na tentativa de compreender todos os conteúdos curriculares.

Com isso, no ambiente de coletividade evidenciamos empreendimentos interdisciplinares, pois “não é mais possível separar o conhecimento da prática. Há uma interdependência profunda entre ambos, uma reciprocidade, ou mesmo, uma relação dialética de auto implicação” (FAZENDA, 1994, p. 45). Ou seja, no sentido mais restrito, significa que as ações ao planejar acontecem concomitantemente nas discussões e reflexões das concepções e métodos. Isso reporta que a identidade de cada professor está sendo construída por meio do diálogo e da articulação que se estabelecem entre os docentes ao planejar suas atividades.

Identidade

Essa palavra-chave também foi evidenciada ao longo da organização de planejamento dos docentes no curso de Licenciatura em Ciências e, como ressalta Pimenta (2008), a identidade é um processo de construção do sujeito historicamente situado. Para tanto, a palavra identidade representa a existência de mudanças de posturas e atitudes dos docentes. Isso apenas acontece quando ocorre de fato ações interdisciplinares, na sintonia e adesão recíproca, uma mudança no agir e no pensar, do disciplinar para o interdisciplinar que parte da predisposição de cada docente (FAZENDA, 1995). No contrário, haverá apenas uma integração, em que acontece parcialmente o confronto de métodos, teorias e justaposição de conteúdos de disciplinas heterogêneas, isto é, “o nível interdisciplinar exige uma transformação, ao passo que o nível de integrar exige apenas uma acomodação” (FAZENDA, 1995, p. 51).

A construção da identidade de cada docente nas ações interdisciplinares que emergiram no referido curso, permite o reconhecimento de seus limites e incertezas, sendo socializados de uma forma dialógica, ou seja, na compreensão de diferentes níveis realidade e entendimentos que são complementares, antagônicos e concorrentes ao mesmo tempo (MORIN, 2016).

Outra perspectiva é favorecer espaços de interação entre as dimensões pessoais e profissionais, potencializa a prática docente, na compreensão dessa relação recíproca da consciência individual e do ambiente coletivo, a fim de permitir aos professores apropriar-se dos seus percursos formativos. Nóvoa (1992) destaca que “a formação vai e vem, avança e recua, construindo-se num processo de relação ao saber e ao conhecimento que se encontra no cerne da identidade pessoal”. Portanto, a identidade se constrói nesse processo de formação em que necessita a reflexão sobre suas práticas educativas.

No enfoque interdisciplinar as diferentes realidades dos sujeitos são aproximadas, construindo pontes de ligações entre experiências, desejos e inquietações que antes existiam em territórios isolados e individualizados marcados por uma historicidade subjetiva. É como abandonar um território antes habitado, para lançar-se no desafio de construir outros territórios em que as incertezas e limitações individuais são trabalhadas coletivamente e, portanto, ampliar as relações interpessoais manifestada no compromisso profissional do educador, no envolvimento com os projetos de trabalho, na busca constante de aprofundamento teórico e, sobretudo, na postura ética e política diante das questões e dos problemas que envolvem o conhecimento.

Embora possua esse ambiente integrador, existe a necessidade do aporte institucional para manter esse espaço de reciprocidade de experiências e que torne esse espaço como permanência para ações interdisciplinares efetivas. Pombo (2006) discute a importância de construir estruturas institucionais que instaura e desenvolve uma organização interdisciplinar, visto que, “a interdisciplinaridade traduz-se na constante emergência de novas disciplinas que não são mais do que a estabilização institucional e epistemológica de rotinas de cruzamento de disciplina” (POMBO, 2006, p. 210), isto é, discutimos formas de romper as barreiras entre as disciplinas, mas a estabilização deste rompimento leva à definição institucional de uma nova disciplina, e não mais uma interdisciplina. Portanto, a instituição de ensino também pode ser incorporada no desejo da construção dessa identidade do docente, de forma a reconhecer a interdisciplinaridade e que a mesma não permaneça apenas na vontade e desejo de um pequeno grupo de docentes. É necessário, nesse viés, que a coordenação do curso participe ativamente nesse processo de discussão, desenvolvendo estratégias para acatar as necessidades e angústias dos docentes, reforçando laços e ações para problematizar a interdisciplinaridade na instituição com estruturas disciplinares.

Nessas relações interpessoais no processo de construção dessa identidade com intenção de ser interdisciplinar, por isso, evidenciamos a palavra-chave: intencionalidade, merece destaque, pelo conjunto das evidências empíricas do estudo ao longo do acompanhamento do planejamento das interdisciplinas com os professores do curso de Licenciatura em Ciências.

Intencionalidade

A intenção no planejamento das interdisciplinas do curso, circundou na ideia de criar uma “estrutura vazada” em que os estudantes, ao desenvolver as atividades, preenchiam essa estrutura, organizando o material com características próprias dessa construção coletiva, na parceria com os docentes e tutores. Nesse processo de organização, percebermos o sentimento intencional que se fez presente ao planejar as interdisciplinas, colocando o estudante como atuante nesse processo. O acadêmico torna-se coprodutor do material didático, uma vez que, preenche a estrutura vazada do planejamento, possibilitando a (re)significação de conceitos e construção de um produto construído coletivamente.

Nesse processo de interação, os docentes mostraram-se interessados em desenvolver a avaliação conjunta, isto é, buscavam-se criar formas para abarcar os conceitos das diferentes disciplinas em uma única questão, logo as avaliações foram pensadas por interdisciplinas, na busca de acompanhar o processo de produção do acadêmico.

Portanto, na medida em que ocorriam as ações de interação entre docentes e acadêmicos, a intencionalidade como uma postura nos remete ao fato de estarmos na busca por compreender o outro e a nós mesmos.

Nessa perspectiva,

(...) não há interdisciplinaridade se não há intenção consciente, clara e objetiva por parte daqueles que a praticam. Não havendo intenção de um projeto, podemos dialogar, inter-relacionar e integrar sem, no entanto, estarmos trabalhando interdisciplinarmente (FAZENDA, 2013, p.41).

A interdisciplinaridade implica em aproximar momentaneamente os conceitos de diferentes disciplinas, momentaneamente pois depende dos sujeitos que a prática (JANTSCH e BIANCHETTI, 2011), em outras palavras, cada docente deve estar aberto para colocar-se em sintonia com outros saberes, mas não pode extinguir sua própria especialidade. Dessa forma, requer de cada especialista a abertura para outras áreas diferentes da sua, no desejo de elaborar um produto pedagógico interdisciplinar. Para que se possa executar esse feito, a pesquisa torna-se uma aliada na “busca da construção coletiva de um novo conhecimento” (FAZENDA, 1991, p. 18) que parte da motivação intrínseca como um elemento chave para a aprendizagem (MATURANA, 2001).

Entretanto, esse sentimento intencional, no qual referimos a respeito do planejar as interdisciplinas, não possui um aspecto tendencioso, isto é, apenas existirá a complementaridade dos conceitos disciplinares quando necessário. “A interdisciplinaridade desenvolve-se de maneira natural e, portanto, a comunicação entre as áreas acontece quando necessário, orientada por um interesse comum”. (MARTINEZ, 2015, p. 94)

Sabemos que a “interdisciplinaridade não fica apenas no campo da intenção, mas na ação, que precisa ser exercitada” (FAZENDA, 1999, p.35), ou seja, por possuir um caráter polissêmico, seu modo de interpretar torna-se múltiplo, logo, constrói-se trilhando caminhos de incertezas e descobertas. O desenvolvimento de uma prática interdisciplinar parte da reflexão e entendimento dessa proposta, na necessidade de entrosamento, para que seja possível desempenhar ações educativas mais produtivas, com a cooperação de todos os envolvidos.

No entanto, mesmo que exista a intenção, ela deve ser operada em harmonia com o grupo, pois, na interação do corpo docente durante o planejamento interdisciplinar, surgem características singulares, de cada sujeito, que se sobressaem no coletivo. Assim, cada docente estabelece relações com os seus saberes e, mesmo inconscientemente, as opiniões, muitas vezes, são impostas numa relação de poder, em uma hierarquia disciplinar.

Hierarquia Disciplinar

Quando se fala em hierarquia disciplinar, podemos perceber que a mesma está presente em um espaço interdisciplinar, mesmo de uma forma a atrapalhar ou fragmentar a construção de um conhecimento em sintonia. A metáfora de Ferreira (1991, p.33) explicita essa compreensão:

O conhecimento é uma sinfonia. Para a sua execução será necessária a presença de muitos elementos: os instrumentos, as partituras, as músicas, o maestro, o ambiente, a platéia, os aparelhos eletrônicos etc. A orquestra está estabelecida. Todos os elementos são fundamentais, descaracterizando, com isso, a hierarquia de importância entre os membros. As partes se ligam, se sobrepõem e se justapõem num movimento contínuo, buscando um equilíbrio entre as paixões e desejo daqueles que a compõe. O projeto é único: a execução da música.

A metáfora apresentada demonstra a necessidade de evitar a hierarquia disciplinar muitas vezes presente nas ações no coletivo. Esse fato é associado ao modo de praticar a interdisciplinaridade, pois se a mesma é conduzida por meio de atividades justapostas, podem demonstrar as fragilidades de cada docente, visto que, a inexperience de estar envolvido em ações que necessite a negociação de ideias e a transposição de conhecimentos diversos, revela estratégias

pautados por desejos e angústias. Importante ressaltar que essa negociação e, por consequência, a não hierarquização disciplinar, é necessária para se desenvolver um trabalho coletivo pautado nas relações sociais em que cada docente estabeleça a predisposição a ter afinidades com o outro. Consequentemente, isso pode vincular ao êxito ou a dificuldades na prática interdisciplinar, uma vez que, se não existe “a aceitação do outro como um legítimo outro na convivência” (MATURANA, 2001, p.23), não há uma relação social e, por conseguinte, a interdisciplinaridade está ameaçada a não existir.

Salientamos, nesse aspecto, que a preparação prévia para o planejamento interdisciplinar se torna essencial, visto que, “[...] a riqueza de um trabalho interdisciplinar também estará condicionada pelos níveis de conhecimento e experiência das pessoas especialistas que integram a equipe” (SANTOMÉ, 1998, p.62).

Dessa forma, sabemos que a interdisciplinaridade não acontece a todo momento, em todas as atividades, mas é preciso estabelecer a disciplinaridade de maneira homogênea e respeitosa, na predisposição de esclarecer, debater questões metodológicas, conceituais e ideológicas com o grupo de trabalho. As ações interdisciplinares acontecem no fluir da prática, no acolhimento de ideias, deixando de lado a hierarquia disciplinar, onde apenas uma posição é considerada.

No curso de Licenciatura em Ciências na modalidade a distância, a predisposição de evitar a hierarquia disciplinar, por vezes mostrava-se pouco evidente, pois como a interdisciplinaridade é marcada pela insegurança, o grupo depositava confiança em uma única pessoa, devido a afinidade com todos os envolvidos, que coordenava o planejamento, considerando, entretanto, as opiniões e desejos de cada docente.

Nesse processo, ao longo das ações ao planejar, existiu a necessidade de comunicação universalizada, contemplando a

linguagem de cada especialização que caracterizou em um novo saber, evidenciando a preocupação com a intensidade de integrar as disciplinas de maneira a evitar sua justaposição, mas de haver ações de cooperação e coordenação orientadas por um eixo temático. Tais ações remetem ao consenso nas decisões por meio do diálogo intenso e, compreender e caminhar na insegurança, aprender com/no coletivo, na intenção compartilhar os pressupostos epistemológicos e metodológicos de cada especialista. Somado ao fato de estabelecer relações em comum, compreendendo o fenômeno na sua complexidade e desenvolvendo a criatividade de cada docente pertencente no coletivo.

Criatividade

Ser professor interdisciplinar é ser criativo! Iniciamos essa palavra-chave com a afirmação, visto que compreendemos que o professor que apresenta práticas interdisciplinares, não é linear, nem fechado em suas ações, busca resolver problemas das diversas formas possíveis. O caminho que constitui a prática interdisciplinar irá se desenvolver por meio dos sujeitos que se envolvem na mesma, é que irão compartilhar suas potencialidades e fragilidades.

Fazenda (2013, p. 27) ressalta que ser um pesquisador interdisciplinar é “[...] revelar também o lado artista, o lado poético, o lado sensível dos educadores [...]”. Percebemos que nas pesquisas interdisciplinares, na maioria das vezes, emerge uma metáfora que representa esse pensamento lúdico e criativo, assim como essa não linearidade da forma de pensar do pesquisador. A metáfora é a “[...] abertura do texto ou do pensamento para diversas interpretações, por ecoar nas ideias pessoais de um leitor ou de seu interlocutor” (MORIN, 2012, p. 99, grifo do autor).

O uso da metáfora na pesquisa interdisciplinar faz com que o pesquisador utilize esse objeto representativo para buscar alternativas de se conhecer e se posicionar de outras formas. “O ponto forte da metáfora é a criatividade, percurso estratégico, descobertas e inventividade [...]” (MELLO; ROJAS, 2013, p.64).

Destacamos a metáfora, como um dos aspectos emergentes quando falamos em interdisciplinaridade e/ou criatividade. No entanto, para ser um professor pesquisador criativo não é obrigatória a utilização da metáfora, pois de acordo com Maia e Vieira (2017, p.31) “agir criativamente significa desenvolver o potencial do ser humano, a sua capacidade de solucionar problemas, de compreender o mundo e de intervir a partir de novas leituras sobre a realidade vivida”.

Com isso, significamos que a criatividade faz parte dos processos interdisciplinares, enquanto forma de ser, agir e pensar. Thiesen (2008) traz essas relações quando afirma que a interdisciplinaridade:

É um movimento que acredita na criatividade das pessoas, na complementaridade dos processos, na inteireza das relações, no diálogo, na problematização, na atitude crítica e reflexiva, enfim, numa visão articuladora que rompe com o pensamento disciplinar, parcelado, hierárquico, fragmentado, dicotomizado e dogmatizado que marcou por muito tempo a concepção cartesiana de mundo. (p. 552-553, grifos nossos)

Nesse movimento criador e criativo que a interdisciplinaridade se encontra, por meio da capacidade do professor em criar e recriar espaços, conteúdos, estratégias e/ou metodologias adequadas para seus estudantes, num processo intuitivo, dialógico e coletivo.

Intuição

A emergência dessa palavra ocorreu na aula da pós-graduação, em que os estudantes estavam realizando uma dinâmica

em que a intuição se fazia presente naquele momento. Criatividade e intuição estão intimamente ligadas, apesar de possuírem significados diferentes, no entanto a “[...] intuição criativa ainda é um mistério” (VILCHES, 2014, p. 140). Se a prática docente interdisciplinar criativa está relacionada ao ato de resolver problemas emergentes por meio do diálogo ou na coletividade, a intuição adentra como algo que nos faz tomar decisões ou ações sem explicações.

O professor que se aventura pela interdisciplinaridade apresenta uma competência intuitiva, “[...] própria de um sujeito que vê além de seu tempo e de seu espaço [...]. Assim, a ousadia acaba sendo um de seus principais atributos” (FAZENDA, 2012a, p.15). O professor com essas características busca sempre inovar em suas práticas, além disso está sempre envolvido com a pesquisa, pois a pergunta é própria de si.

Como afirma Bach Junior (2015): “O pensar intuitivo não é acumulação quantitativa, não é mero gerador de informação, ele é o suporte que torna possível a informação. Sua acumulação é qualitativa, acontece na própria experiência e vivência de si” (p.140). A capacidade de ser intuitivo não se adquire com o intelecto, mas na predisposição do sujeito em mudar o comportamento e nas suas experiências vividas (VILCHES, 2014).

Significamos que a intuição faz parte de um processo interdisciplinar, visto que estará presente nas ações do professor, ou nas perguntas que lhe permeiam no planejamento e/ou na prática de sala de aula. No entanto, é necessário levar em consideração que a intuição é uma característica individual e portanto, temos que ter cuidado para que a mesma não seja a única condutora do processo de ensino e aprendizagem, já que essa é permeada de dúvidas, fundadas em certezas do próprio eu. Inúmeros os projetos que emergiram durante o tempo que se dizem interdisciplinares, no entanto Fazenda (2012b, p. 34) ressalta que “[...] surgem da intuição

ou da moda, sem lei, regras, sem intenções explícitas, apoiando-se numa literatura provisoriamente difundida”.

Dessa forma, compreendemos que apoiar-se somente na intuição não significa desenvolver uma atividade interdisciplinar. A intuição deve contribuir para a resolução dessas práticas, assim como na criação, reflexão, interpretação de vivências interdisciplinares, permeadas por desafios, confiança e incertezas.

Incerteza

A incerteza na prática docente é algo recorrente, visto que sempre lidamos com o acaso e com o diferente, cada dia de aula é uma surpresa, cada turma é singular, cada estudante tem suas formas de compreensão e suas características. A palavra incerteza emerge da pesquisa realizada com futuros professores de Ciências da Natureza, em que a investigação mostrou que às dúvidas se encontram desde a prática, os entendimentos sobre a docência, e até mesmo a concepção curricular na perspectiva interdisciplinar (ARAÚJO, 2017).

França (2014) afirma que a interdisciplinaridade é “[...] ação em movimento com o pressuposto de metamorfose e de incerteza” (p. 33). Ser interdisciplinar é vivenciar o incerto, de forma criativa, intuitiva, é estar sempre pronto a desafiar-se em busca do novo. Bigueti (2014, p. 74) afirma que

[...] é preciso coragem, paixão e prazer para adentrar na aventura de um caminho no qual ignoro o ponto de chegada, mas ousa cada vez mais propor processos de trabalho em comum no qual partilho minhas experiências e interrogações. Assumir os próprios sentimentos - ansiedade, medo, culpa, tristeza, insegurança - também exige coragem.

Dessa forma, a interdisciplinaridade está associada ao incerto, já que nos deixa mais suscetíveis em relação ao nosso conhecimento. Isso nos mostra a importância ter humildade para construir e

compartilhar com o outro o conhecimento, às práticas e às nossas vivências. Soares (2015) ressalta que Hilton Japiassu não era de acordo com a pedagogia das certezas que acontece, muitas vezes, nas Universidades e que professores que se intitulam pesquisadores se assumem como donos da verdade.

Japiassu defende ao contrário a “pedagogia da incerteza” que, embora gere um certo medo do desconhecido, promove o desapego de posições e conceitos. O conhecimento nasce da dúvida e alimenta-se da incerteza. Para ele os homens devem aprender a viver no repouso do movimento e na segurança da incerteza (SOARES, 2015, p.59).

Nessa perspectiva, sabemos que as incertezas nos fazem tomar decisões, e que essas são recursivas, de modo a se tornarem aprendizados e significarem nossas ações (MORIN, 2015b). O pensamento complexo nos faz perceber que às incertezas são permeadas por estratégias, visto às escolhas que realizamos. Morin (2015c, p. 248) disserta que “enquanto a ignorância da incerteza conduz ao erro, o conhecimento da incerteza conduz não somente a dúvida, mas também à estratégia. A incerteza não é apenas o câncer que rói o conhecimento, mas é também o seu fermento [...]”.

Sendo assim, ser interdisciplinar ou ter práticas interdisciplinares é também tomar decisões, ou seja, ter estratégias na resolução das emergências. Para isso, a atitude interdisciplinar é essencial, já que pode ser considerada como uma categoria de ação (FRANÇA, 2014) intrínseca ao sujeito.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

No movimento de rememorar às investigações, revisitamos as pesquisas e interações entre acadêmicos e docentes no curso

de pós-graduação por meio do método da cartografia. Com isso, desenvolvemos glossário e discutimos os conceitos emergentes sobre interdisciplinaridade realizados em pesquisas em contextos da formação de professores na área de Ciências.

Com a emergência das palavras-chaves, percebemos que a formação docente na perspectiva interdisciplinar requer a transformação da própria realidade, na percepção de que o conhecimento não é algo estático e acabado, uma vez que exige do professor outra forma de se relacionar com o conhecimento global e, ao mesmo tempo, abrangente de um fenômeno, considerando as especialidades.

Nessa perspectiva, a interação acontece não só entre disciplinas, mas entre sujeitos que constroem um conhecimento novo e, nessa relação, existe a necessidade de humildade, a fim de ampliar tal construção, na intenção de conhecer o outro e a si mesmo. O trabalho coletivo é evidente nesse processo e, como palavra-chave destacada, o significado possibilita refletir sobre sua abrangência quando se fala em formação do sujeito. Isso ocorre, pois não existindo uma relação de trabalho efetivamente coletivo, a interdisciplinaridade está ameaçada a não existir. Entretanto, quando acontece, de fato, ações colaborativas com a abertura para o diálogo e para a convergência do conhecimento produzido por muitas mãos, constrói-se também a identidade, marcada pelas mudanças de posturas e atitudes no agir e no pensar dos docentes no coletivo.

Percebemos que, para o desenvolvimento dessas características citadas acima, é necessário o engajamento, uma intencionalidade que está relacionada a predisposição de realizar o encontro entre os pares, de estar envolvido no diálogo e construção de ações coletivas. A interdisciplinaridade desenvolve-se de maneira natural, orientada por um interesse comum, evitando a hierarquia disciplinas, mas o caminho para a negociação de pressupostos metodológicos e epistemológicos.

Esse caminho se faz ao caminhar, ao conviver com a incerteza dos acasos e surpresas ao produzir e estar em um espaço interdisciplinar. Nesse espaço onde existe a convergência de ações e entrelaçamento de especialidades, posturas e desejos, opera a criatividade como palavra mestra e a intuição, como fonte para a construção de práticas e pesquisas inovadoras, contendo diferentes perspectivas que se complementam.

REFERÊNCIAS

ARAUJO, R. R. de; et al. A ecologia da ação na formação de professores interdisciplinares em ciências da natureza: lugares e estratégias. *Revista Eletrônica Científica Ensino Interdisciplinar*, v. 5, n. 13, pp. 87-102, 2019.

ARAUJO, R. R. de. *Entre sonhos e realidades: A auto-eco-formação interdisciplinar de professores em ciências da natureza*. Tese (Doutorado). Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências. Universidade Federal do Rio Grande - FURG. 2017.

BACH JUNIOR, J. O pensar intuitivo como fundamento de uma educação para a liberdade. *Educar em Revista*, n. 56, p. 131-145, abr./jun., 2015.

BIGUETTI, M. J. E. G. Coragem. In: FAZENDA, I. C. A. (org.). *Interdisciplinaridade: pensar, pesquisar e intervir*. São Paulo: Cortez, 2014. p. 71-76.

FAZENDA, I. C. A.; et al. *Interdisciplinaridade na pesquisa científica*. São Paulo: Papirus, 2015.

FAZENDA, I. C. A. *Formação de professores: dimensão interdisciplinar*. In: FAZENDA, I. C. A.; FERREIRA, N. R. S. (orgs.) *Formação de professores interdisciplinares*. Curitiba: CRV, 2013.

FAZENDA, I. C. A. *Práticas Interdisciplinares na Escola*. São Paulo. Ed. Cortez, 2013.

FAZENDA, I. C. A. *A aquisição de uma formação interdisciplinar de professores*. In: FAZENDA, I. C. A. (org.) *Didática e interdisciplinaridade*. 17ª ed. São Paulo: Papirus, 2012a.

FAZENDA, I. C. A. *Interdisciplinaridade: história, teoria e pesquisa*. 18ª ed. Campinas: Papirus, 2012b.

FAZENDA, I. C. A. *Integração e interdisciplinaridade no ensino brasileiro: efetividade ou ideologia*. 6 ed. São Paulo: Edições Loyola, 2011b.

FAZENDA, I. C. A. Desafios e perspectivas do trabalho interdisciplinar no Ensino Fundamental: contribuições das pesquisas sobre interdisciplinaridade no Brasil: o reconhecimento de um percurso. *Interdisciplinaridade*, v. 1, n. 1, out., 2011a.

FRANÇA, O. A. V. Ação. In: FAZENDA, I. C. A. (org.). *Interdisciplinaridade: pensar, pesquisar e intervir*. São Paulo: Cortez, 2014. p. 27-34.

FERREIRA, S.L. *Práticas interdisciplinares na escola*. São Paulo: Cortez, 1991.

JANTSCH, A. P.; BIANCHETTI, L. (Org.). *Interdisciplinaridade: para além da filosofia do sujeito*. Petrópolis: Vozes, 2011.

KASTRUP, et al. (Org.). *Pistas do método da cartografia: Pesquisa-intervenção e produção de subjetividade*. Porto Alegre: Sulina, 2012.

LENOIR, Y.; HASNI, A. La interdisciplinaridad: por un matrimonio abierto de la razón, de la mano y del corazón. *Revista iberoamericana de educación*, nº 35, pp. 167-185, 2004.

MAIA, M. V. C. M.; VIEIRA, C. N. M. *Criatividade e docência: possibilidades de um campo teórico-prático*. In: SILVA, K. R. X. P. da; AMPARO, F. V. da S. do; (Orgs.). *Criatividade e interdisciplinaridade*. São Carlos: Pedro & João Editores, 2017.

MARTINEZ, M.L.S. *Interdisciplinaridade: uma viagem em espiral no curso de Licenciatura em Ciências na modalidade a distância*. Dissertação (mestrado) – Programa de Pós-graduação em Educação em Ciências: Química da Vida e Saúde- Universidade Federal do Rio Grande – FURG, 2015.

MATURANA, H. *Cognição, ciência e vida cotidiana*. Belo Horizonte: Ed. UFMG, 2001.

MATURANA, H. *Emoções e linguagem na educação e na política*. Trad. José Fernando Campos Fortes. Belo Horizonte: Ed. UFMG, 2002.

MELLO, L. S.; ROJAS, J. *Interdisciplinaridade, currículo e pesquisa como processo de formação*. In: FAZENDA, I. C. A.; FERREIRA, N. R. S. (orgs.) *Formação de professores interdisciplinares*. Curitiba: CRV, 2013.

MORIN, E. *O método 1: a natureza da natureza*. trad. Ilana Heineberg - Porto Alegre: Sulina, 2016.

MORIN, E. *O método 2: a vida da vida*. 5 ed. Porto Alegre: Sulina, 2015a.

MORIN, E. *Ensinar a viver: manifesto para mudar a educação*. Porto Alegre: Editora Sulina, 2015b.

MORIN, E. *O método 3: o conhecimento do conhecimento*. 5 ed. Porto Alegre: Editora Sulina, 2015c.

MORIN, E. *O método 5: a humanidade da humanidade*. 5 ed. Porto Alegre: Sulina, 2012.

NÓVOA, A. (org). *Os professores e sua formação*. Lisboa: Dom Quixote, 1992.

PIMENTA, Selma Garrido. Formação de Professores: Identidade e saberes da docência. IN: _____. *Saberes Pedagógicos e Atividade Docente*. 2. Ed. São Paulo: Cortez, 2000.

POMBO, O. Práticas interdisciplinares. *Sociologia*, v.8, n.15,p. 208-249, jan/jun. 2006.

SANTOMÉ, J. T. *Globalização e interdisciplinaridade: o currículo integrado*. Porto Alegre: Artes Médicas, 1998.

SANTOS NETO, E. dos. *Espiritualidade, Educação e Formação de educadores: uma abordagem transpessoal voltada ao desenvolvimento da inteireza*. In: FAZENDA, I. C. A.; FERREIRA, N. R. S. (orgs.) Formação de professores interdisciplinares. Curitiba: CRV, 2013.

SOARES, O. S. Pedagogia da certeza X Pedagogia da incerteza. *Revista Interdisciplinaridade*, n. especial, p. 57-60, nov., 2015.

THIESEN, J da S. A interdisciplinaridade como um movimento articulador no processo ensino-aprendizagem. *Revista Brasileira de Educação*, v. 13, n. 39, set./dez., 2008.

VILCHES, M. P. Intuição. In: FAZENDA, I. C. A. (org.); GODOY, H. P. (coord. técnica). *Interdisciplinaridade: pensar, pesquisar e intervir*. São Paulo: Cortez, 2014.

ZABALA, A. *Enfoque globalizador e pensamento complexo*. Porto Alegre: Artmed, 2002.



7

Carlos Mármol
Evelyn Urbina

LA COMPLEJIDAD Y SU ORIGEN: una mirada desde la educación y la transdisciplinariedad

DOI: 10.31560/pimentacultural/2021.004.187-202

RESUMO:

El presente artículo tiene como propósito realizar una exhaustiva revisión documental acerca de la teoría de la complejidad. Para este fin, se describen aspectos relacionados con algunas teorías que sustentan su origen; además, se establece su vínculo con la educación, así como con la transdisciplinariedad. Estas reflexiones permiten resaltar la importancia que la complejidad aporta a la hora de pensar en la transformación del modelo educativo que se sigue utilizando en la actualidad, el cual en muchas ocasiones se encuentra al margen de los cambios de una sociedad globalizada.

PALABRAS-CLAVE: Complejidad; Educación; Modelo educativo; Transdisciplinariedad; Transformación.

INTRODUCCIÓN

En el campo educativo, la ciencia siempre ha buscado explicar a través de teorías y principios los diferentes problemas que en ella ocurren, los cuales con el devenir del tiempo han permitido avanzar demostrando en las investigaciones que se desarrollan, la superación de ideas y algunas concepciones preestablecidas en la docencia y en consecuencia en el proceso de captación de saberes.

El contexto universitario actual no ha estado exento a ello, y en ese sentido se ha avanzado en la búsqueda de mejoras significativas para el proceso de enseñanza y aprendizaje, partiendo para ello del principio de que es necesario considerar que tanto el facilitador como el estudiante son protagonistas de todo lo que concierne el proceso educativo, privilegiándose no solo las estrategias y recursos didácticos, sino la autonomía del aprendiz y la formación continua del docente al mismo tiempo.

En este sentido, el presente artículo tiene como propósito desarrollar una revisión documental, que permita al lector conocer sobre algunas de las teorías, principios y concepciones que sirven de fundamento y que además dan origen a la teoría o principio de la complejidad. Estas reflexiones permiten establecer la importancia que esta tiene en el proceso formativo de ingenieros. Comprendiendo que todo ello pasa por observar la estrecha relación que existen entre la complejidad y la de transdisciplinariedad.

ORIGEN DE LA TEORÍA DE COMPLEJIDAD

Para iniciar este artículo resulta apropiado comenzar recordando la idea expresada por Morin (1994), a quien puede atribuírsele es el pionero de la teoría de la complejidad, de la cual comenta:

Desde mis primeros libros he afrontado a la complejidad, que se transformó en el denominador común de tantos trabajos diversos que a muchos le parecieron dispersos. Pero la palabra complejidad no venía a mi mente, hizo falta que lo hiciera, a fines de los años 60, vehiculizada por la Teoría de la información, la Cibernética, la Teoría de sistemas, el concepto de autoorganización, para que emergiera bajo mi pluma o, mejor dicho, en mi máquina de escribir. Se liberó, entonces, de su sentido banal (complicación, confusión) para reunir en sí orden, desorden y organización y, en el seno de la organización, lo uno y lo diverso; esas nociones han trabajado las unas con las otras, de manera a la vez complementaria y antagonista; se han puesto en interacción y en constelación. El concepto de complejidad se ha formado, agrandado, extendido sus ramificaciones, pasado de la periferia al centro de mi meta, devino un macroconcepto, lugar crucial de interrogantes, ligando en sí mismo, de allí en más, al nudo gordiano del problema de las relaciones entre lo empírico, lo lógico y lo racional (pp. 23-24).

Desde este fragmento de su obra, el autor es claro cuando proyecta las bases teóricas que desde su espíritu científico consideró esenciales para sustentar su propuesta de la complejidad, entre las cuales destaca la teoría de Sistemas, la cual es resultado directo de las investigaciones realizadas por el biólogo Ludwing Von Bertalanffy, quien se considera como el padre de dicha teoría, cuya vigencia está aún latente y sigue siendo utilizada en diversos campos de la ciencia.

En esta teoría, un sistema sencillamente puede ser comprendido según Riechmann (2018) como un conjunto de elementos en

interacción, planteamiento que al ser yuxtapuesto a las ideas de Morín (op. cit.) permite verificar que concuerda, para ello basta comprender que entre otras cosas un sistema se puede comprender como el todo en relación a las partes que lo conforma. He aquí una primera y clara incidencia que indica que la complejidad desde la perspectiva de la teoría de los sistemas puede ser comprendida como todas las interacciones posibles que pueden modificar de manera favorable o no a las partes de un sistema, lo cual a la luz del contexto educativo y formativo de los ingenieros cobra un valor bastante interesante que se estará abordando a posterior en el artículo presentado.

Por otro lado, desde la perspectiva de Pozo (2001) existe un aspecto sumamente interesante en referencia a la teoría de sistemas, él indica que dentro de todos los sistemas deben existir ciertas estructuras básicas que son parte esencial de su composición, a estas las denominó subsistemas, e indicó sobre ellas que son las responsables de cotejar las informaciones que se producen mediante las constantes interacciones, aprendiendo, adoptando los cambios y los comportamientos que los sistemas pudieran experimentar en su entorno. A todos estos procesos que permiten realizar todas estas tareas el autor los denominó como evolutivos. Aspecto que queda perfectamente y sin duda alguna muy bien enmarcado dentro del espíritu de que lo que plantea el pensamiento complejo de Morín.

De igual manera, de acuerdo con Moreno (2002) un sistema guarda relación con un supra sistema y que indiferentemente de los cambios o modificaciones siempre los subsistemas y supra sistemas se adaptan a ellos, así como además indica que aun cuando existan cambios que ocasionen desorden dentro de los sistemas, estos siempre tendrán a reorganizarse. Esto nos permite pensar que en la realidad aunque en todo sistema se trate de modificar o variar un elemento interno de su estructura, en todo momento en él va a existir la posibilidad de que este efectúe una reagrupación o reacomodo interno; ello nos permite animarnos a plantear en este momento que

entre la teoría de la complejidad y el principio conocido como efecto mariposa existe una relación, al cual dentro de la ciencia se conoce como teoría del caos, para lo cual valdría citar las ideas de Arancibia (2009) cuando indica “El pensamiento complejo no busca sustituir la idea de desorden por la de orden, sino que persigue poner en diálogo el orden, el desorden y la organización” (p.2).

Otra teoría que puede ser considerada desde Morín (op. cit.) como una de las bases que da origen a la complejidad es la teoría de la información, la cual de acuerdo con Barberoussela (2008) es conocida como teoría matemática de la información. Su autoría es reconocida a partir de los trabajos de Shanon y Weaver. La teoría de la información desde la opinión de Moreno (2002) centra su principio en el análisis de la eficiencia de la información y busca medir cualitativamente la capacidad de los sistemas para transmitir, procesar y almacenar información. Desde la perspectiva del autor existe un aspecto de relevancia al conocer estas características en un sistema, pues ellas conducen a la posibilidad concreta de que se reduce significativamente la incertidumbre del mensaje o de lo que se desea transmitir.

Acerca de la teoría de la información, cabe señalar que existe un insumo de interés para Morín (op. cit.) ya que él la incorpora en su teoría de la complejidad como un aspecto primordial o vital, pues considera que el lenguaje y la comunicación humana son el primer modo que permite representar simbólicamente la realidad, indicando además un concepto al cual denomino retroalimentación positiva, el cual que era propio de la cibernética, pero que, para fines prácticos en los procesos de comunicación, hace o produce una evolución del concepto en una teoría de información lineal a circular.

Es así como la Cibernética que proviene del término griego *kybernetes*, ha sido muy utilizada en diversos campos del saber, aspecto que se puede inferir cuando Barberoussela (op. cit.) describe a la misma como:

...estudio de las analogías entre los sistemas de comunicación y control de los seres vivos y de los de las máquinas, en particular, el de las aplicaciones de los mecanismos de regulación biológica a la tecnología (p.103).

De acuerdo a todo lo anteriormente señalado, es clara y evidente la estrecha relación que guarda la teoría de cibernética con la teoría de los sistemas a la luz de las conductas y comportamientos que pueden experimentar todas las partes que integran un determinado sistema, así como además también la versatilidad con las que pueden ser utilizadas estas teorías en diversos campos de la ciencia, e incluso en la educación y los procesos de formación.

La teoría de complejidad implica desde Morin (op.cit) otro aspecto que es fundamental su origen, esto tiene que ver con el concepto de auto organización, el cual según el resultado de un debate llevado a cabo en la Universidad Autónoma de Madrid, desde la perspectiva de Borondo (s/f) la manera más sencilla y comprensible de definir el caos es como “Extremas sensibilidad a las condiciones iniciales” (p.3), lo que fácilmente se puede interpretar como un complemento a una de las ideas planteadas por Arancibia (op.ci) acerca de la percepción planteada sobre la complejidad.

Todo ello hace posible pensar a priori que, hasta este punto, tanto la teoría de sistemas, la definición de caos, la autorregulación son aspectos teóricos que guardan interrelación con lo que es esencia el pensamiento complejo planteado por Morín, para ampliar un poco la idea pártase del hecho de suponer que se tienen dos acontecimientos; cada uno de los cuales integra un sistema, pero que además ambos hechos tengan un punto de partida inicial próximo entre sí. De estos sistemas señalados, la evolución que ocurriría podría ser de manera diferente, por lo cual el caos presente en ambos eventos es diferente; pero si se observará esta situación partiendo del planteamiento de Borondo (s/f) sobre caos, entonces es evidente que es prácticamente

imposible predecir lo que pudiera ocurrir a largo plazo, ya que las condiciones iniciales de partida en estos sistemas no se conocerán con la precisión necesaria.

En consecuencia, entonces es posible introducir en este momento del artículo o simplemente se podría definir lo que se le conoce como efecto Mariposa, el cual es autoría del título de una conferencia de Edward N Lorenz en 1972 y que tanta falta hace introducirlo en nuestras aulas de clases.

LA TEORÍA DE LA COMPLEJIDAD- LA EDUCACIÓN-LA TRANSDISCIPLINARIEDAD.

Al hablar de complejidad es muy probable que nuestro pensamiento nos lleva a imaginar la relación de esta palabra con alguna situación o circunstancia difícil, de echo puede ocurrir en algunas circunstancias que nos estimule a percibirla como una situación que será poco efectiva e inalcanzable a la hora de materializarlo. Sin embargo, para el caso que nos ocupa en este momento, la complejidad desde la apreciación de Morín (1994) debe ser concebida como un tejido, es decir que esta es el resultado de entender que en esencia ella considera todas las acciones, eventos e interacciones que pueden ser experimentadas dentro de una estructura o proceso, esto siempre y cuando comprendamos que la complejidad, tal cual como la expone Morín incluye todos y cada uno de los elementos que además de ser interrelacionales entre ellos, todos los aportes de estos cuentan por igual, lo cual atribuye a este paradigma una relevante importancia, ya que no considera reducción alguna entre los componentes de un sistema como el de la educación en especial.

Ahora bien, si contextualizamos el planteamiento anterior nuestro entorno educativo actual en relación a la formación de nuestros ingenieros, es posible otorgarle a la complejidad según la apreciación de Flores (2015) dos vertientes, donde la complejidad además de ser concebida como parte innata de un sistema, el cual tiene o cumple con las características particulares que dejan en evidencia el comportamiento de todos los elementos y como estos son capaces de interactuar entre sí, pero al mismo tiempo evolucionan.

Sin embargo, en el contexto actual la teoría de la complejidad y la evolución que propone en todos los elementos que integran en nuestro caso es sistema educativo universitario, pudiera ser algo antagónico, pues la realidad demuestra que lamentablemente en muchos de los casos el modelo de currículo que suelen utilizarse no permite la aplicación en su totalidad de esta teoría, que de acuerdo a la idea de Pozo (2001) han hecho del proceso de formación uno en cuyas nociones aún se mantienen un espíritu simplificador sin darse cuenta que sobre ello lo que se cimientan son las bases de conocimientos reducidos y muchas veces estériles. Dejando de lado un el valioso y verdadero aporte teórico como lo es el paradigma de la complejidad; y que en consecuencia impulsaría un avance en la brusquedad que consolide un modelo mucho más adecuado que seguramente impulsaría un aprendizaje significativo en los estudiantes del área de ingeniería en este caso específico.

Es por ello importante mencionar acerca del pensamiento complejo que el mismo desde la apreciación de Arancibia (2009) no pretende solo efectuar un mero reemplazo de la idea de separabilidad que se utiliza y es considerada desde el origen cartesiano, por la inseparabilidad, sino que por el contrario deja latente la idea de la búsqueda en todo momento de servir como un medio o puente que permita establecer una relación entre ambas ideas, es decir, la teoría de la complejidad si fuese correctamente aplicada dentro del sistema

educativo (proceso de enseñanza-aprendizaje) permitiría la existencia de una relación entre todos y cada uno de los aspectos que influyen de una u otra manera en las ideas que se pretenden desarrollar en nuestras aulas de clases.

Entonces es posible plantearse que existe la necesidad no solo de reformar el pensamiento de los elementos que conforman nuestro sistema educativo actual, sino que además al mismo tiempo, implica una gran necesidad de reforma en los currículos de las instituciones educativas, con el fin de promover una educación acorde con las necesidades de la sociedad contemporánea (BARBEROUUSE, 2008).

Por ello es urgente a la luz del cambio y desarrollo tecnológico, social y global efectuar un cambio radical tanto de los métodos que algunos docentes vienen aplicando dentro de sus aulas de clases en la formación de ingenieros, así como el modelo pedagógico tradicionalmente usado pues muchas veces o son métodos de la vieja escuela o sencillamente se abusa del uso excesivo de algunos recursos y en ningún momento se le otorga al estudiante un papel protagónico en la construcción de su propio conocimiento, todo ello converge en la necesidad de aplicar nuevos paradigmas de enseñanza e incluso nuevos enfoques en los currículos, así lo dejan claro autores como Tobón (2008); López y otros (20016) y Flores (2015).

De lo anterior, vale indicar la existencia de un elemento que aporta un valor agregado al artículo, y es un hecho que se desprende desde las apreciaciones del planteamiento de Flores (op. cit.) y la idea intrínseca de la teoría complejidad y tiene que ver con la articulación que debe existir entre las diferentes disciplinas que intervienen con algún protagonismo y responsabilidad en el proceso de enseñanza-aprendizaje, lo cual es conocida como la transdisciplinariedad, y para ello Herrán (2011) indica que:

La transdisciplinariedad es congruente con la complejidad intrínseca de todo fenómeno natural o social, investigable o enseñable. Entiende que el fenómeno objeto de estudio puede ser más completamente comprendido que a través de las vías disciplinares (p.295)

El autor hace referencia a las vías disciplinares, lo cual lleva al lector a comprender que al hablar de transdisciplinariedad es necesario considerar la formación profesional disciplinar, lo que permite obtener fundamentos sobre los que habría la posibilidad de detentar un enfoque transdisciplinar, aspecto necesario en la consecución de un nuevo currículo.

En el mismo orden de ideas, resulta favorable a la luz de comprender con mayor precisión ciertos términos, para ello es necesario considerar los aportes de Motta (2002), quien señala:

La interdisciplinariedad tiene por objetivo transferir métodos de una disciplina a otra, por ejemplo, los métodos de la física nuclear transferidos a la medicina conducen a la aparición de nuevos tratamientos contra el cáncer. La transferencia de los métodos matemáticos al estudio de los fenómenos meteorológicos engendra una nueva disciplina: la Teoría del Caos (p.4)

En este planteamiento es bastante claro que la transdisciplinariedad es más profunda que lo disciplinar, por ello es necesario lograr una mejor comprensión de estos conceptos, en ese sentido se pudiera formular la siguiente idea de que lo disciplinar es como una especie de vehículo sobre el cual se motoriza la transdisciplinariedad para sobre pasar los límites de una disciplina e impulsar la existencia de otra nueva, para ello basta hacer uso de los conocimientos básicos.

Ahora bien, si se lleva el concepto transdisciplinar al sistema educativo actual, específicamente pareciera que este enfoque no es del todo considerado para el desarrollo de las actividades académicas en la formación de ingenieros, aun cuando la universidad actualmente está inmersa en un proceso de transformación curricular, siendo uno

de los principales motivos que pudiera desencadenar que algunos docentes no han logrado comprender la necesidad imperiosa de que exista una formación continua que permita emigrar de viejos paradigmas de enseñanza a otros nuevos y alternativos como lo es la teoría de la complejidad y el enfoque por competencias, de acuerdo a Tobón (2008), idea que se sustenta sólidamente si se consideran las afirmaciones que plantea Hernán (2011) cuando señala sobre el enfoque transdisciplinar lo siguiente:

El enfoque transdisciplinar del conocimiento y de la educación se puede experimentar de un modo más funcional, menos dual o más sintético y abierto que el disciplinar. Potencialmente, admite y se nutre de más complejidad potencial que lo inter o lo disciplinar, porque en niveles avanzados de desarrollo los pueden incluir (p.6).

Finalmente, y sin duda alguna es posible señalar y comprender que definitivamente la teoría de la complejidad tiene una amplitud y profundidad observable y que se comprueba cuando esta se vinculada de diversas maneras con todos los aspectos que tiene que ver como nuestro sistema educativo, e incluso con los currículos que rigen la formación académica en nuestras universidades, con nuevos enfoques de formación según Tobón (2008), pero además también desde las apreciaciones del mismo Morín, que da indicios suficientes para vincularla y establecer nexos con la transdisciplinariedad e incluso con la transversalidad.

Por lo que la dinámica actual de un mundo globalizado viene demandando al sistema educativo actual de manera fehaciente cambios, en especial a las universidades venezolanas, para lo cual Consejo Nacional de Universidades en Venezuela (CNU), en documento publicado propone ciertas orientaciones en búsqueda de impulsar un proceso de transformaciones curriculares integrando los currículos de tal manera que además de permitir la divulgación, transformación, y descubrimiento del conocimiento, también se dé un

impulso al ofrecimiento de respuestas a las necesidades sociales, lo cual se traduce a que se puedan satisfacer las demandas de la sociedad actualmente.

Lo anterior planteado pasa por comprender y asimilar la necesidad de que nuestras instituciones de educación superior incorporen lo inter y lo transdisciplinar, todo ello a bien de propiciar una visión más holística y una visión más concreta del contexto social. lo cual desde los aportes efectuados Martínez (2003) acerca de la transdisciplinariedad, esta es capaz de transcender las propias disciplinas, pues la misma está conformada por una integración entre teoría y práctica, lo que conlleva a comprender de manera concreta a que la transdisciplinariedad es un complemento al enfoque disciplinario, cuya consecuencia nace o surge del diálogo entre disciplinas, buscando producir nuevos resultados, que además no busca un dominio de varias disciplinas, sino que por el contrario permite abrir todas las disciplinas a lo que tienen en común y a lo que se encuentra fuera de sus límites.

Todo ello conduce a que es necesario repensar la educación que actualmente se imparte en nuestras universidades, transitando esta hacia una educación en donde no se valore la abstracción por sobre otras formas de conocimiento, permitiendo así enseñar mediante nuevos enfoques.

CONCLUSIÓN

A modo de conclusión finalmente se puede señalar que la teoría de la complejidad expuesta por Morín, a la luz del contexto educativo que se viene desarrollando en el Núcleo Rafael Rangel de la Universidad de los Andes (NURR-ULA), resulta ser sin duda alguna

una herramienta que amplía las posibilidades mediante las cuales se pueden superar algunos obstáculos latentes en el contexto señalado; en los cuales aun cuando se ha venido trabajando y avanzando en cierto modo en la búsqueda y en el desarrollo de nuevas alternativas que permitan mejorar el proceso de enseñanza-aprendizaje, este sigue exhibiendo carencias y ciertas anomalías, las cuales sin duda alguna pueden ser consecuencia de la falta de conocimiento de la teoría de complejidad e incluso de la disponibilidad de conocerla.

Otro aspecto que resulta ser de notable interés a modo de conclusión en el trabajo efectuado, es que en el proceso de enseñanza- aprendizaje desde la amplitud que propone la teoría de la complejidad debe ser integrador, es decir un tejido, en donde todas las contribuciones deben ser consideradas como suma de las partes, y no seguir percibiendo el mismo como un proceso adecuado a las especiales del perfil actual en donde lo que importa son solo los aportes mayormente del docente por ser el especialista del área, sino que por el contrario debe existir un rol protagónico del aprendiz y de las posibles disciplinas con las cuales se relaciona su perfil de formación.

Es aquí en donde es sumamente interesante conocer que la transdisciplinariedad, es un concepto que desde la visión de Morin va inmersa en la teoría de la complejidad, y que al ser yuxtapuesta a esta en el contexto educativo actual en el NURR-ULA, permite comprender la necesidad de concebir al aprendiz como un individuo que debe tener durante todo su proceso de captación de saberes la posibilidad de articular con otras disciplinas que le aporten a su formación para ser competente en la sociedad actual.

De igual manera cabe señalar que con la teoría de la complejidad es posible lograr que los estudiantes sientan que su participación en el proceso educativo, además de ser activa y protagónica, lo hace ser responsable y con un grado de autonomía en la construcción de su propio

conocimiento, es aquí donde se podría colocar en práctica aquello de la suma de las partes cuentan dentro del concepto de la complejidad.

REFERENCIAS

ARANCIBIA, M. El paradigma de la complejidad en la epistemología constructivista. XXVII Congreso de la Asociación LATINOAMERICANA DE SOCIOLOGÍA. *VIII Jornadas de Sociología de la Universidad de Buenos Aires. Asociación Latinoamericana de Sociología*, Buenos Aires. 2009 [Documento en Línea] Disponible en: <http://cdsa.aacademica.org/000-062/1129>. Consultado en: abril 01 de 2018.

BARBEROUSSELA, P. Fundamentos teóricos del pensamiento complejo de Edgar Morin. *Revista Electrónica Educare*, v. 12 n. 2. (julio-diciembre), p. 95-113, 1994. DOI: <https://doi.org/10.15359/ree.12-2.6>. 2008. Disponible en: <http://www.revistas.una.ac.cr/index.php/EDUCARE/article/view/1437>. Consultado en: julio 14 de 2018.

BORONDO, F. *Las teorías del caos y los sistemas complejos: Proyecciones físicas, biológicas, sociales y económicas*. [Documento en Línea]. Disponible en: <http://www.encuentrosmultidisciplinares.org/Revistan%C2%BA7/Seminario%20Teor%C3%ADa%20del%20Caos%201.pdf>

CONSEJO NACIONAL DE UNIVERSIDADES. *Orientaciones Para La Transformación Curricular Universitaria Del Siglo XXI*. 2007. Disponible en: <https://es.slideshare.net/ncjo/transformacion-curricular-xxi>

FLORES, J. *Complejidad y educación*. 2015. Disponible en: <http://www.redicces.org.sv/jspui/bitstream/10972/2048/1/2.%20Complejidad%20y%20educacion.pdf> Consultado en: julio 03 de 2018.

HERRÁN, A. Complejidad y transdisciplinariedad. *Revista Educacion*. v. I, n. 2, 2011, p. 294-320. Disponible en: https://www.uam.es/personal_pdi/fprofesorado/agustind/textos/completrans.pdf. Consultado en: junio 27 de 2018.

LÓPEZ, C., BENEDITO, V. y LEÓN, M. El Enfoque de Competencias en la Formación Universitaria y su Impacto en la Evaluación. La Perspectiva de un Grupo de Profesionales Expertos en Pedagogía, *Formación Universitaria*, v. 9, n. 4, 2016, p. 11 - 22. Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5602426>. Consultado en: octubre 18 de 2018.

MARTÍNEZ, M. Transdisciplinariedad. Un enfoque para la complejidad del mundo actual. 108 *CONCIENCIACTIVA*21, número 1, julio, 2003. Caracas, Venezuela.

MORENO, J. Tres teorías que dieron origen al pensamiento complejo: sistémica, cibernética e información. In: *Manual de iniciación pedagógica al pensamiento complejo*, 2002, p. 25-37. Bogotá: Instituto Colombiano para la Educación Superior-UNESCO.

MORIN, E. *Introducción al pensamiento complejo*. Barcelona: Gedisa. 1994.

MOTTA, R. Complejidad, educación y transdisciplinariedad. *Revista Polis Latino Americana*. 2002. [Documento en Línea]. Disponible en: <https://journals.openedition.org/polis/7701#quotation>. Consultado en: junio 30 de 2018.

POZO, J. *Humana mente: el mundo, la conciencia y la carne*. Madrid: Ediciones Morata, 2001. 240 p.

RIECHMANN, J. *Teoría de sistemas y pensamiento complejo*. 2018 [Documento en Línea] Disponible en: <http://webs.ucm.es/info/teoriasc/TEORA%20DE%20SISTEMAS%20Y%20PENSAMIENTO%20COMPLEJO.pdf>. Consultado: abril 02 de 2018.

TOBÓN, S. *La Formación Basada en Competencias en la Educación Superior: El enfoque complejo*. 2008. [Documento en Línea]. Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/329440312_La_formacion_basada_en_competencias_en_la_educacion_superior_el_enfoque_complejo Consultado en: julio 03 de 2018.



8

Carelia Hidalgo López
William Leonardo Gómez Lotero

EDUCAÇÃO AMBIENTAL E PENSAMENTO COMPLEXO: encontros para pensar uma transformação social

DOI: 10.31560/pimentacultural/2021.004.203-220

RESUMO:

Este artigo, mais do que representar uma discussão epistêmica sobre Educação Ambiental e pensamento complexo, visa compartilhar uma conexão prática dos três princípios básicos aos quais Morin se refere à complexidade; o hologramático, o dialógico e o recursivo, que concordam com ser um educador ambiental crítico, inclusivo e transformador. Começamos esclarecendo os conceitos de educação ambiental a partir do contexto e da práxis e do pensamento complexo. Compreender esse assunto como educador ambiental nos permite avançar em conexão com os outros para a transformação social na compreensão da singularidade, inclusão, diversidade, abrangência e interdependência com a natureza. Essa ação individual e coletiva precisa ser fundamentada em valores de solidariedade, respeito e responsabilidade, em uma realidade que precisa urgentemente ser transformada em um senso de justiça ambiental global e relevante para as gerações futuras.

PALAVRAS-CHAVE: Complexidade, Educação Ambiental, Transformação social, Valores.

A EDUCAÇÃO AMBIENTAL TRANSFORMADORA

Entender a Educação Ambiental implica a conjugação de duas palavras. O ambiente como a integração de componentes naturais e sociais interdependentes, caracterizados por condições físico-químicas (que dependem da localização geográfica) e outros fatores humanos, como cultura, política, organização social, entre outros.

Entendemos a educação como um processo social em construção permanente que busca cidadãos capazes de se relacionar com os outros e contribuir para a transformação de uma sociedade de justiça e particularmente da justiça ambiental para enfrentar a crise planetária. Consideramos a justiça ambiental segundo o explicado por Legarda e Buendia (2011) com o reconhecimento da existência de desigualdade social, onde vários grupos sociais são assimetricamente afetados por problemas ambientais, razão pela qual os movimentos ambientais e as questões da justiça enfrentam às normas e políticas públicas que precisam ser articuladas para superar as injustiças. Portanto, esse tópico é relevante em espaços que exigem uma educação transformadora com caráter emancipatório, inclusivo, integral e crítico, baseado em princípios e valores humanos, para superar diferenças e injustiças.

Vamos considerar a questão transformadora da Educação Ambiental. Transformar, em termos conceituais, abrange as dimensões de transmutar, converter, alterar, mudar de domínio, mudar de forma e transfigurar. Também ocorre na realização da vida humana. É reconfigurar, a partir de um incômodo, uma nova identidade (LOUREIRO, 2004a), mas também de novas necessidades que a vida ou a nova consciência adquirida nos apresenta.

Essa educação ambiental transformadora usa consciência crítica porque:

É uma atividade permanente que pressupõe não só a dinâmica dita acima e a capacidade de refletir sobre a condição de existência, mas também a capacidade de fazer com que estejamos aptos a projetar para além desta, em um movimento contínuo de conhecimento da realidade, atuação e superação das relações de dominação opressão entre humanos e humanidade-natureza (LOUREIRO, 2012, p, 107).

A Educação Ambiental em seus documentos primogênitos foi considerada um processo de transformação em que se relacionam os objetivos e princípios para o referido alcance, assim, o educador tem um compromisso em promover ditas mudanças. Isso é alcançado promovendo mudanças conceituais e estruturais nos atores sociais. Esse processo ocorre ao adquirir novos conhecimentos que nos tornam mais conscientes, por sua vez, ativa habilidades e gera atitudes ambientais que nos levam a essa transformação da realidade. Nesse sentido, isso precisa ser contextualizado, para que o educador conecte o grupo social à sua realidade que está imersa em outro de maior alcance, inter-relacionado com os seus e com os outros, com a humanidade. Assim, cada ação, por menor que seja, será significativa, impactará uma realidade que pode ser projetada em espaços maiores impensáveis, porque o oceano não é oceano com a falta de uma gota entre as várias gotas de água e demais componentes que o compõem; não será uma praia sem todos os grãos de areia que a formam.

Essas observações nos dizem sobre uma Educação Ambiental como um processo permanente, diário e coletivo, de modo que agir e refletir transita pelo objetivo pretendido. Considerando a validade dos objetivos da Educação Ambiental acordados em Belgrado, Loureiro (2004b) os expõe em três eixos explicativos da Educação Ambiental transformadora. O primeiro refere-se à busca de uma redefinição da maneira como nos relacionamos conosco, com os outros e com o planeta. O segundo propõe que, em cada contexto histórico, em prol de uma vida sustentável, seja necessária a participação e a cidadania

para a definição democrática de nossos relacionamentos. O último é representado pelas práticas sociais conducentes ao bem-estar público, equidade e solidariedade com base nas mudanças éticas necessárias.

Entendemos essa dimensão ética a partir de um pensamento complexo que precisa se cruzar com a Educação Ambiental numa práxis consciente da transformação da realidade. Da mesma forma, Sauv   (2012) se aproxima neste caminho no momento em que se faz um chamado ao desenvolvimento de uma cultura   tica a partir do reconhecimento de diferentes concep  es, como ecocêntrica, antropoc  ntrica, socioc  ntrica, biocêntrica, cosmoc  ntrica e outras, contemplando o pluralismo e o debate para promover mudanças.

   por esse motivo que chegamos na conclusão do sentido necessário de transforma  o para continuar argumentando e posicionando uma Educa  o Ambiental crítica que, além de combinar harmoniosamente seus dois termos, questione-os com base em seus interesses (LOUREIRO, 2012). Da mesma forma, os objetivos de Belgrado tornam-se consistentes com a Educa  o Ambiental crítica quando Guimarães (2005) ressalta que: Mas apenas o desvelamento não resulta automaticamente numa a  o diferenciada,    necessária a práxis, em que a reflexão subsidie uma prática criativa e essa prática d   elementos para uma reflexão e constru  o de uma nova compreensão do mundo. Mas esse não    um processo individual, mas que o indivíduo vivencia na rela  o com o coletivo em um exercício de cidadania, na participa  o em movimentos coletivos conjuntos de transforma  o da realidade socioambiental (p. 29).

Este autor sustenta as ideais anteriores a partir de três autores, entrelaçando a leitura crítica de educa  o de Paulo Freire, o conceito de espaço com Milton Santos (contexto) e de complexidade com Edgar Morin. Com isso, destaca-se a nova compreensão do mundo e o papel da participa  o, como condi  es operacionais para

alcançar uma transformação da realidade sentida através de uma práxis ativa para alcançá-la.

Da mesma forma, quando falamos sobre Educação Ambiental com pensamentos complexos, precisamos ser claros sobre essa integração interdependente de componentes ambientais, caso contrário estaríamos em áreas de outras disciplinas. Também da diversidade que muitas vezes é antagônica e desencadeia ações dialógicas e recursivas. Consideramos que sua direção é a transformação assumindo uma reflexão crítica, como Sauve aponta, (1999) a Educação Ambiental deve ser “glocal”, isto é, com o pensamento global que nos envolve e uma ação em contextos locais.

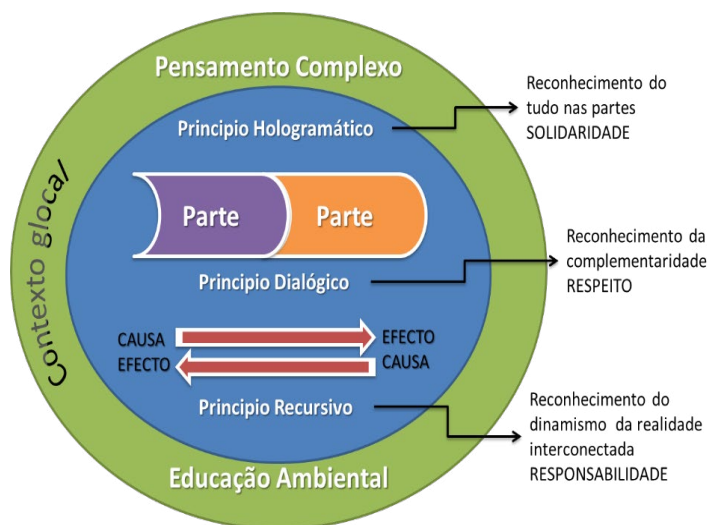


Figura 1. Interrelación principios del pensamiento complejo, educación ambiental y cuestiones éticas. Fonte: Autores (2020)

Com esses argumentos, consideramos a concordância da Educação Ambiental com o pensamento complexo que desenvolveremos posteriormente em seus três princípios explicados por Morín, 1990, que são apresentados na figura 1. O primeiro refere-se ao princípio hologramático que reconhece o todo (global) nas partes (local) como um contexto em que o valor da solidariedade é eticamente necessário; segundo, o princípio dialógico que reconhece a complementaridade entre os antagonistas com o necessário valor de respeito. Finalmente, o princípio recursivo que reconhece o dinamismo da realidade dos componentes interconectados entre causas e efeitos, o que requer o valor da responsabilidade pela alteridade e pelo planeta.

A PARTICULARIDADE AMBIENTAL NO GLOBAL

A ideia do princípio hologramático proposto por Morin (1990) é transcender o reducionismo que vê apenas as partes e o holismo que vê apenas o todo. Principalmente porque na abordagem da parte omitimos aspectos importantes da realidade individual e / ou coletiva, tendo amplitude nula ou grande do problema e de suas soluções. Nesse sentido, o todo, o global, está longe do alcance das ações individuais, evitando soluções concretas para problemas particulares. Portanto, nesse sentido, a Educação Ambiental precisa parar de ser explicado com um sentido disciplinar, mas como um campo educacional interdisciplinar em que os elementos que compõem o ambiente se fundem, ou seja, como aquele espaço de conjugação entre o social-ecológico-econômico.

Así mismo, como cada punto singular de un holograma contiene la totalidad de la información de lo que representa, cada célula singular, cada individuo singular contiene de manera holográfica el todo del cual hace parte y que al mismo tiempo hace parte de él. (MORÍN, 1999; p.16)

Ou seja, esse princípio é explicado como a parte está no todo e, por sua vez, o todo está inscrito na parte, mas nem a parte nem o todo explica o outro. Também entendemos que a Educação Ambiental não é explicada apenas pelo social, nem pelo ecológico, e muito menos pelo campo da economia.

A Educação Ambiental como um campo interdisciplinar, podemos entendê-lo quando García (1994) o aplica ao estudo de problemas ambientais, e nos diz que aqueles que adotam esse campo são generalistas, pois se baseiam na conexão entre várias disciplinas tão necessárias quanto a própria interdisciplinaridade. Mas Leff (1998), quando faz críticas à interdisciplinaridade, expande dizendo que isso faz parte do objetivo de ressignificar a vida e reconstruir o mundo atual imerso em uma crise ambiental. Ele continua dizendo que:

la práctica interdisciplinaria puede hacer confluír una multiplicidad de saberes sobre diversos problemas teóricos y prácticos; pero no puede saturar los vacíos del conocimiento ni dar a las ciencias una comprensión totalizante de lo real. (LEFF, 1998, p. 157)

Nesse sentido, as ações práticas de um educador ambiental precisam considerar o trabalho coletivo, porque humanamente é impossível lidar com uma diversidade de conhecimentos válidos para entender uma realidade. O grande desafio é vincular o conhecimento disciplinar entre si, bem como conectar o problema global que ele aborda a um contexto específico em que encontra representação, ou vice-versa. Por exemplo: Um tema comum discutido na Educação Ambiental é o da poluição oceânica; no entanto, no século XXI, temos milhões de pessoas que ainda não têm experiência de vivências na praia. Como esse problema poderia ser importante para esse tipo de pessoas e contribuir para sua solução? Com isto, partimos do reconhecimento de que a água tem um valor individual para a sobrevivência de todo ser vivo, incluindo ele e aqueles com quem ele se conecta e ama, porque ele os reconhece como parte de sua existência.

O grande trabalho do educador é conectar os atores sociais à realidade onde eles se realizam diariamente com o sentido de reformular seus conceitos e relações com o mundo. Existem experiências educacionais em que os regulamentos de economia de água são entregues diante da crise de recursos, como desligar a torneira, no entanto, a realidade de muitas comunidades rurais e até urbanas é que eles não têm serviços básicos de saneamento, água e esgoto. Como você pode cuidar de um recurso que não tem a oportunidade, por direito humano, de desfrutar e muito menos desperdiçar.

Entende-se que cada sujeito pode se conectar com realidades globais porque ele faz parte delas, mas ele as entende por suas particularidades e experiências; aí o educador tem esse papel de alcançar essa conexão com o mundo. O grande valor humano, talvez altruísta, é alcançar a solidariedade de uma ação local além das fronteiras que nos circunscreve e da geração que nos cerca. Como afirma Hidalgo:

Harás uso eficiente de los recursos disponibles, sin endeudar a las futuras generaciones. SOLIDARIDAD. En este principio se conjugan tres aspectos fundamentales de la actuación humana, el primero se refiere a que los recursos deben usarse eficientemente, es decir no perderlos; el agotarlos o dañarlos implicaría un gasto futuro o una carencia de los mismos. (2014, p. 2172).

A partir disso, é importante entender que cada ação local para enfrentar problemas globais são soluções que se somam a soluções maiores; percebe-se que cuidar de nossas localidades faz parte dessa atenção planetária que transcende o que é conhecido com um senso de solidariedade. A crescente conscientização de que a ação que tomamos no contexto em que fazemos parte nos ajuda a ter uma vida melhor, para aqueles que amamos e aqueles que não conhecemos, mas com minha solidariedade e respeito, podemos demonstrar que nos importamos.

A COMPLEMENTARIDADE DAS DIFERENÇAS

Uma das grandes dificuldades que atrasam o progresso na Educação Ambiental são as visões de mundo consideradas opostas e inconciliáveis. As ideologias tomam a Educação Ambiental como bandeiras da luta, em uma posição “única” para ver o mundo e as realidades, mesmo absolutistas e em negação da alteridade. Talvez este seja o ponto mais importante do pensamento complexo em Educação Ambiental, porque entender os antagonismos e transcendê-los nos prova em nossas capacidades de tolerância e respeito na construção de novas realidades, incluindo todos os setores sociais. Aprendemos uma cultura do antagonismo entre bom-mau, feio-bonito, rico-pobre, sim-não, possível-impossível, utópico-realista, norte-sul e inúmeras outras dicotomias aprendidas e manipuladas diariamente. Nesse sentido, Leff (1998) afirma que o conhecimento ambiental é produzido em um teste constante de objetividade com a realidade, neste conhecimento que a práxis que a sociedade constrói “confronta interesses opostos e muitas vezes antagônicos, inseridos no conhecimento pessoal e coletivo sobre o mundo” (p. 108).

Porém, Morin faz um chamado a entender a realidade de uma perspectiva complementar necessária, porque ver o que é diferente nos permite entender o que somos, não teria sentido ser sem a capacidade de nos enxergar como particulares; porque o que é diferente, o que não somos, nos define. Aqui o dialógico é entendido como seu nome o indica no diálogo entre duas lógicas; que são necessárias uma para a outra, não para pensar que estão corretas ou devem perdurar, mas para enfrentar a mudança necessária no mundo. Como Chaves (2010) expressa, este princípio “Permite assumir, racionalmente, la inseparabilidad de nociones contradictorias para concebir un mismo fenómeno complejo”. (p. 73) onde exemplifica um indivíduo-sociedade que parece que na lógica se visualiza um tornando o outro invisível, e vice-versa. O objetivo é

transcender a essa dualidade dentro da unidade, queiramos ou não todos compartilhamos o mesmo planeta, é são poucos os que serão capazes de garantir sua vida em algum lugar no espaço.

Esse princípio nos leva a pensar sobre os problemas ambientais a partir da realidade de sua inexistência em um espaço natural que parece contraditório com o sentido humano, basicamente porque paramos de sentir conexão com a natureza. Com o pensamento constante e desenvolvimentista da sociedade, a natureza tem sido um problema a ser deixado de lado, um recurso a ser aproveitado, maltratado e finalmente esgotado. Nesse sentido, o educador ambiental precisa promover seu agir nos grupos sociais que se encontram com a natureza em um sentido indivisível, devido à existência de interdependência entre eles e aos antagônicos nas diferenças que representam. Há diminuído o costume de admirar a natureza, o prazer da maioria dos seres está ocorrendo em ambientes artificiais, as crianças aprendem a brincar on-line e a formar seus mundos no ciberespaço, longe da natureza e da sociedade tangível, o que nos faz pensar em um trabalho que deve ser redimensionado.

Contudo, o diálogo entre as áreas do conhecimento, entendido como interdisciplinaridade, nos leva a repensar cenários de construção, exatamente como o discutido anteriormente diante da (des) conexão da infância com sua mídia. Deve-se estabelecer de que maneira esse princípio (dialogicidade) nos permite interrogar uma Educação Ambiental com artefatos, sistemas, humanos e ambientes para que eles se inter-relacionem. Para isso, a reorientação dos modos como um interage com o outro, sendo humano ou não, requer processos formativos complementares baseados em diferenças e novas formas de repensar os horizontes que conduzem à relação natureza-sociedade, de forma interdependente. Áreas de conhecimento tais como educação parental, tecnologias educacionais e educação ambiental podem começar com o estabelecimento de estratégias

dialógicas para entender novas realidades que a tecnologia nos traz em seu antagonismo com a natureza para entender as relações pai-filho, educação presencial-virtual e ambiente virtual-natural. Essa dialogicidade confirma a requisição de pensamento reflexivo, crítico e questionador da Educação Ambiental para nos entendermos na diversidade que nos constrói e precisa de todos nós.

O educador precisa procurar a complementaridade desses antagonismos na vida cotidiana daqueles seres que precisam se conectar com a essência da vida. Em um exercício comum de educadores perguntando de onde vem a água consumida, encontramos respostas tão simples quanto a torneira. Poucas pessoas estão conectadas ao ciclo da água, às trilhas na natureza e ao impacto que causamos nela. Um exercício usado em Educação Ambiental, com resultados reflexivos, é uma viagem imaginária em que nos transformamos em uma gota de água, e para que essa jornada nos conecte com os fenômenos da natureza, mas também com os impactos que os seres humanos causam nela.

O grande desafio desta questão dialógica é criar uma cultura de paz dentro dos conflitos, e o conflito como a ausência de paz é o resultado de uma visão de incompreensão entre as diferenças que evita o reconhecimento da alteridade. Temos que buscar a compreensão do outro com respeito e tolerância que não implica nossa negação nem a do outro, é reconhecer “que en la realidad que enfrentes existirán diferentes percepciones ambientales, que respetar, compartir con tolerancia y transformar en la praxis cotidiana (HIDALGO, 2014, p. 2168)”. Nisto o diálogo do conhecimento entre culturas e ciência é fundamental, aqui o educador deve reconhecer que os grupos compartilham posições que os unem, mas também diferenças que podem ser razões de conflito. É que a objetividade e a universalidade da ciência precisam ser superadas, como afirma Leff (1998) “el saber

ambiental revaloriza el conocimiento singular, subjetivo y personal” (p. 208) que existe na experiência de cada indivíduo.

Continuando com o exemplo da água, existem conflitos nas comunidades devido à escassez de recursos, onde: alguns têm a possibilidade de armazenar água e outros não; alguns recebem água primeiro e outros por último; alguns gastam mais água que o outro; e então diferenças vão se somando. Nisso observamos a desigualdade social sobre um recurso vital. Esses antagonismos devem ser enfrentados em favor da equidade sobre o recurso, onde é necessário colocar-se no lugar do outro sem ser ele e permitir que a supressão do ego seja alcançada. Pensando no planeta como a unidade de reconciliação dos opostos, a compreensão das diferenças, em um mundo de opressores e oprimidos, deve estar à busca da justiça ambiental.

NADA ACONTECE DE FORMA INDEPENDENTE, CRIAMOS REAÇÕES EM CADEIA

Até aqui temos falado sobre interdependência, os antagonismos se entendem para compreender suas próprias diferenças e o todo depende das partes, porque sem elas não é o todo. No entanto, a interdependência é recursiva e tudo o que acontece no tempo e no espaço é resultado de infinitas ações e reações que dão razão às mudanças. Tem sentido, quando se explicam os ciclos biogeoquímicos, a seguinte questão de forma comparativa com o seguinte exemplo de García (1994). Os seres humanos são o produto de um sistema de reprodução (ancestral) que, considera sua interdependência com a natureza; pois a água que faz parte de nós, em algum momento estava em indivíduos do passado. O ponto é que não pensamos nessa rede cíclica de eventos em que um fator modificador gera um efeito que leva a ser a causa novamente.

Neste entendimento de recursividade e problemas ambientais, observa-se que o provocado pelos seres humanos sobre o planeta terra causa estragos nela. Podemos exemplificar com uma situação mundial em que vivemos enquanto escrevemos este artigo, o planeta neste ano de 2020 está sofrendo uma pandemia de magnitudes impensáveis pelo COVID-19, mais de 2 milhão de pessoas comprovaram ter adquirido o vírus e em 4 meses já atingiu quase 120.000 mortos pelo mundo. Além de relatar nossa existência nesse evento incomum, podemos explicar esse princípio de recursividade. O vírus SARS-CoV-2 que hoje nos ataca é encontrado em estado selvagem como SARS e vive em vários animais, incluindo morcegos, que causam a gripe.

Os seres humanos contraíram as gripes (em geral) desde tempos imemoriais causados pelos vírus, o qual se transformou como processo natural e também devido a efeitos antropogênicos. O ponto é que o ser humano trabalha no mundo da biotecnologia (engenharia genética) em busca de soluções de diferentes âmbitos e também como ferramentas de dominação por armas biológicas, nessa ânsia acontecem mutações artificiais, aumentando os efeitos nocivos de algumas espécies.

Hoje, os cientistas também anunciam a desintoxicação da terra, uma quarentena global com impactos positivos na qualidade do planeta. De maneira mais simples, a causa (vírus natural hospedado por morcegos), que gera gripes, sofre mutação nos seres humanos, com efeitos na sociedade que contaminou o planeta, resultando na paralisação parcial do mundo, que, como causa, se torna efeito de recuperação do planeta, incluindo a vida do mesmo morcego hospedeiro do vírus.

Este princípio de recursividade da complexidade, também é aplicável e, talvez, mais comumente na Educação Ambiental, por um lado, no despertar de um sentimento de vitimização sobre os efeitos dos problemas ambientais na sociedade. Por outro lado, a Educação Ambiental desperta um senso de responsabilidade ambiental individual e coletiva, porque nosso estilo de vida gerou impactos

negativos nos recursos de que precisamos. Nesse sentido, Hidalgo (2014), traz a seguinte reflexão:

[...] el estilo de vida, en la mayoría de los espacios planetarios, se aleja de la realidad ecológica potencialmente productiva... De esta actuación del ser humano, a espaldas de la realidad ecológica y más ampliamente ambiental, emergen eventos imprevistos que pueden impactar negativamente. (HIDALGO, 2014, p. 2170)

A recursividade nos leva a pensar nas consequências que podem ter sentidos inversos, para que o educador se junte às questões de precaução porque os produtos e efeitos são, simultaneamente, causas e produtores de aquilo que os produz. Cada ação ambiental terá impactos conscientes e inconscientes, exemplo, o fato de usar um detergente não biodegradável ou produtos tóxicos, atingem as fontes de água onde os ecossistemas são afetados em sua integridade natural e, assim, revertem os impactos negativos.

Nesse sentido, e conhecendo o princípio de recursividade, sabemos que aquilo que alcançamos como conhecimento das partes retorna ao todo, e os efeitos sobre o todo retornam às partes causadoras, e assim sucessivamente. Nesse sentido, a Educação Ambiental exige a manutenção da bandeira de responsabilidade perante a vida, o planeta e seu futuro, aliada ao sentido consciente de precaução nas ações realizadas.

CONCLUSÕES

O pensamento complexo nos convida a agir como educadores ambientais em um campo ético no processo de gerar consciência ambiental crítica, onde a ação é essencial para a transformação de uma sociedade de injustiças. Com nossas ações, fazemos parte do

problema que conseqüentemente nos prejudica como indivíduos e sociedade, mas sem dúvida fazemos parte das soluções individuais e coletivas que se multiplicam no sonho de recuperação planetária.

A dimensão ética é entendida como parte essencial da Educação Ambiental e dedutivamente relacionada ao pensamento complexo por meio de valores como solidariedade, respeito e responsabilidade em um ato ambiental. Nisso, parece importante priorizar o princípio hologramático, reconhecendo o todo nas partes com um senso de solidariedade com outras pessoas que eu não conheço e ainda não nasceram. Por outro lado, é também reconhecer o princípio dialógico em relação às diferenças que nos complementam na compreensão da realidade que devemos superar. Finalmente, a responsabilidade parece intrínseca ao princípio recursivo porque entre causas e efeitos são alcançadas situações que requerem cautela antes de cada ação.

Nesse sentido, a Educação Ambiental crítica está presente nos cenários de discussão diante de conflitos e questões ambientais caracterizadas pela complexidade dos contextos. Um cenário de encontro com as diferentes concepções da realidade, avançando na compreensão dos contextos particulares e sociais (hologramático), onde coexiste como expressão da entidade social que a representa. Mas também as diferenças se manifestam no interesse do diálogo, com ações que impactam (recursão) na transformação social e solução de problemas ambientais.

Também é revelado que a ação responsável em nossos espaços vitais de existência, em um somatório de impactos positivos para superar a crise planetária, transcende com ela além da temporalidade compartilhada, sendo solidária com a alteridade das gerações atuais e futuras.

O princípio hologramático, dialógico e recursivo é facilmente articulado na tarefa emancipatória de conscientização ambiental do

cidadão trazida pelo educador com a contextualização das realidades ambientais que vivemos. Como somos parte integrante de uma realidade ecológico-social-econômica, encontramos representação global na individualidade que ativa e reage a cada ação coletiva a favor ou contra o meio ambiente.

A complexidade nos chama como educadores e, em particular, como educadores ambientais, a pensar criticamente além de nossos espaços de ação, de maneira responsável e solidária nos espaços de justiça ambiental e social.

REFERÊNCIAS:

CHAVES, José Miguel Pereira. Consideraciones básicas del pensamiento complejo de Edgar Morin, en la educación. *Revista Electrónica Educare*, Heredia, v., n. 1, p. 67-75, jun. 2010. Disponível em: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=194114419007>. Acesso em: 10 abr. 2020.

GARCIA, Rolando. *Interdisciplinariedad y sistemas complejos*. In: LEFF, Enrique (comp.). *Ciencias Sociales y Formación Ambiental*. Barcelona: Gedisa, 1994. p. 85-124.

GUIMARÃES, Mauro. *Educação Ambiental Crítica*. In: LAYRARGUES, Philippe Pomier (Org.). *Identidades da Educação Ambiental Brasileira*. Brasília: Ministério do Meio Ambiente, 2004. p. 25-34.

HIDALGO, Carelia. Aproximaciones a los Principios Éticos para Asumir la Gestión Ambiental. In: Congreso de Gestión Ambiental. Sustentabilidad o Ecosocialismo ¿Cuál Es el Modelo?, 2., 2014, Zulia. *Memorias del 2do Congreso de Gestión Ambiental*. Zulia: Ubv, 2014. p. 2163-2177

LEFF, Enrique. *Saber ambiental: sustentabilidad, racionalidad, complejidad, poder*. Ciudad de México: Siglo Veintiuno Editores, 1998.

LEGARDA, Alicia y BUENDÍA, Mercedes. Justicia Ambiental: El estado de la cuestión. *Revista Internacional de Sociología (RIS)*, VOL. 69. Nº 3, septiembre-diciembre, 627-648, 2011. ISSN: 0034-9712. doi: 10.3989/ris.2009.12.210

LOUREIRO, Carlos Frederico Bernardo. *Trajetórias e fundamentos da educação ambiental*. 4. ed. São Paulo: Cortez Editora, 2012.

LOUREIRO, Carlos Frederico Bernardo. O que significa transformar em Educação Ambiental? In: ZAKRZEVSKY, Sônia Balbedi; BARCELOS, Baldo (Org.). *Educa Ambiental e Compromisso Social: Pensamentos e Ações*. Erechim: Edifapes, 2004a. p. 265-271.

LOUREIRO, Carlos Frederico Bernardo. *Educação Ambiental Transformadora*. In: LAYRARGUES, Philippe Pomier (Org.). *Identidades da Educação Ambiental Brasileira*. Brasília: Ministerio do Meio Ambiente, 2004b. p. 65-84.

MORIN, Edgar. *Introducción al pensamiento complejo*. Barcelona: Gedisa S.A., 1990.

SAUVÈ, Lucié. Cruzar las dimensiones críticas, ética y política de la educación ambiental: hacia una ecociudadanía. In: BARCIA, Laura; ELUÉN, Lucía (Comp.). *Cuaderno de Apuntes de Educación Ambiental*. 2. ed. Montevideo: Mec, 2012. p. 18-38.

SAUVÈ, Lucié. La Educación Ambiental y la Globalización: Desafíos curriculares y pedagógicos. *Revista Iberoamericana de Educación*, 42, 1999. p. 83-101.



9

Evelitza Urbina
Evelyn Urbina
Carlos Mármol

LA COMPLEJIDAD, LA TRANSDISCIPLINARIEDAD Y SU RELACIÓN CON LA EDUCACIÓN

DOI: 10.31560/pimentacultural/2021.004.221-231

RESUMEN:

El presente ensayo es el resultado de un Seminario Doctoral denominado “La educación y su incidencia en el desarrollo humano desde una perspectiva holística compleja y transdisciplinaria”, cuyo propósito es hacer una reflexión sobre la relación existente entre la complejidad, la transdisciplinariedad y la educación; de manera que se comprenda la importancia de incluir la nueva visión de un pensamiento complejo para la percepción de la realidad basándonos principalmente en los aportes de Edgar Morin. Finalmente, se resalta la relevancia de estos fundamentos teóricos para la transformación del modelo educativo dentro del contexto actual.

PALABRAS-CLAVE: Complejidad; Educación; Transdisciplinariedad; Pensamiento Complejo.

INTRODUCCIÓN

Desde el principio de los tiempos, el hombre ha intentado dar explicación a los fenómenos naturales y sociales que ocurren; esto ha llevado a formular y generar teorías que expliquen dichos fenómenos y comportamientos. Aunque en algunos casos se intenta simplificar las teorías a medida que se profundizan, se ha descubierto que no hay que mutilar el conocimiento, generándose de este modo una de las teorías más importantes de la actualidad: la complejidad.

Con el surgimiento de la complejidad queda demostrado que el conocimiento no es meramente lineal, por lo que existen ciertas teorías previas que llevaron a que esta nueva perspectiva se produjera, ya que no se puede ir en una sola dirección porque es multidimensional. Según Morin (1995) se entiende la complejidad como “el tejido de eventos, acciones, interacciones, retroacciones, determinaciones, azares, que constituyen nuestro mundo fenoménico” (p.2). De aquí lo interesante de saber que podemos ir del orden al desorden o viceversa y esto se constató hace muchos siglos atrás, donde el desorden como incertidumbre es uno de los aspectos que toma en cuenta la complejidad.

Al tener en cuenta que la complejidad se hace presente en nuestra cotidianidad, entonces se relaciona tanto con la educación como con la transdisciplinariedad. La educación como pilar importante en la construcción de conocimientos y la transdisciplinariedad como una manera de relacionar esa realidad. En este sentido, la presente revisión documental busca destacar la importancia de incluir la nueva visión de un pensamiento complejo para la percepción de la realidad basándonos principalmente en los aportes de Edgar Morin, así como su aporte para la transformación del modelo educativo dentro del contexto universitario actual.

DE LA COMPLEJIDAD, LA TRANSDISCIPLINARIEDAD Y LA EDUCACIÓN.

A lo largo de la historia, el hombre ha estado en una constante búsqueda por comprender mejor el universo; de allí el surgimiento de diferentes métodos, corrientes, y disciplinas que se encargan del estudio detallado de lo que nos rodea. Sin embargo, al simplificar las cosas, ese conocimiento simplificador genera entonces una visión simplificada de las cosas, por lo que la complejidad viene al rescate de ello para hacernos ver que debemos tener un pensamiento amplificador y desarrollar nuevas perspectivas.

Por ejemplo, en la Física, la inclusión del término entropía dio origen a la importancia del desorden en los sistemas. Recordemos la segunda ley de la Termodinámica como lo expresa Serway (2008) “la entropía del universo aumenta en todos los procesos reales” (p.625); donde esa entropía va a denotar el desorden, cambiando la perspectiva de no solo un pensamiento guiado al estudio del orden sino también del desorden.

Por lo tanto, el estudio de ciertas peculiaridades como la anterior, llevó a la investigación sobre los sistemas no lineales, lo que contribuyó después a la denominada Teoría del Caos cuyo principal contribuyente fue Edward Lorenz. Este autor observó en su campo de trabajo que la evolución del sistema, para dos condiciones iniciales muy cercanas, llegaba a estados completamente diferentes en un tiempo posterior, es decir, la evolución del sistema tenía alta sensibilidad a las condiciones iniciales. Este fenómeno se ha conocido metafóricamente como Efecto mariposa, pues enfatiza la idea de la concatenación universal, es decir, el vínculo o conectividad directa o indirecta que establecen todos los fenómenos de la realidad.

Otro ejemplo de la Física es que no hay un modelo único para representar el universo, actualmente tomamos en cuenta la Teoría Cuántica para el estudio de las estructuras pequeñísimas, las cuales no podemos observar a simple vista o con la teoría de la relatividad para estructuras observables a gran escala, donde ambas no son compatibles entre sí o como lo explica Hawking (1989) “ambas no pueden ser correctas a la vez” (p.18). Aquí se ha tratado de unificar y generar una sola teoría Física, la cual pudiese ser como lo refiere el mismo autor una teoría cuántica de la gravedad; además se demuestra la complejidad de nuestro universo donde no podemos simplificarlo sino tomar ambas teorías para poder entenderlo, no hay que ser excluyentes.

Por todo esto, Morin nos conduce a tomar en cuenta la dialógica orden/desorden/ organización/interacción, incluyendo todos esos términos de manera que sean complementarios para fomentar el pensamiento complejo, siendo todos necesarios a pesar de su antagonismo, tal y como que se presenta en la siguiente figura:

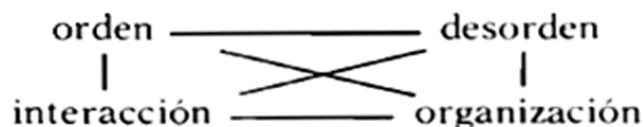


Figura 1. Dialógica orden/desorden/organización/interacción.
Fuente: Ciencia con Conciencia. Autor: Edgar Morin

Siguiendo el mismo orden de ideas, ya no nos basaremos en la linealidad de las cosas sino en una perspectiva múltiple, y como lo explica Morin (1995) “no se trata de retomar la ambición del pensamiento simple de controlar y dominar lo real. Se trata de ejercitarse en un pensamiento capaz de tratar, de dialogar, de negociar, con lo real” (p.3). En este diálogo con la realidad es donde debemos incluir la transdisciplinariedad en la educación y fomentar el pensamiento complejo, generando ese dialogo también con el ámbito

educativo. Salazar (2016) plantea en su investigación una definición de transdisciplinariedad incluyendo lo siguiente:

La transdisciplinariedad presupone una actitud de apertura al conocimiento, que requiere una lógica diferenciada, una nueva manera de pensar y comprender la complejidad de la realidad, lo que exige nuevas miradas sobre el objeto de conocimiento, incentiva a contextualizar el conocimiento y a problematizar siempre que sea necesario. (p.133).

De allí la importancia que ha tomado para el campo de la didáctica, la contextualización de los contenidos, no solo en la planificación de las clases sino en las actividades teórico- prácticas que se desarrollen en el aula y fuera de ella. En este sentido, una persona en proceso de formación que adquiere progresivamente conocimientos y saberes, permite la construcción de una mejor sociedad y ayuda también al desarrollo humano. Como lo plantea la transdisciplinariedad en el área educativa, la tarea ha sido entonces en las últimas décadas agregarle otro ingrediente y sensibilizar sobre lo complejo, no es encontrar la solución a los problemas es ver qué posibilidades se pueden originar del mismo.

Más aún si reconocemos que la complejidad está presente en nuestra cotidianidad como nos refiere Morin (1995) “hace falta ver la complejidad allí donde ella parece estar, por lo general, ausente, como, por ejemplo, en la vida cotidiana” (p.13); está presente de igual manera en el ámbito educativo. Por eso debemos fomentar el pensamiento complejo en el aula de clases, la cual es parte importante de la cotidianidad de los estudiantes para su formación, para una nueva forma de comprensión y de adquisición de saberes.

Hay que sensibilizar a las personas sobre la importancia de este paradigma, pero ¿qué debemos tomar en cuenta para desarrollar este tipo de pensamiento? La complejidad siempre se ha hecho notar, tanto es así que en las ciencias actualmente no se basan solamente

en la certidumbre, sino que han tomado la incertidumbre como parte importante de la misma.

Un significativo ejemplo a resaltar igualmente en el mundo de la Física es el denominado Principio de Incertidumbre de Heisenberg, acerca del cual Serway (2002) expresa “físicamente es imposible medir de manera simultánea la posición exacta y la cantidad de movimiento exacto de una partícula” (p.1327). Esto demuestra la relevancia de valorar la incertidumbre para poder comprender el mundo, tal como nos los indica este principio.

Tenemos que incluir en las diferentes disciplinas la complejidad, la idea de la transdisciplinariedad viene desde la antigüedad, aunque no lo notemos los llamados sabios de la edad antigua eran personas que manejaban diversas disciplinas. Tal es el caso de Isaac Newton, era matemático, físico, filósofo; otro ejemplo es el de Nicolás Copérnico también matemático, físico, astrónomo y así muchos otros los cuales engranaban sus conocimientos para comprender mejor la realidad.

Ahora bien, si desde el aula de clase adoptamos un pensamiento complejo, las disciplinas no sean vistas de manera aislada sino de forma integral, complementaria, así como lo expresa el mismo Morin (1995) “el todo es más que la suma de las partes” (p.8). Por ello tenemos que ver e incluir el todo, incorporando el orden y el desorden, la certidumbre y la incertidumbre, lo previsto y lo imprevisto, incluyendo así el valor de cada disciplina que converja para la funcionalidad de una mejor concepción del mundo.

Como ventaja en la actualidad en este proceso de universalización es el ingrediente de la tecnología, el acceso a las denominadas Tecnologías de la Educación y la Comunicación (TIC) nos permite tener una referencia de lo que sucede en el mundo a través de la web; esto es si se toma internet como una herramienta favorable y no como una limitante. Si analizamos un poco para ver cómo el mundo está inmerso

en la complejidad, sabremos la importancia de desarrollar un pensamiento complejo para enfrentar los retos y desafíos que la constante actualización y desarrollo tecnológico nos propone.

Ahora bien, ¿Cómo desarrollar un pensamiento complejo en los estudiantes si los profesores son los primeros deterministas? Es momento de empezar a ver al mundo desde otra perspectiva, hay que abrir nuestra mente a las indeterminaciones del día a día porque si todo estuviera determinado y lo pudiésemos predecir seríamos como máquinas que funcionamos en un mundo, por ello hay que darle cabida también al azar. En este sentido, los docentes son los primeros que deben estar sensibilizados a los cambios y evoluciones que se suscitan día a día, formándose continuamente para así incentivar a sus estudiantes y llevarlos a desarrollar sus competencias tanto genéricas como específicas en las diversas áreas desde una perspectiva compleja y transdisciplinaria.

Incluyamos entonces la transdisciplinariedad también en la educación, para que tanto estudiantes como profesores, quienes convergen en la producción de saberes, empiecen ese cambio de perspectiva hacia el entendimiento de la realidad de una manera no simplificada sino llena de las múltiples posibilidades que ofrece el contexto social y educativo actual, tal como lo expresa Morin (1995):

El reconocimiento de la existencia de diferentes niveles de realidad, regidos por diferentes lógicas, es inherente a la actitud transdisciplinaria. Toda tentativa de reducir la realidad a un solo nivel, regido por una única lógica, no se sitúa en el campo de la transdisciplinariedad. (p.21)

Por lo cual, esta actitud transdisciplinaria es significativa y permite esa relación con la realidad desde la perspectiva compleja. "La transdisciplinariedad no busca el dominio de muchas disciplinas, sino la apertura de todas las disciplinas a aquellos que las atraviesan y

las trascienden” (p.21). El mundo está abierto a muchas posibilidades, por ello hay que abrir ese abanico de opciones al cual las disciplinas nos permiten acceder.

Por ello la complejidad mora en la transdisciplinariedad como lo refiere también Morin (1995) explicando que: “la visión transdisciplinaria es decididamente abierta en la medida que ella trasciende el dominio de las ciencias exactas por su diálogo y su reconciliación, no solamente con las ciencias humanas sino también con el arte, la literatura, la poesía y la experiencia interior” (p.21), porque no es una visión única sino una visión múltiple incluyendo el arte, poesía, música, nuestra ecología relacionando lo conocido y lo que está por conocerse.

Al incluir la transdisciplinariedad en la educación como una forma de mirar e interpretar nuestra realidad educativa, nos llevará como lo manifiesta el mismo Morin, a una educación auténtica que vaya más allá de la mera abstracción en el conocimiento, privilegiando la contextualización de forma concreta y globalizada, así como la sensibilidad y el imaginario. En esa inclusión y relación entre disciplinas, sus semejanzas y diferencias permiten el desarrollo de un pensamiento complejo, llevando al estudiante no solo a verificar el conocimiento sino a creer que hay posibilidades imprevistas, impredecibles por descubrir o como en la Física Cuántica que no se basa en un orden preestablecido sino en esa probabilidad e improbabilidad de encontrar un Bosón de Higgs o quizás de que un electrón se comporte como onda o se comporte como partícula.

CONCLUSIONES

La educación debe de verse con una visión compleja y transdisciplinaria de manera que la relación con el mundo tenga una comprensión distinta y no sea simplificadora sino múltiple.

Asumir que la complejidad ha dado cabida a un cambio de perspectiva, donde el mundo no se rige por una ley única, sino que estamos expuestos a la incertidumbre, a lo inesperado, a lo imprevisto. La transdisciplinariedad origina esa inclusión de las ciencias exactas con el arte, la poesía, la música y las ciencias humanas.

Se debe de fomentar el pensamiento complejo desde la base de la educación para el diálogo con el mundo, en esa interacción con la realidad para la creación de nuevos saberes.

Si en la Física, la incertidumbre y el desorden están presentes como parte importante para el estudio de la misma, también hay que tomar estos elementos para todas las ciencias; si solo nos basamos en la certidumbre estaremos mutilando nuestro conocimiento.

Dentro del contexto universitario actual, el desarrollo de un modelo educativo que integre la formación por competencias, viene a promover esa transdisciplinariedad tan necesaria para acceder al mundo complejo que nos rodea, formando futuros profesionales de una manera integral, críticos y con habilidades para desenvolverse personal y profesionalmente en diversos ámbitos de la vida cotidiana.

REFERENCIAS

HAWKING, S. *Historia del Tiempo*. Del Big Bang a los Agujeros Negros. Madrid: Editorial Crítica. 1989.

MORÍN, E. *Introducción al pensamiento complejo*. Barcelona: Gedisa. 1995.

MORÍN, E. Ciencia con Conciencia. Multiversidad Mundo Real. Disponible en: www.edgarmorin.org. 1982.

SALAZAR, S. *El aprendizaje de una lengua extranjera: una visión transcompleja*. Tesis Doctoral. Universidad de Carabobo. Venezuela. 2016.

SERWAY, R. *Física para Ciencias e Ingeniería*. Tomo I. Mc Graw-Hill. Edición. España: Prentice Hall Hispanoamericana, S.A. 2008

SERWAY, R. *Física para Ciencias e Ingeniería*. Tomo II. Mc Graw-Hill. Edición. España: Prentice Hall Hispanoamericana, S.A. 2002.



10

Aline Guerra

**VÍDEO AULAS COMO DESAFIO
DOCENTE E PERSPECTIVAS
FRENTE A UMA NOVA
REALIDADE MUNDIAL:
educação em tempos
de distanciamento social**

DOI: 10.31560/pimentacultural/2021.004.232-276

RESUMO:

Assolados por uma pandemia mundial e com regras de isolamento social, aulas presenciais foram canceladas e os professores se adequaram a aulas remotas, online, ou à distância para seguir ensinando em prol da educação. Neste contexto o uso de videoaulas é uma alternativa, diferente de uma Educação à Distância, pois aulas remotas não garantem uma estrutura de funcionamento, nem profissionais (tutores e bolsistas) para auxílio para aulas. Ainda assim as atividades remotas aparecem em todas as esferas do conhecimento e com isso novas leis buscam regulamentar essas atividades. As videoaulas, já em uso antes da pandemia, ressurgem com o propósito de servir de apoio didático, visto que vídeos com textos verbais tornaram-se um recurso preferível em relação aos textos escritos para os estudantes.

Palavras-chave: Aulas presenciais, Videoaulas, Pandemia mundial, Apoio didático, Aulas remotas

INTRODUÇÃO

Novos desafios e novas percepções das ações de professores é uma realidade do “ser professor”. Desafios na mudança do método de dar aulas são discussões realizadas há décadas, Paulo Freire em 1970 defendia uma educação assumidamente ideológica onde ele propunha uma prática de sala de aula que pudesse desenvolver a criticidade dos estudantes e condenava o tradicionalismo da escola brasileira, que chamou de “educação bancária” (DINIZ, 2013), em que o professor deposita o conhecimento em um estudante desprovido de seus próximos pensamentos. Tal sistema, segundo Freire, só manteria a “estratificação das classes sociais, servindo o ensino de mero treinamento para a formação de massa de trabalho.” (FREIRE, 1998).

E a maioria das aulas de física seguem no modelo onde o professor expõe os conteúdos, ensina a resolver exercícios e os estudantes fazem vários exercícios sobre cada assunto discutido (pelo professor) e embora exista uma vasta tecnologia disponível, esta tecnologia é pouco explorada e a maioria das aulas seguem no quadro negro (lousa) e giz. Em contrapartida, algumas propostas metodológicas encontram resistências por parte dos estudantes, que às vezes reclamam caso o professor não use o “método tradicional”. Não apenas os professores seguem nesta metodologia como as salas de aula mantém essa estrutura para o ensino, talvez por uma cultura fortemente enraizada tanto em professores como nos estudantes (ou seus familiares)! Novas percepções em relação a diversidade dos estudantes, diversidade sociocultural, ideológica, religiosa e de classes, enfrentamos uma realidade em que a carreira professoral, principalmente para a educação básica, não é valorizada tanto no aspecto econômico como no aspecto social (destacando o respeito ao professor).

Estes desafios e percepções estão mais evidentes ainda com a situação de isolamento social frente a uma pandemia mundial e entendimento para uma nova realidade, onde o distanciamento social será imprescindível, pelo menos até que haja uma vacina. E a classe dos professores não parou a fim de esperar para ver o que vai acontecer, mas se disponibiliza a enfrentar o desafio de ensinar/aprender numa realidade virtual, transpondo a lacuna tecnológica de sua formação, utilizando os próprios recursos de forma a seguir ensinando aos estudantes no durante o período em que deveriam estar presentes em aula, mas pela pandemia mundial encontram-se distanciados e cumprindo com o juramento feito na sua formatura: a promessa de zelar pela educação nacional, utilizando seu esforço e dedicação em prol do ensino.

São esses desafios e percepções novas potencialidades do ser professor? Entre discussões de aulas de educação a distância (EaD) e aulas on line, preparar videoaulas, fazer web conferências, os professores enfrentam as dificuldades, identificando e explorando recursos disponíveis que já entravam na pauta das discussões filosóficas sobre a educação do futuro, mas que de repente é nosso presente (CNN, 2020). É a cibercultura que estava se enraizando nas metodologias ativas, nas tecnologias da informação e da comunicação (TIC's) e que de repente foi imposta no cotidiano das pessoas (tanto estudantes como professores), mesmo não havendo universalidade e nem possibilidade de todos terem acesso a uma vida on line, uma vida mais virtual pelo distanciamento social imposto pela pandemia (ALMEIDA, 2020).

Assim, se a educação é complexa no âmbito das práticas pedagógicas, novas metodologias e desafios, a realidade do mundo transformou esta realidade como sendo imediata para professores de aulas presenciais abrindo novas complexidades, paradigmas e impondo o desafio de seguir com ofício de ensinar, emergindo e buscando entendimentos de um mundo virtual e um aprofundamento

de conhecimentos e uso da cibercultura para realizar o ensino (PIMENTEL, 2020). As TIC's há muito discutidas tanto âmbito da pós-graduação como na graduação de cursos de licenciaturas e pouco implantadas, possivelmente por falta de investimentos em tecnologias para a educação, começam a se destacar no cenário atual. Destaque mesmo com recursos limitados e recursos pessoais dos professores e estudantes. Embora já exista uma cibercultura social, a atual situação que vivemos nos projeta para cibercultura também no campo da educação.

Este trabalho tem como objetivo discutir a produção de vídeo aulas como apoio didático para estudantes que estudam a Física I, que também são ferramentas para apoio didático-pedagógico para as aulas EaD e a educação on line. A vantagem das videoaulas é que podem ser assíncronas, ou seja o estudante pode assistir as videoaulas nos horários em que seja mais conveniente para ele. Vantagem também para situações em que a conexão com a rede fica impossibilitada e com isso o estudante não “perde” a explicação de conceitos por problemas técnicos. A proposta inicial destas vídeo aulas eram para suporte e apoio das aulas presenciais, onde os estudantes não podem dar uma pausa ou retroceder para reouvir o que foi falado pelo professor. O primeiro pensamento que esta afirmação nos remete é que no ensino presencial é fácil para eles perguntarem e o professor repetir (usando outras palavras, tentando outras expressões para o entendimento), muito fácil ... mas, professores que ministram aulas para turmas com muitas matrículas (50 ou mais estudantes em sala de aula), percebem que o silêncio dos estudantes se sobrepõe a estas oportunidades de questionamentos e que as dúvidas não são sanadas, pois se o fossem, os índices de reprovação/evasão não seriam tão assustadores (chegam a 70% em turmas de primeiro ano da universidade)!

A nova realidade imposta pela pandemia mostra a importância das tecnologias digitais/virtuais TIC's para serem pensadas como nova metodologia do processo ensino-aprendizagem e não apenas

como apoio didático, dando suporte para as metodologias ativas da educação. Surge assim um grande desafio para os professores: se nas aulas presenciais já não se tem a atenção de toda a turma, como ter essa atenção a partir das tecnologias digitais? Ou talvez seja esta a demanda para o despertar da educação para os dias atuais e valorização do ensino que a humanidade está almejando (e ainda também não percebeu que é isso que esperam de uma nova didática ou de novas metodologias para o ensino) e que os professores ainda não usufruem (pela necessidade de aprender e se acostumar a trabalhar com elas, pela resistência em se manter no método tradicional – resistência tanto por parte dos professores como dos discentes e seus familiares)?

CONTEXTO DA SITUAÇÃO – PANDEMIA MUNDIAL

Para entrar no âmbito das discussões sobre a realidade virtual e com isso compreender as diferenças entre o que é a EaD e o que são aulas on line, e entender a importância atual das vídeo aulas e como elas podem ser usufruídas, é importante identificar o contexto da situação em função da pandemia: no final do ano de 2019 um novo vírus (comumente conhecido por COVID-19) infectou a população da cidade de Wuhan, em fevereiro de 2020 o vírus chegou na América no Sul e começou a se alastrar pelo Brasil (Lima, 2020); com apenas um caso relatado pelas autoridades em fevereiro de 2020 e o primeiro óbito em março do mesmo ano; passados alguns meses os dados oficiais de 26 de maio de 2020 (em relação as pessoas que foram testadas para o COVID-19) um total de 5.404.512 casos confirmados no mundo (99.780 novos em relação ao dia anterior) e 343.514 mortes (1.486 novas em relação ao dia anterior) e no mês seguinte foram confirmados no mundo 10.021.401 casos de COVID-19 (178.328 novos

em relação ao dia anterior) e 499.913 mortes (4.153 novas em relação ao dia anterior) até 29 de junho de 2020 (Brasil, 2020).

Esse cenário indica que se no início do ano de 2020 as perspectivas eram de 15 a 30 dias de isolamento a situação atual prorroga o isolamento para meses. As recomendações para afastamento social no Brasil foram regradas por Prefeitos e Governadores e pautadas cientificamente com base nas recomendações da Organização Mundial da Saúde (OMS). Em março de 2020 as escolas foram fechadas (Decreto covid 19 RS) com o objetivo de diminuir os níveis de transmissão de vírus, pois os principais vetores de transmissão são as pessoas assintomáticas. Assim o distanciamento social é a precaução sugerida pelas entidades governamentais devido à ausência de vacina (BELASCO, 2020). As recomendações legais reforçam a adoção das medidas de prevenção contra a infecção, preconizadas pela OMS (Brasil, 2020).

Essas recomendações enfatizam evitar ambientes fechados (como as salas de aula) a fim de evitar a disseminação do vírus para que não haja colapso hospitalar (sobrecarga do sistema de saúde em que coloca médicos na situação de precisar escolher quem recebe tratamento devido a superlotação do sistema de saúde) devido ao vírus não ter sido contido e estar em fase de mitigação (que significa que a transmissão da infecção já está no país) (WERNECK, 2020). Em 16 de junho de 2020, o MEC editou uma portaria no Diário Oficial da União (DOU) que “Dispõe sobre a substituição das aulas presenciais por aulas em meios digitais, enquanto durar a situação de pandemia do novo coronavírus - Covid-19” (PORTARIA 544, 2020).

A situação das escolas fechadas retomou as discussões de aulas online e EaD, havendo inúmeras LIVES (apresentações online de conferências, palestras, shows, etc que podem ser vistas no momento em que estão sendo realizadas embora exista a possibilidade de serem vistas posteriormente, a qualquer momento por ficarem gravadas no servidor remoto) para avaliar a situação de aulas online. Somando-se

a esta situação, o Ministério da Educação e Cultura - MEC, publicou um decreto que dispõe da substituição das aulas presenciais por aulas em meios digitais enquanto durar a situação de pandemia do Novo Coronavírus - COVID-19 com o objetivo de manter a rotina de estudos dos estudantes (Portaria 343-MS). Tal decreto é emergencial, com previsão de 30 dias de duração e prorrogável conforme as recomendações sobre distanciamento social seguem (atualmente esse decreto já foi prorrogado mais de três vezes).

CONTEXTO DA EAD

Em 1995 foi criado o Centro Nacional de Educação a Distância. Em 20 de dezembro de 1996 o MEC edita a portaria que institui o decreto nº 9.057 que regulamenta o art. 80 da Lei nº 9.394, que trata da criação e desenvolvimento de ensino não presencial (LDB, 1996). A motivação nessa modalidade de ensino surge da importância de permitir uma formação mais completa, principalmente, para professores da rede da educação básica com formação carente e que não tem condições de buscar uma formação longe da família ou do seu local de trabalho pela falta de universidades no entorno onde moram. A Secretaria Geral de Educação a Distância (SEaD) da Universidade Federal do Rio Grande – FURG foi criada em 7 de dezembro de 2007, secretaria responsável pela administração e gestão pedagógica das atividades da EaD e em 2020 conta com 5 cursos de graduação, 12 cursos de especialização, 4 cursos de aperfeiçoamento dentre outras ações de extensão e cursos livres que servem de apoio didático-pedagógico para aulas presenciais.

Mas a estrutura da EaD não é simples e conta com diversos núcleos, no caso da FURG: núcleo de professores, núcleo de tutores, núcleo de estudantes, núcleo de apoio aos polos, núcleo de design e diagramação, núcleo de revisão linguística, núcleo de vídeo e web

conferência, núcleo tecnológico e núcleo de formação integrada, que trabalham colaborativamente (PINTO, 2017). Além disso os polos possuem bibliotecas e locais de encontros presenciais, onde o professor se desloca para o polo para as aulas presenciais, contando com tutores e bolsistas que atuam no polo para suporte técnico e didático presenciais. Os cursos contam com apoio técnico que contribui com ações desde a preparação do material didático até a realização das aulas. A aprovação de cursos via MEC depende de editais, após aprovados e antes das ofertas das vagas os professores tem um período exclusivo para preparação do material didático e programação dos planos de ensino e metodologias a serem utilizadas. Existe um tutor para cada 20 - 30 estudantes matriculados (SOUZA, 2004), e esses tutores auxiliam o professor regente; além de bolsistas que auxiliam no desenvolvimento das aulas/cursos (SINAES, 2020). No caso das EaD, pelo menos, 20% das aulas são presenciais e realizadas no polo. O polo conta com estrutura para apoio técnico e possui bibliotecas e laboratórios de ensino não somente para as aulas presenciais, mas para garantir acesso aos estudantes em vulnerabilidade socioeconômica da região.

E os estudantes além de terem optado por esta modalidade de ensino, estão conscientes da importância da autogestão do curso para aulas virtuais, sendo o sucesso deles dependente da dedicação e do desafio de se programarem, se educarem e se organizarem em grupos de estudos online com os próprios colegas de forma a não estarem sozinhos no processo de aprendizagem, além de terem tutores e bolsistas dedicados a esclarecer dúvidas e auxiliar na formação deles. Com horários agendados para web conferências e com disponibilidade para assistirem às videoaulas conforme suas disponibilidades e autogerenciamento do seu tempo e cumprindo prazos estabelecidos pelo programa.

CONTEXTO DAS AULAS ON LINE (OU AULAS REMOTAS)

Surgem como ensino remoto para uma situação emergente de forma a atender tantos os estudantes da educação básica como as universidades, gerando muita polêmica na rede pública, em vista da dificuldade de estudantes em vulnerabilidade socioeconômica não terem acesso às aulas, seja por falta de equipamento, seja por falta de acesso a internet e diferentemente da proposta da EaD, a faixa etária difere visto que, no Brasil, a EaD não atende a educação básica. Mas, de repente, as aulas on line passam a ser uma realidade imposta para os professores seguirem com suas atividades de ensino.

Neste trabalho, não pretende-se discutir as polêmicas causadas por essa metodologia inesperada, mas sim identificar alguns aspectos que diferem significativamente das aulas/cursos EaD. Pois, enquanto a EaD conta com uma estrutura própria para atender a demanda dos cursos, as aulas on line são realizadas das casas dos professores, nos horários das aulas presenciais e sem suporte técnico, sem a existências de tutores ou bolsistas engajados no processo de aprendizagem dos estudantes. Enquanto no ensino da EaD são programadas aulas presenciais nos polos, e estes pólos possuem infraestrutura para esses encontros presenciais e atende necessidades da cibercultura dos acadêmicos, é garantido que as videoconferências possam ter a participação ativa de estudantes para esclarecimento de dúvidas, palestras e interações de comunicação dos envolvidos as aulas on line e vídeo aulas são disponibilizadas para que os estudantes possam assisti-las em horários convenientes para eles e não possuem interação imediata com o professor, havendo oportunidade de esclarecimento de dúvidas via tutores ou nas videoconferências, as aulas on line são semelhantes às aulas presenciais, sem oportunidade de assisti-las posteriormente.

Muitos questionamentos cercam as questões sobre aulas remotas para o momento de crise, ao passo que uma parcela dos estudantes possui estrutura psicológica, social e econômica de ter aulas desta modalidade, essa realidade não é universal. A imposição de alguns governadores sobre manutenção das aulas (Decreto Covid19 RS), desconsidera estudantes em vulnerabilidade socioeconômica, convivendo em ambientes pequenos, dividindo pequenos espaço com parentes (sem privacidade para seguir seus estudos e portanto, com condições de concentração nas aulas); muitas vezes até mesmo sem Acesso a internet e com sobrecarga emocional e inseguranças acerca do futuro (quase presente), talvez suportando o luto por um parente próximo, amigo ou ainda sem uma alimentação adequada para sua condição de estudante. A partir dos contextos apresentados, a Tabela 1 mostra as diferenças entre a EaD e as aulas on line.

Tabela 1: Diferenças entre EaD e aulas on line, embora as mesmas possam usar a mesmo ambiente virtual de aprendizagem - AVA

EaD	Aulas on line
Vídeo aulas gravadas e programação prévia para todas as disciplinas do curso.	Aulas em tempo real, com o mesmo professor da aula presencial, podendo ter o apoio de videoaulas ou não
Existência de tutores e bolsistas treinado para tirar dúvidas e acompanhar atividades dos estudantes	Interação direta com o professor da disciplina
Estudantes conscientes que precisam de um espaço/horário reservado para se concentrar nas aulas e fazer suas atividades; flexibilidade de horários e autogestão para organizar o fazer do seu curso	Estudantes que às vezes dispõem apenas do celular com internet limitada, com aula em casa sem apoio técnico, podendo estar sem estrutura e com risco de prejuízos na sua concentração por presença de familiares;
Aulas síncronas e assíncronas planejadas com antecedência	aulas síncronas com colegas e professores no horário das aulas presenciais.

Condição escolhida pelo estudante, que conta com recurso próprios, mas que tem apoio do polo caso venha a ter problemas de conexão ou necessidade de apoio técnico	Condição imposta pela situação da pandemia podendo o estudante não ter condições de acesso a internet, ou ter um Acesso limitado e precário.
Material didático padronizado e bibliotecas específicas em polos próximos aos estudantes para os mesmos fazerem consultas. Com disponibilidade de tutores e bolsistas nos polos para orientações a apoio presencial.	Material elaborado pelo professor da disciplina (videoaulas, textos, ou as apresentações via plataforma AVA), sem bibliotecas ou laboratórios, surge de uma situação de isolamento social, portanto sem interação humana.
Aulas programadas previamente, planos de ensino estruturados para EaD com suporte técnico. Professor prepara aulas em laboratórios-estúdios próprios para as videoaulas.	Cronograma e planos de ensino adaptados pelo professor para a situação remota ou virtual. O professor utiliza o computador, câmera e microfones que tem em casa.
Avaliação e testes padronizados, elaborados em conjunto com os núcleos de professores e tutores, desenvolvidos para a plataforma utilizada no curso, com produção específica desta demanda.	Professor, com seus próprios recursos, faz avaliações em conformidade com os conteúdos trabalhados em aulas para que ele mesmo faça as correções sem apoio de tutores e bolsistas.
Sistema aprovado pelo MEC, com infraestrutura sujeita a avaliações do MEC para adequações. Segue exigências estabelecidas em normas e precisa de polos nas cidades onde os estudantes estudam, para disponibilizar bibliotecas, laboratórios de informática e outros.	Sistema emergencial que surge dentro do contexto da pandemia mundial do COVID-19.

Fontes: (Pinto, 2017); (Unics,2019); (EaD,2020)

VIDEOAULAS

Aulas remotas ou a distância não são novidades. antes mesmos dos computadores pessoais, já existia a chamada tele-educação, onde as aulas eram por rádio ou televisão ou ainda aulas que tinham como

base um livro texto e fitas k 7 para serem escutadas em gravadores de fita k 7 ou “tape deck”, como mostrado na Figura 1.

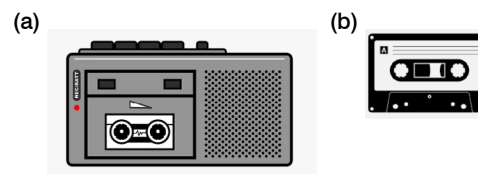


Figura 1. Esquemas de (a) gravadores de fita k7 e (b) fita k7

Fonte: https://www.pngitem.com/middle/wbWRRo_voice-recorder-cassette-recorder-recorder-tape-modern-tape/

Embora as videoaulas estejam sendo exploradas em larga escala para o contexto da Pandemia mundial, surgiram desde o advento do Acesso facilitado da internet e condições de aquisição de computadores pessoais (pc's) e até mesmo os celulares, quando o Acesso a informação se tornou universal.

Com isso, as vídeo aulas e outros vídeos começaram a substituir a escrita onde a nova geração busca pelos textos verbais (SILVA, 2008) para diversas ações e situações como, por exemplo, para saber das notícias, diversão, culinária e até mesmo compras, incluindo o aprendizado por videoaulas e consultas a diversos sites. As pesquisas geralmente são feitas usando a internet, poucos estudantes buscam consultas em livros, a cibercultura fica cada vez mais evidente em artigos científicos e livros (e-books) feitos de forma on line. Artigos científicos e e-books são amplamente utilizados, ainda mais nos tempos de isolamento social.

Muitos cuidados devem ser observados em função das fontes dessas pesquisas a fim de se evitar informações incompletas, erradas ou falsas. Embora muitas pessoas tenham resistências a tecnologia mesmo que para o aprendizado, o Brasil tem diversos cursos que são oferecidos na forma de EaD, onde este aprendizado está estruturado

e pautado em regras para diplomas sejam validados como nos cursos presenciais. Neste contexto os vídeos aulas são materiais de apoio pedagógico importantes que muitas vezes são utilizadas pelos estudantes para solucionar dúvidas sobre conceitos e sobre a matéria que estão estudando.

Assim encontramos vídeo aulas dos mais variados assuntos na internet, e assim então, as vídeo aulas começaram a ter visibilidade e valorização para apoio pedagógico e no nosso contexto atual, ganham as telas de pc's, notebooks, celulares e tablets para que a educação e o ensino não fiquem deixados de lado durante o isolamento social em que vivemos.

VÍDEO AULAS DE AULAS DE FÍSICA I

As vídeo aulas de Física I para os cursos de engenharia da Universidade Federal do Rio Grande - FURG, começaram a fazer parte de um projeto para apoio pedagógico pensado por alguns professores do Instituto de Matemática Estatística e Física – IMEF. Em 2019 algumas aulas foram gravadas e disponibilizadas para os estudantes, feitas na própria sala aula, antes da Pandemia (FERRARI, 2020a). Além de se gravar algumas aulas, foram feitos alguns testes de gravar os conteúdos em partes, não em sala de aula com os estudantes. (FERRARI, 2020b).

Algumas videoaulas simples foram propostas, apenas com poucos materiais e o celular pessoal do professor: celular, folhas de ofício, um suporte simples para manter o celular o uns 20 cm de uma folha de ofício (até mesmo dois copos altos podem servir de apoio para o celular), uma luminária para melhorar a imagem, uma caneta hidrocor (esferográfica ou lápis ficam com imagem prejudicada em termos da nitidez). A Figura 2 mostra a imagem de uma videoaula feita nos moldes da videoaula apresentada por Ferrari (2020b, vídeo).

A metodologia é bem simples, o professor expõe o conteúdo e escreve na folha os pontos importantes, os aspectos que acha relevante como se fosse uma lousa, pode usar exemplos conforme vai expondo o conteúdo da disciplina ou a solução de um exercício, como indicado na Figura 2. Mas um vídeo não substitui uma aula, assim, outros recursos devem ser explorados.

Com isso é importante ressaltar que a proposta não é os estudantes assistem um monte de videoaulas, mas sim assistirem estas videoaulas com a sequência descrita no plano de ensino, para que a construção do conhecimento siga uma sequência didática proposta no objetivo da disciplina.

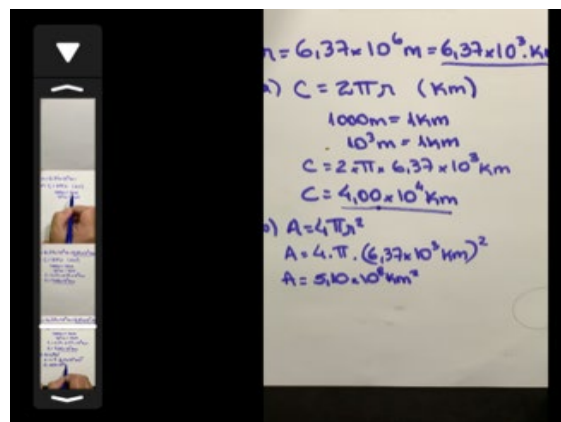


Figura 2: Imagem de um Vídeo (teste) com resolução de exercício. Enquanto o professor explica o exercício também vai escrevendo na folha de ofício. Fonte: Autora.

Embora as aulas remotas na FURG não estejam (ainda) oficializadas, ou seja, não contam como dias letivos, existe uma grande preocupação em manter o foco dos estudantes, alguns professores estão articulados com a proposta de fornecer recursos didáticos e audiovisuais para os estudantes. Atualmente o uso de software livre para melhorar a qualidade das videoaulas tem sido utilizado, associado

a uma plataforma que permita a comunicação professor-estudante, como por exemplo, o google classroom.

Uma plataforma de comunicação com os estudantes é muito importante (via email, grupo fechado do facebook) para que eles entendem os planos de aulas, que servem para orientar os estudantes acerca de quais vídeos estão relacionados a sequência didática proposta para a disciplina.

O software livre em questão é o *Open Broadcaster Software Studio* (OBS Studio). A cibercultura já faz mais parte das nossas vidas do que imaginamos, atualmente é fácil fazer buscas na internet e com isso encontrar diversos tutoriais. Existem muitos sites que mostram como baixar, instalar e ainda mostram como usar o programa passo-a-passo. Digitando-se *OBS Studio* para a pesquisa é possível aprender sobre o software, como indica na Figura 3.

As pessoas também perguntam	
Para que serve o OBS Studio?	▼
Como usar o OBS Studio?	▼
Como instalar o OBS Studio?	▼
Como gravar tela com Obs Studio?	▼

Feedback

Figura 3: Guia de opções do Google quando se pesquisa sobre como usar o OBS. Fonte: <https://www.google.com/search?q=obs>. Fonte: Autora.

As vídeo aulas podem ser gravadas, sem mostrar o professor/apresentador ou com a imagem do professor/apresentador. As imagens para as videoaulas podem ser feitas a partir de capturas de tela e com isso a evolução das aulas pode ser realizada em qualquer programa do computador em uso, como mostrado na Figura 4. Para este caso é suficiente um computador com microfone, para que o professor/apresentador faça a explicação sobre as imagens.

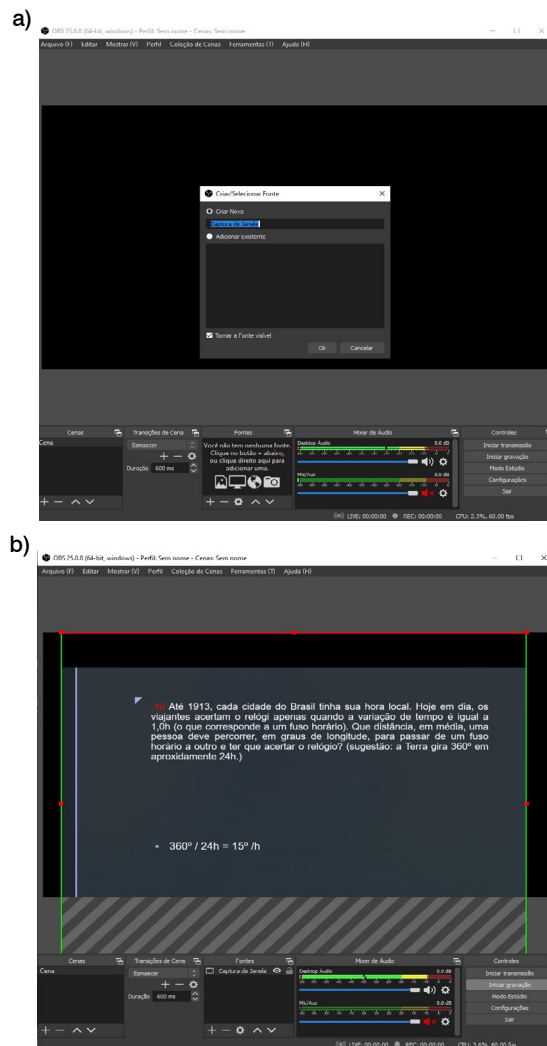
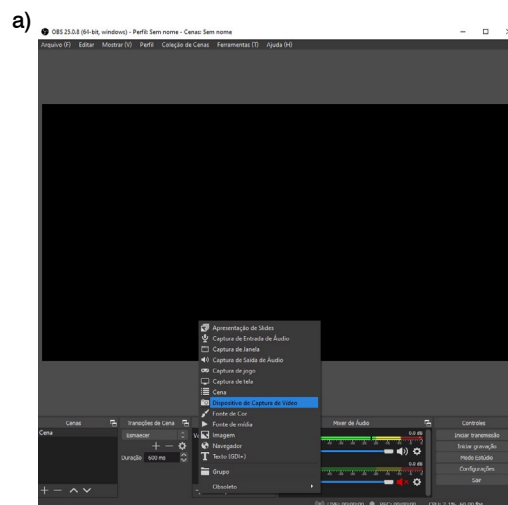


Figura 4: a) como inserir uma captura de tela no OBS (atenção em ter a tela a ser capturada aberta, exemplo o powerpoint tem que estar aberto para ser incluído) e b) imagem do powerpoint inserida, pode-se iniciar a gravação do vídeo sem inclusão de outras telas. Fonte: Autora.

Contando com diversos recursos, pode-se inserir uma câmera de vídeo, como mostrado na Figura 5. Nesta etapa, caso não se tenha um fundo de cor única (que pode ser vermelho, verde ou azul; ou ainda uma tonalidade a ser escolhida no programa) para usar um filtro como recurso, chamado *chroma key*, o professor /apresentador poderá incluir sua tela mesmo com fundo do ambiente em que se encontra, cuidando que seja um ambiente com bastante luminosidade. A imagem do professor/apresentador deverá ser dimensionada no texto de forma a não sobrepor a apresentação que está sendo gravada, mas todas as janelas podem ser ajustadas/dimensionadas a critério de quem está fazendo a gravação. A câmera de vídeo (imagem) pode ser mostrada junto com a apresentação, pois é possível ter múltiplas telas.



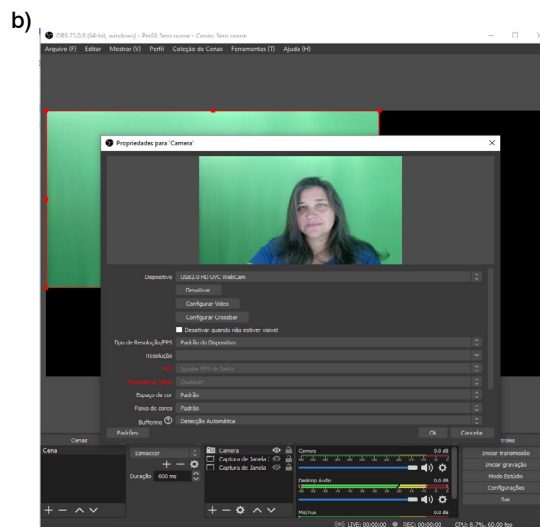


Figura 5: a) Adicionando uma câmera de vídeo, b) Imagem da câmera de vídeo com fundo (neste caso um pano verde). Fonte: Autora.

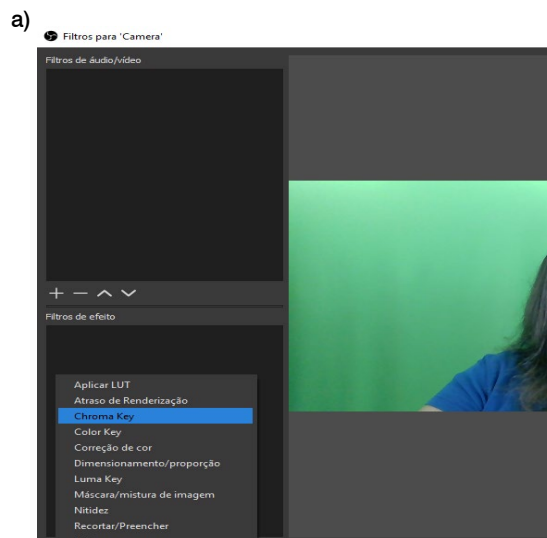
Interessante de usar esse tipo de software é o recurso de um filtro de *chroma key* (o *chroma key* fará com que o fundo fique invisível e com isso a imagem do professor/apresentador poderá ser sobreposta numa imagem, aparecendo apenas o contorno do professor/apresentador); entretanto este recurso não é obrigatório de ser usado, pode-se usar o fundo que aparece na câmera de vídeo, como o fundo usado em qualquer web conferência (alguns apresentadores mostram uma estante de livros ao fundo ou apenas uma parede branca).

O recurso da *chroma key* é muito interessante no sentido de tirar o fundo da imagem do professor/apresentador de forma a diminuir o excesso de informações visual do vídeo, desde que se utilize um fundo homogêneo e monocromático. Recomenda-se o verde por não haver essa cor no nosso corpo, embora outras cores são possíveis de serem usadas (vermelho e azul, conforme citado anteriormente). O próprio programa, quando se abre a opção de filtros para a imagem

e som, possui filtros para serem escolhidos e com isso melhorar a qualidade da imagem e som.

No caso da câmera, selecionando o filtro com uso do botão direito do mouse posicionado sobre a imagem na tela do OBS, o mesmo já possui diversos filtros de efeito como no caso, o filtro para o recurso do *chroma key*. Dentro desse filtro o próprio programa já disponibiliza cores verde, azul ou vermelho, mas ainda há a opção de escolha da tonalidade desejada, como mostrado na Figura 6 (b). Muito importante ressaltar que a homogeneidade e a iluminação do ambiente de gravação são muito importantes para a qualidade da imagem do professor/apresentador. Ambientes sem luminosidade dificultam os ajustes dos parâmetros para uso do *chroma key*.

Diversos ajustes de imagem e som podem ser explorados, neste caso sugere-se consultar os tutoriais para uso adequado do programa. Mas é possível utilizar de forma simples, podemos assim iniciar as gravações de videoaulas, mesmo sem domínio completo do programa.



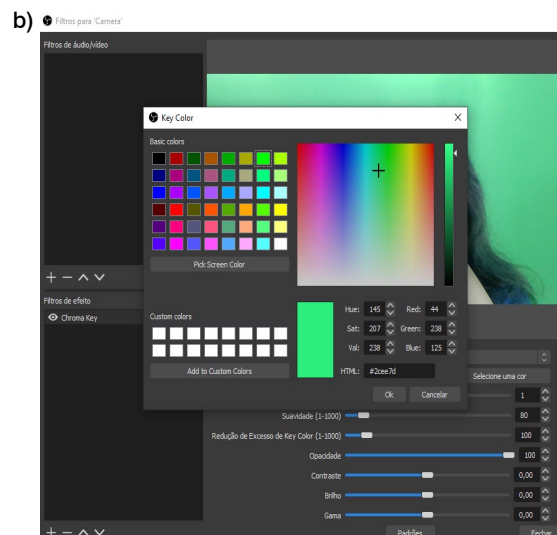


Figura 6: (a) escolha do filtro *chroma key*. (b) escolha da cor semelhante ao fundo da imagem da câmera.

Após a seleção da cor da *chroma key*, deverá ser feito o ajuste da similaridade e de outros parâmetros, se desejável pelo professor/apresentador. A Figura 7 já apresenta a seleção de similaridade adequada de forma que o fundo verde desaparece e fica transparente quando utilizado sobre a apresentação da captura de tela.

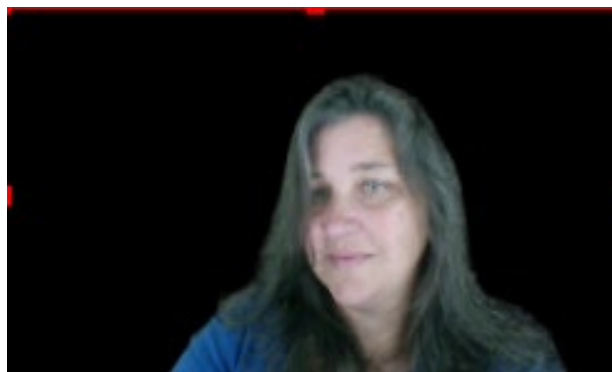
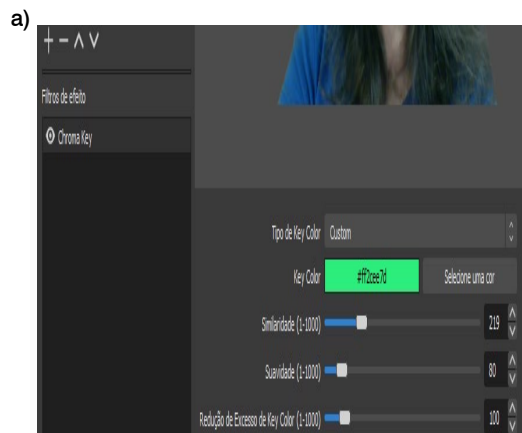


Figura 7: Uso do *Chroma Key*, onde o fundo verde desaparece com ajustes dos parâmetros e a tela pode ajustada do tamanho que o professor/apresentador desejar. Fonte: Autora.

As imagens a e b da Figura 8 mostram os ajustes que foram utilizados para que o fundo (*chroma key*) se torne transparente na tela (aparece preto, mas na realidade a imagem se sobrepõe a outras imagens) do *Chroma Key*. Pode-se inclusive escolher uma imagem para o fundo!



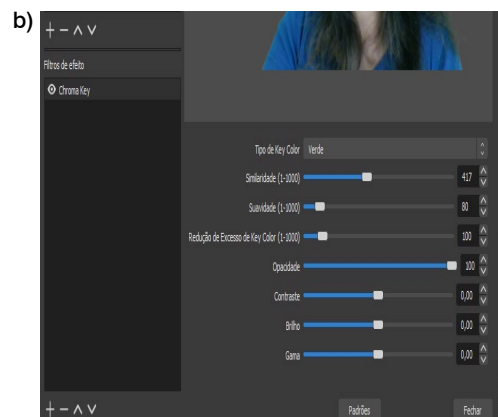


Figura 8: (a) seleção da similaridade que permite deixar o fundo transparente aparecendo apenas a imagem do professor/apresentador. (b) parâmetros para melhorar contraste e nitidez da imagem. Fonte: Autora.

As Figuras 9 e 10 mostram, respectivamente, o professor/apresentador sem e com os recursos. O programa permite o uso de várias janelas nas telas, como pode ser visto na Figura 9. Cada janela terá seu tamanho ajustado pelo professor/apresentador, pois é possível escolher o tamanho da tela de apresentação. Com isso pode-se priorizar uma tela.

Mas para evitar muita informação simultânea, pode-se ainda ocultar telas na janela do programa, onde se escolhe as telas que serão capturas para gravar, essa opção de ocultar as telas que não estão em uso permite que o professor/apresentador faça a troca de telas durante a gravação da sua aula/palestra. Inicialmente, pode-se dar uma pausa na gravação para trocar as telas e depois de ajustar segue-se a gravação. Observa-se que na Figura 9 (b) o fundo do professor/apresentador não está usando o recurso de chroma key.

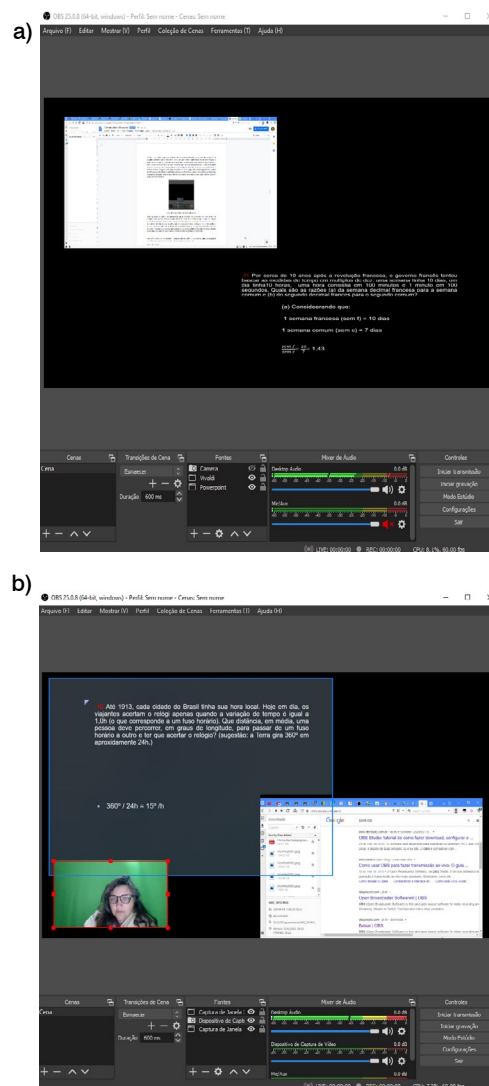


Figura 9: (a) Duas telas simultâneas; (b) três telas simultâneas. Fonte: Autora.

Além da câmara de vídeo e da apresentação que o professor esteja fazendo, com esse recurso de múltiplas telas, permite que sejam feitas escolhas de outros recursos como durante a aula, como utilizar um vídeo do youtube ou algum vídeo ou imagens produzidas especialmente para a aula. A proposta é não apenas tornar a aula mais atrativa, mas usufruir de recursos tecnológicos que possam ajudar no processo ensino-aprendizagem.

Outra opção é ainda colocar as janelas em camadas, escolhendo qual camada será apresentada durante a gravação do vídeo ou transmissão online, no caso da Figura 10 a imagem do professor/apresentador está sobreposta a imagem do powerpoint, com uso do *chroma key*.

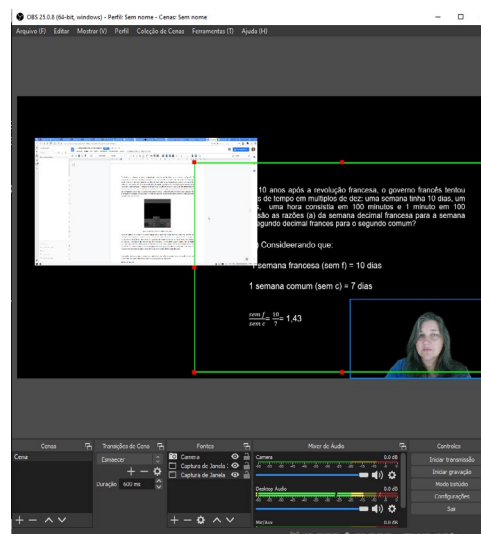


Figura 10: Uso do *chroma key* na captura da câmara de vídeo, associada a imagem do powerpoint e de um navegador. Fonte: Autora.

A Figura 11 mostra a imagem do professor/apresentador e a alternância de telas do powerpoint para o um vídeo do youtube durante

a mesma gravação. Durante a gravação as telas não ficam selecionadas como foi mostrado nas Figuras 9 e 10. Na gravação os contornos das telas não aparecem, são utilizadas antes da gravação para ajuste do tamanho como mostrado na Figura 11, onde o professor/apresentador ficou com dimensões tais que não interferem na apresentação do Power Point mas fica visível a quem assiste a videoaula.

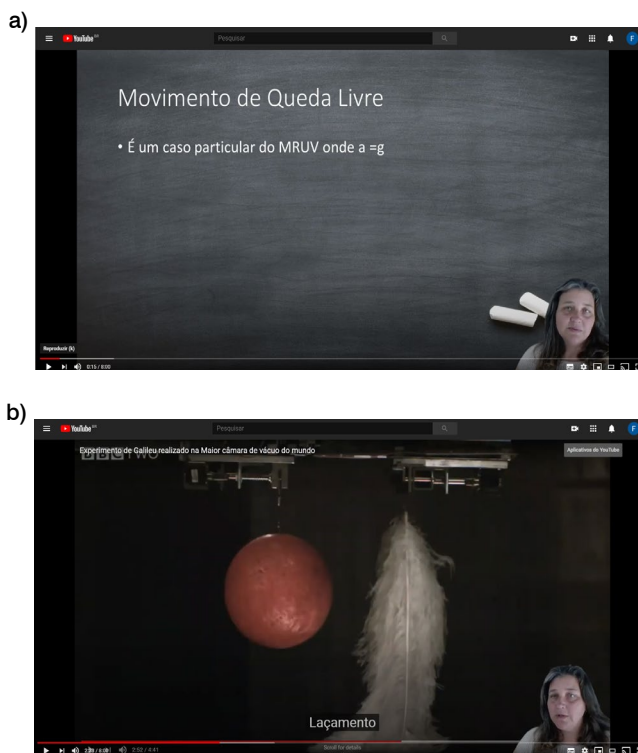


Figura 11: (a) resultado do uso da câmera de vídeo com chroma key e apresentação em powerpoint. (b) durante o vídeo a imagem do powerpoint é substituída pela imagem de um vídeo do youtube, já aberta desde o início da gravação (mas em pausa) até o momento oportuno para troca de planos de capturas de tela. Neste caso as janelas do powerpoint e do youtube estão sobrepostas, habilitando-se ou uma ou outra, conforme segue a apresentação. Fontes: <https://youtu.be/TrUo1iiz8nM> e <https://www.youtube.com/watch?v=qSeW0f51QzY>. Fonte: Autora.

Percepções relevantes que abordam a complexidade das ações é justamente o tempo de duração de uma videoaula (aulas muito longas tornam-se cansativas e desestimulantes), o plano de ensino (que deve orientar os alunos para também aprenderem a ser alunos online), os planos de aula (que devem prever que apenas videoaulas não são suficientes para a formação dos estudantes, sendo importante um espaço de interlocução com o docente) e a preparação das aulas síncronas e videoaulas de acordo com o conteúdo do plano de ensino.

Provas como realizadas no ensino presencial parecem sem sentido na educação remota ou online; assim uma proposta de avaliação é por meio de resenhas sobre as videoaulas, ou ainda solicitar que os estudantes fazem vídeos ou podcasts sobre algum conceito ou exercício, pois mesmo que o estudante tenha utilizado um livro ou algum recurso, ele precisou dedicar um tempo para preparar o texto, vídeo ou gravação. Trabalhos escritos podem ser mais facilmente copiados, mas vídeos onde se identifica a voz e talvez a imagem dos estudantes pode ser mais original para uma avaliação individual.

TEMPO DE DURAÇÃO

Uma percepção destas vídeo aulas foi em relação ao tempo de duração das mesmas. Aulas muito demoradas acabam se tornando cansativas para quem assiste. Embora seja possível dar uma pausa no vídeo, vídeos de curtos tempo de duração podem ser mais atrativos. A proposta que está sendo seguida é que cada vídeo aula tenha apenas um assunto específico, de modo a abordar um conceito importante (DYTZ, 2020^a). A sequência das videoaulas é indicada para os estudantes via plataforma AVA usada para as aulas. Neste modelo a resolução de exercícios do livro didático adotado nas aulas presenciais também está servindo de apoio para os estudantes (DYTZ, 2020b). Na

plataforma os estudantes são orientados para tentarem solucionar os exercícios sem consultar os vídeos explicativos de suas soluções.

PLANO DE ENSINO

O plano de ensino é um instrumento pedagógico que orienta as atividades didático-pedagógicas a serem seguidas para a aprendizagem dos estudantes. As informações mais relevantes para construção de um plano de ensino são: objetivos, em que são estabelecidas as metas do processo de ensino-aprendizagem; conteúdo programático, em que são apresentados um conjunto de processos progressivos do ensino-aprendizagem através de uma sequência didática com finalidade de atender os objetivos propostos; metodologia, onde se evidencia a maneira com que os conteúdos programáticos serão abordado; avaliação, onde são determinados os critérios e instrumentos de avaliação e; Referências bibliográficas, onde são disponibilizados os livros, os textos e os links pertinentes as aulas.

A metodologia contempla a programação das atividades com objetivos de aprendizagem que estabeleçam as relações e correlações entre os conteúdos programáticos apresentados na metodologia das aulas propostas. Essa metodologia indica como os conteúdos são desenvolvidos, de forma a se identificar a construção dos conhecimentos para os estudantes. Essa identificação de conhecimentos adquiridos é feita através de um processo de avaliação.

Os processos de avaliação de aulas remotas são mais exaustivos para os professores no sentido que as avaliações devem ser em intervalos de tempo mais curtos do que em aulas presenciais. Primeiramente porque é uma forma de verificar se o estudante segue acompanhando as aulas, e como as possibilidades de observação das

reações dos estudantes conforme os conteúdos vão seguindo o plano de ensino ficam perdidas pela falta de contato presencial, avaliações semanais ou quinzenais podem ser uma alternativa para acompanhar o desenvolvimento dos estudantes.

Em aulas presenciais, as avaliações chegam a ser apenas realizadas por provas presenciais ocorridas a cada bimestre. No sistema de aulas remotas, devido a situação da pandemia e isolamento social imposto legalmente, as avaliações ficam com restrição a trabalhos online, podendo ser explorada a possibilidade de vídeos feitos pelos estudantes, mesmo que sigam o modelo de uso de celular e uma folha.

IMPORTÂNCIA DOS PLANOS DE ENSINO

O plano de ensino para Física 1 contempla: Informações sobre a turma, carga horária semestral ou anual, ementa, objetivos, metodologia, avaliação e bibliografia

A importância de se estabelecer o plano de ensino está na organização da sequência didática dos conteúdos e como estes serão trabalhados (metodologias aplicadas para o processo de aprendizagem). No contexto atual os planos de ensino devem ser adaptados para o uso das vídeo aulas. As videoaulas passam a dar espaço para aulas assíncronas de forma que nos encontros virtuais (aulas síncronas) possam dedicar o tempo para esclarecimento de dúvidas e explicações que o professor possa dar para orientar os estudantes conforme as metodologias.

Aulas síncronas com tempos longos, muitos estudantes (portanto microfones e vídeos desativados) podem ser exaustivas e os estudantes perderem o foco da aula. Assim aulas assíncronas permitem que os estudantes tenham liberdade de assistir ou rever conceitos a seu tempo.

SEQUÊNCIA DIDÁTICA PROPOSTA NO PLANO DE ENSINO DA FÍSICA 1

Considerando a metodologia e avaliação podem ser gerais para as unidades:

Metodologia: disponibilizar o link da videoaula ou das videoaulas para os estudantes via plataforma, estabelecer prazos para que em contato para esclarecer dúvidas e tentar solucionar os exercícios, também gravados em vídeo. Solicita-se que o estudante primeiro avalie o enunciado, depois utilize o recurso da pausa no vídeo e tente resolver o problema!

Avaliação: listas de exercícios para os estudantes entregarem via plataforma ou email, questionários on line. Um dos processos de avaliação pode ter a proposta de atividades práticas ou ainda que os estudantes produzam seminários na forma de vídeos, mesmo que seja para explicar a solução de um exercício ou exemplificar um conceito que faça parte do cotidiano.

A proposta de conteúdos para esta sequência didática foi dividida em 9 unidades, não necessariamente relacionadas com a quantidade de aulas, uma vez que certas unidades precisam ser mais detalhadas e requerem mais atenção para seu entendimento.

1. *Grandezas e Unidades*

Objetivo: A proposta para esta unidade está em apresentar as grandezas fundamentais e o sistema internacional de unidades, revisar sobre notação científica e Algarismos significativos. Os exercícios trabalhados nesta unidade envolvem as conversões de unidades.

Conteúdos adicionais: padrões de medidas

Proposta de atividade: cada estudante, com uso de uma régua, mede suas medidas antropométricas como palmo, cúbito, jarda, polegada, pé, braça e compara com o pedido padrão dessas unidades para a grandeza do comprimento. Com os dados da turma é possível fazer a média e o desvio padrão da turma. Outra atividade é buscar na internet informações sobre os padrões de medida atuais!

2. *Movimento Retilíneo Uniforme - MRU*

Objetivo: A proposta desta unidade está na análise da maneira mais simples em que definir a rapidez que objetos se movem em linha reta e com velocidade constante. Considera-se única e simplesmente o cenário em que um objeto não varia sua velocidade, sendo que a velocidade final e a inicial são as mesmas, portanto, não se analisa ainda como objeto chegou na velocidade estudada. O conhecimento de grandezas e unidades é muito importante para definição do espaço em que houve o deslocamento ou a distância percorrida na unidade tempo.

Proposta de atividade: cada estudante, com uso de um marcador de tempo (relógio, celular, cronômetro) caminhe alguns passos na sua própria casa e meça o tempo da caminhada. Depois repete o procedimento, primeiro com passadas mais curtas e depois com passadas mais largas, percorrendo a mesma distância. Pode medir sua velocidade em passos por segundo. Como ficou sua velocidade em cada caso? Com os dados também pode-se montar um gráfico para cada curva e observar o comportamento mesmo para um número pequeno de passos.

3. *Movimento Retilíneo Uniformemente Variável – MRUV*

Objetivo: A proposta desta unidade é incluir o conceito de aceleração, de forma que as velocidades finais e iniciais sejam diferentes. Um caso especial de MRUV é o Movimento de Queda Livre - MQL

Conteúdos Adicionais: Vetores (soma e subtração, multiplicação e divisão, decomposição e vetores unitários) e; Trigonometria: seno, cosseno, tangente; como aplicar em vetores

Proposta de atividade: cada estudante pode medir seu tempo de reação, embora esse experimento sugira que haja pelo menos duas pessoas para ser realizado, o estudante pode pedir para auxílio para que reside com ele. Caso more sozinho e não tenho contato com outras pessoas, talvez não seja viável ele realizar o experimento. Utilizando uma régua, uma pessoa segura a régua posicionando o zero próximo à mão de quem irá segurar a régua quando esta for abandonada. Importante que quem segura a régua e quem vai pegá-la não fiquem olhando para a régua, sugere-se olharem nos olhos para manter um padrão na realização do experimento.

Assim, sem avisar a pessoa que está segurando a régua abando-a e a outra pessoa pega a régua marcando o quanto de deslocamento a régua teve entre cair da mão de quem segurava a régua e o segurar a régua de quem vai ter seu tempo de reação avaliado. Temos assim um deslocamento em queda livre, podemos utilizar a equação horário do movimento de queda livre para calcular o tempo de queda até a régua fosse segurada. Pode-se ainda coletar os dados dos alunos e fazer uma comparação com tempos de reação para explorar uso de médias e desvio padrão!

Outra atividade proposta é buscar na internet vídeos sobre parques de diversões e observar brinquedos que partem do repouso a atingem velocidades significativas, ou que executam movimentos variados. Inclusive existem brinquedos que simulam a queda livre, terremotos, etc... Um parque de diversões pode ser uma aula de Física muito interessante!

4. *Movimento em duas e três dimensões*

Objetivo: A proposta desta unidade é resgatar os conhecimentos das unidades anteriores, tendo como pré-requisito um conhecimento básico de vetores e trigonometria e permitir que o estudante perceba que o movimento a ser analisado vai se tornando mais complexo. Saindo da linearidade dos MRU e MRUV e podendo ter diferentes trajetórias, que por sua vez podem se decompor em vetores. Mas que o entendimento das unidades anteriores é básico para o entendimento desta unidade.

Nesta unidade costuma-se explorar o lançamento de projétil como um caso particular do movimento em duas dimensões.

Proposta de atividade: observar objetos em queda (uma folha de papel amassada e outra aberta, observa-se que ambas tem mesma massa e caem de forma diferente por conta da resistência do ar; arremessar a folha de papel amassada – em forma de bola e observar que a mesma cai, e observar a trajetória com que ela cai).

Outra atividade é buscar na internet vídeos para observar jogos de futebol, vôlei, basquete e tênis para relacionar a trajetória da bola, muitos jogos são informados a velocidade de lançamento da bola!

5. *Leis de Newton*

Objetivo: A proposta desta unidade é trabalhar as três leis de Newton e começar a estudar algumas causas dos movimentos, avaliar forças de contato e forças de campo e sua influência no movimento, como no caso da força de atrito onde temos o exemplo de porque os objetos não seguem em MRU. Esta é uma das unidades extensas, pois são três leis para serem discutidas e muitos aspectos a serem detalhados.

Conteúdos adicionais: lei da gravitação universal - como se calcula a força gravitacional e suas relações com as leis de Newton; uma breve introdução à gravitação.

Proposta de atividade: empurrar dois pratos sobre uma mesma superfície, mas com massas diferentes (um prato vazio e outro com um pacote de 1 kg de alimento sobre ele), observar a resistência ao movimento. Outra atividade simples: colocar uma borracha e um apontador ou um conjunto de chaves (materiais com superfícies diferentes para a observação do atrito) colocados sobre um livro e inclina-se o livro com uma das bases apoiadas em uma superfície e observa-se qual inclinação um dos objetos começa a cair em direção a superfície de apoio, ou se ambos caem simultaneamente.

6. *Trabalho e Energia Mecânica*

Objetivo: A proposta desta unidade complementa parte dos conhecimentos já adquiridos nessa sequência didática. O tanto que conhecemos do nosso universo é formado de matéria e energia, assim no início da sequência didática houve uma idéia sobre movimento e aceleração para o entendimento do que é energia; iniciando-se pelo trabalho, que é a forma mais simples de se estudar energia, seguindo pela energia mecânica, que podemos relacionar o trabalho tanto com energia cinética como potencial.

Os teoremas trabalho-energia cinéticos e trabalho - energia potencial permitem aos estudantes começar a relacionar as formas de energia e motiva seu entendimento para que sejam entendidas outras formas de energia e a própria conservação da energia. Esses conceitos até aqui trabalhados são pré-requisitos para serem exploradas as outras formas de energia (como energia térmica; energia elétrica) no decorrer do curso do estudante (seja nas aulas de Física 1 para as engenharias ou Física licenciatura ou bacharelado) e o entendimento de potência.

Conteúdos adicionais: novamente pode-se incluir aspectos da lei da gravitação universal - energia potencial gravitacional; seguindo sobre uma breve introdução gravitação.

Proposta de atividade: procurar na internet vídeos sobre efeito dominó.

7. *Sistema de Partículas*

Objetivo: A proposta desta unidade é mostrar como partes de um todo se relacionam e podem ser avaliadas de forma fragmentada, simplificando o entendimento da natureza dos movimentos, do entendimento do equilíbrio dos corpos e do próprio do universo!

Proposta de atividade: equilibrar com a mão, apoiando (não segurando) lateralmente uma garrafa pet com e sem líquidos internamente (pode ser água). Observar o que acontece se balançar levemente a garrafa quando esta vazia e quando está com um pouco de água. Outra atividade proposta é buscar na internet vídeos sobre estruturas como arranha-cé ou a torre de Pizza.

8. *Colisões e Momento Linear*

Objetivo: A proposta desta unidade é mostrar como os movimentos nem sempre são independentes e agora os estudantes conseguem entender as causas destes movimentos. Além de se avaliar o que acontece com os corpos para situações de colisões elásticas em uma dimensão, colisões inelásticas e o estudo do impulso, começando a buscar o entendimento dos movimentos, que até a unidade quatro foram desprezados.

Seguindo os estudos das leis de Newton, considerando-se as causas dos movimentos, os conteúdos trabalhados nesta unidade dependem do entendimento de todas as unidades até aqui trabalhadas. Embora a complexidade dos cenários e análises dos movimentos comecem a ficar mais detalhados, ainda são trabalhadas

muitas situações ideais, para que sejam pré-requisito para um estudo de mecânica mais real e menos ideal.

Proposta de atividade: procurar na internet videos que mostrem um jogo de sinuca e observar as colisões das esferas (bolas de biliar).

9. Rotações

Objetivo: A proposta desta unidade é estudar um movimento bem mais complexo, mas que está relacionado a muitos movimentos do cotidiano. A maioria dos movimentos que fazemos com nosso corpo pode ser descrito como um movimento rotacional. Engrenagens que são ferramentas muito utilizadas em máquinas também são estudadas nesta unidade.

Proposta de atividade: mexer o próprio braço e observar que o mesmo está fixo no corpo pelo ombro e então pode-se ver o ponto de apoio e os movimentos rotacionais que se formam ao mexer o braço (ou qualquer parte do corpo), observa-se que os movimentos do nosso corpo são rotacionais. Caminhar é linear, mas os movimentos das pernas são rotacionais (formamos arcos ao caminhar). Além disso, outra proposta é buscar na internet o funcionamento das engrenagens de um relógio analógico, dentre outras engrenagens que formam diversos maquinários.

PLANO DE AULA

Diferente de um plano de ensino, os planos de aula contemplam as ações para cada aula que o professor prepara. No caso das videoaulas, essa proposta pode conter mais de uma videoaula, se a mesma for feita com tempo de duração curto. Existem muitos filmes que podem ser sugeridos para os alunos de forma a pensarem nos

conteúdos de física ou ainda avaliarem se o que houve pode ser reproduzido na vida real ou não, pois muitos trazem ficção científica tanto reais como irreais). A própria discussão sobre tempo nos remete tanto a linearidade de ações didático-pedagógicas como a sequência didática das aulas e justificativa a importância dos planos de ensino e dos planos de aula, pois um estudante não conseguirá entender que força é o produto da massa pela aceleração se ele não entender o que é a aceleração, e a própria humanidade foi começar a entender esse conceito com Isaac Newton no século XVII quando propôs a lei da Gravitação Universal (Strathern, 1998, p.21).

Nas aulas presenciais o planejamento é que a aula tenha o tempo de duração proposto pela universidade, ou seja cada hora/aula tem 45 minutos. Então o professor precisa de organizar de forma a conseguir trabalhar todo o conteúdo proposto no tempo que lhe é disponibilizado, podendo ter horários de atendimento (individual ou coletivo) para solução de dúvidas mais específicas.

Os conteúdos programáticos para cada plano de aula podem ser os mesmos, o que difere é a questão de como estes conteúdos serão trabalhados. mesmo em aulas presenciais, é comum o professor sugerir leituras, vídeos, trabalhos extraclasse tanto individuais como em grupo; da mesma forma essas atividades podem ser previstas nas aulas remotas. É importante o professor orientar que os estudantes não fiquem o tempo todo sozinhos, incentivar grupos de trabalho e grupos de estudos via ferramentas online deve ser uma estratégia também para aulas remotas. Esta socialização é fundamental para a motivação dos estudantes, pois muitas vezes, quando um estudante não entende, se sente desmotivado, mas quando percebe que sua dúvida não é apenas dele, pode ser sentir motivado a, junto com os colegas, buscar solucionar a dúvida.

Neste momento que a EaD tem o diferencial de tutores e bolsistas que conseguem auxiliar esta mediação. Um, professor sozinho

difficilmente conseguirá dar conta de toda a turma, pois ele assume diversas turmas para dar aulas durante a semana (Pimentel, 2020).

A Tabela 2 busca mostrar um comparativo dos planos de aulas para situações presenciais e remotas de forma a mostrar a viabilidade de aulas remotas, desde que professores e estudantes consigam romper com o preconceito de que as aulas remotas não servem para aprendizagem e entender que esta modalidade não é mais apenas uma opção e sim uma necessidade frente a situação pandêmica mundial.

Tabela 2: Comparação do plano de aula presencial e remoto (FREIRE, 1987)

Presencial	Remoto
Aulas síncronas	Aulas síncronas e assíncronas
tempo de duração limitado: muitas vezes limita também o tempo de reflexão dos estudantes para cada conteúdo proposto; depende dos estudantes aproveitarem esse tempo ao revisar os conteúdos ou resolverem problemas sobre o assunto.	tempo de duração a ser organizado pelo estudante: o tempo de reflexão de estudante pode ser melhor aproveitado, em videoaulas o estudante pode parar o vídeo, retornar ou ainda reassistir.
Conteúdos a serem trabalhados em sala de aula devem ser divididos de forma não prover uma quantidade de informações exaustivas para os estudantes	Conteúdos devem ser cuidadosamente escolhidos a fim de evitar videoaulas repetidas ou muito cansativas (que acabam por ser desmotivantes), encontros virtuais são mais estressantes que presenciais, então deve-se cuidar o tempo de duração para web conferências.
é possível fazer uma avaliação da turma e do desenvolvimento do plano de aula durante o decorrer das aulas, observando as reações dos estudantes. Percebe-se o interesse ou falta de interesse e com isso existe a possibilidade de improvisar estratégias para chamar atenção dos estudantes.	mesmo em encontros via web conferência, muitos estudantes ficam com a câmara desligada e abrem os microfones apenas quando perguntam ou são solicitados; essa interação virtual impede a percepção do professor sobre as reações dos estudantes.

PREPARAÇÃO DAS AULAS

A preparação das aulas é outra percepção que deve ser considerada, visto que o tempo de preparação de uma videoaula é bem maior que o tempo de preparação das aulas presenciais. Improvisos nas aulas presenciais acontecem como no caso da interação de estudantes por meio de perguntas ou dúvidas! Já nas vídeo aulas, não existe interação imediata professor-estudante. As aulas gravadas, mesmo que possam ser editadas, permitem uma re-gravação de trechos.

Possivelmente todas as aulas serão assistidas pelo professor antes de serem disponibilizadas aos estudantes. Isso faz com que aulas possam ser regravadas explorando assim mais recursos. O que requer mais tempo de preparo, embora depois de pronta, a mesma poderá ser utilizada em várias outras situações.

Importante ressaltar para os alunos, que utilizar aulas ou vídeos não necessariamente produzidos pelo professor, não significa que o professor não teve condições de fazer, mas sim que muitas vezes podemos nos apropriar de exemplos que permitem uma maior lucidez ou entendimento dos conteúdos! Nem sempre os professores tem todos os recursos para conseguir explicar ou mostrar conteúdos para o entendimento da matéria!

VÍDEO AULAS COM CONTEÚDOS PROGRAMÁTICOS

As videoaulas longas podem se tornar cansativas e menos atrativas, embora tenhamos assuntos que são mais complexos e difíceis de explicar em um vídeo de 10 minutos (DYTZ, 2020c), enquanto certos

conceitos podem ser feitos em vídeo até mais curtos, com duração de 5 minutos (DYTZ, 2020a). Com isso, é possível organizar uma dinâmica de estudos para os estudantes com videoaulas com tempos de duração relativamente curtas abordando conceitos em cada uma delas, e na programação das aulas, indicar a sequência didática para os estudantes. Os planos de ensino podem ser utilizados nas plataformas das aulas (como por exemplo o moodle) para que os conteúdos das aulas sejam coordenados de forma a aos estudantes seguirem uma programação que respeitem os planos de aula do professor.

VÍDEO AULAS DE RESOLUÇÃO DE EXERCÍCIO

Para que as videoaulas não fiquem muito cansativas, a proposta envolve o fazer vídeos sobre exercícios do livro didático adotado para a disciplina. Importante a recomendação para que os estudantes ao começarem a visualizar os vídeos de exercícios, primeiro tentem fazê-los. Assistir aos vídeos de exercícios ou ver um professor resolver os exercícios no quadro (ou lousa) faz com que o estudante tenha a percepção da simplicidade na solução para o problema, mas quando os estudantes tentam resolvê-los sem o apoio didático-pedagógico, muitas vezes, tem dificuldades de organizar as ideias para conseguir solucionar o exercício.

Em situações de aulas presenciais, as dúvidas são expostas nas aulas ou nos horários de atendimentos que o professor disponibiliza para os estudantes. Muitas vezes a existência de monitores amplia o horário para esclarecimento de dúvidas. No caso das aulas remotas, dúvidas específicas também podem ser solucionadas via plataforma ou email.

PERSPECTIVA PARA AULAS DE FÍSICA EXPERIMENTAL COMO REFORÇO PARA CONCEITOS

Aulas práticas ou experimentais servem de ajuda no entendimento de muitos conceitos, visto que permite aos estudantes a visualização do que realmente acontece, mesmo que em sua obviedade muitos não relacionam o conteúdo programático de física com o mundo que nos cerca. A física está presente no nosso cotidiano e nem sempre nos damos conta disso.

A visualização e percepção dos movimentos que nos cercam e alguns motivos da ocorrência deles acaba por ser outro apoio didático importante. Assim, a perspectiva da Física experimental poder usar vídeos para mostrar, realizar ou indicar que sejam feitos experimentos simples e com materiais recicláveis.

Muitos cursos de graduação possuem apenas disciplinas teóricas de Física. As videoaulas de experimentos poderiam ser utilizadas como complemento no processo de ensino e aprendizagem.

Outro recurso muito promissor explorado em dissertações do mestrado profissional em ensino de física (SBF-MNPEF), é o uso do celular, utilizando-se programas tipo phyphox (que é um laboratório de física que explora os sensores já existentes nos dispositivos móveis (sejam estes androides ou iOS) (<https://phyphox.org>).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

As videoaulas por si só representam um apoio didático que tem servido de suporte para os estudantes além de possibilitarem aulas as-

síncronas. Aulas síncronas (professores e alunos em web conferência simultaneamente) são cansativas e com muitos estudantes os microfones e vídeos devem ficar desligados para que sons ambientes não interfiram na aula/web conferência. Muitas vezes um microfone ligado de quem está apenas assistindo gera eco e atrapalha o professor/apresentador.

Aulas assíncronas permitem que os estudantes tenham mais liberdade em assistir os vídeos na hora que for mais conveniente para ele. Com o advento da pandemia mundial, não apenas os estudantes estão utilizando os recursos digitais e espaços dentro de casa, mas muitos pais ou outros familiares também estão em atividade de home-office ou aulas, reuniões etc...

A existência de um plano de ensino para ordenar e orientar os estudantes em relação a visualização das videoaulas é muito importante dentro do contexto de uma disciplina para o aprendizado dos estudantes. Apenas as videoaulas em si não são suficientes para a formação dos estudantes, alguns encontros síncronos por uma plataforma AVA (ambiente virtual de aprendizagem) são importantes para estabelecer uma relação professores-estudantes e com isso ter um momento de solução de dúvidas e esclarecimentos de metodologias e processos de avaliação adotados.

As videoaulas são de fácil acesso e existem diversas videoaulas com os mais vários conteúdos e professores; não existe uma regulamentação sobre a titulação de quem posta sobre um determinado conteúdo, nem fiscalização sobre a confiabilidade das postagens que encontramos na internet. Mas é importante que o professor que ministra a disciplina oriente os estudantes a assistir as videoaulas em conformidade com o plano de ensino proposto para a disciplina a fim de evitar repetições que possam tornar a proposta didático-pedagógica cansativa ou com assuntos que desvirtuam a proposta didática.

As videoaulas feitas pelo próprio professor ou pelos professores da mesma escola/unidade educacional/departamento, permitem que os estudantes se identifiquem e se sintam pertencentes ao curso que estão fazendo.

O desafio que surge com toda essa situação é um aprendizado tanto para os estudantes como para os professores. Quanto aos estudantes, eles precisarão a reaprender a estudar interagindo com colegas e professores virtualmente tendo vantagens e desvantagens nesse processo. Quanto aos professores, surge a necessidade de explorar as tecnologias digitais e reaprenderem a perceber suas metodologias e inovar no processo de ensino, também aprendendo a ser professor virtual.

REFERÊNCIAS

FREIRE, Paulo. *A Pedagogia do Oprimido*, 17a ed. Rio de Janeiro, Paz e Terra, 1987.

DINIZ, Filho e LOPES, Luiz “*Paulo Freire e a educação bancária ideologizada*” publicado em 15/02/2013, Gazeta do Povo. Disponível em <https://www.gazetadopovo.com.br/opiniaio/artigos/paulo-freire-e-a-educacao-bancaria-ideologizada-1m9so0wm12r2m2wau4ghfvedh/>, Acessado em 15/06/2020

CNN, O Mundo Pós-Pandemia com Leandro Karnal - Relações Pessoais. [youtube, CNN Brasil, 18 de abril], 2020. 1 video 1h 52min 23s). Publicado pelo canal da *CNN Brasil*. Português. Disponível em <https://youtu.be/pDMAfc1ya1M> Acessado em 18/04/2020.

FERRARI, Fabricio, F1 A01 -- Física I Aula 01 -- Introdução Histórica: Ciência, Método Científico, Medidas, Física [youtube, Física, 20 de março], 2020a. 1 vídeo 1h 24min 06s). Publicado pelo canal do Professor Fabricio Ferrari. Português. Disponível em <https://www.youtube.com/watch?v=oE-iKga6eos&t=1159s> Acessado em 27/05/2020.

LIMA, Claudio e Amaral, Márcio de Oliveira (*Information about the new coronavirus disease (COVID-19)* , 2020) *Radiol Bras* vol.53 no.2 São Paulo Mar./Apr. 2020 Epub Apr 17, 2020 Disponível em <https://doi.org/10.1590/0100-3984.2020.53.2e1> Acessado em 27/05/2020.

BELASCO, Angélica; GONÇALVES, Silva; FONSECA, Cassiane Dezoti da. *Coronavirus 2020*, Rev. Bras. Enferm. vol.73 no.2 Brasília 2020 Epub Mar 27, 2020, Disponível em <https://doi.org/10.1590/0034-7167-2020730201> , Acessado em 26/05/2020.

Brasil. Ministério da Saúde. *Coronavírus: o que você precisa saber e como prevenir o contágio*. (cited 2020 may 26). Disponível em: <https://saude.gov.br/saude-de-a-z/coronavirus>, acessado em 27/05/2020.

DECRETO COVID-19 RS, Disponível em: <https://educacao.rs.gov.br/governo-publica-decreto-com-medidas-para-evitar-propagacao-do-coronavirus>, acessado em 27/05/2020.

WERNECK, Guilherme Loureiro; CARVALHO, Marília Sá, *A pandemia de COVID-19 no Brasil: crônica de uma crise sanitária anunciada*. Caderno de Saúde Pública, vol. 36 no5. Rio de Janeiro, 8 Maio 2020, Disponível em https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0102-311X2020000500101&tlng=pt. Acessado em 27/05/2020.

PORTARIA 343 MS, *Diário Oficial da União*. Disponível em <http://www.in.gov.br/en/web/dou/-/portaria-n-343-de-17-de-marco-de-2020-248564376> Acessado em 27/05/2020.

PINTO, Ivete Martins; OLIVEIRA, Marcio Vieira; ESPERANÇA, Joice Araújo. *Educação a distância na FURG: trajetórias, proposições e desafios no cenário contemporâneo* (livro eletrônico) / Rio Grande: FURG, 2017.

SILVA, Luciana Pereira da. *Prática Textual em Língua Portuguesa*. Curitiba: IESDE Brasil S.A., 2008.

PIMENTEL, Mariano; CARVALHO, Felipe da Silva Ponte de Aprendizagem online é em rede, colaborativa: para o estudante não ficar estudando sozinho a distância. *SBC Horizontes*, junho de 2020 Disponível em <http://horizontes.sbc.org.br/index.php/2020/06/02/aprendizagem-em-rede/>. Acessado em 11/06/2020.

STRATHERN, Paul. *Newton e a Gravidade em 90 minutos*. Rio de Janeiro, Zahar, 1998.

ALMEIDA, Maria Elizabeth Bianconcini de Educação a distância na internet: abordagens e contribuições dos ambientes digitais de aprendizagem, *Educação e Pesquisa*. vol.29 no.2 São Paulo July/Dec. 2003, Disponível em <https://doi.org/10.1590/S1517-97022003000200010> , Acessado em 10/06/2020.

EaD, *Interação com tutor é fundamental pro estudante de ensino a distância*. Disponível em <https://www.ead.com.br/ead/interacao-com-tutor-no-ead.html>; Acessado em 11/06/2020.

Unisc, *Vantagens e desvantagens do EAD: conheça todas elas!* Outubro de 2019, Disponível em <https://ead.unisc.br/blog/vantagens-e-desvantagens-do-ead-conheca-todas-elas>; Acessado em 11/06/2020.

SOUZA, Carlos Alberto De; SPANHOL, Fernando José; LIMAS, Jeane Cristina De Oliveira; CASSOL, Marlei Pereira. *Tutoria na Educação a Distância*. 2004 Disponível em: <http://www.abed.org.br/congresso2004/por/htm/088-TC-C2.htm>; Acessado em]: 11/06/2020.

SINAES, *Instrumento de Autorização de Curso Para Oferta Na Modalidade A Distância*. Disponível em: http://download.inep.gov.br/download/superior/ead/Instrumento_Autorizacao_curso_EAD.pdf, Acessado em: 11/06/2020.

LDB - *Leis de Diretrizes e Bases da Educação Nacional*. LEI Nº. 9.394, de 20 de dezembro de 1996. D.O. U. de 23 de dezembro de 1996. Disponível em <http://portal.mec.gov.br/setec/arquivos/pdf/legisla09.pdf> Acessado em 28/05/2020.

PORTARIA Nº 544, DE 16 DE JUNHO DE 2020, *Ministério da Educação. Diário Oficial da União*, de 17 de junho de 2020, Edição: 114; Seção: 1; Página: 62. Disponível em: <http://www.in.gov.br/en/web/dou/-/portaria-n-544-de-16-de-junho-de-2020-261924872>. Acessado em 20/06/2020.

DYTZ, Aline Guerra, *Notação Científica* [youtube, Física on line, 4 de maio], 2020a. 1 video 5 min 07s). Publicado pelo canal da Professora Aline Guerra Dytz. Português. Disponível em <https://youtu.be/2Od4GNT7NLg> Acessado em 27/05/2020.

DYTZ, Aline Guerra *Exercício 1 Capítulo1* [youtube, Física on line, 4 de maio], 2020b. 1 video 5min 58 s). Publicado pelo canal da Professora Aline Guerra Dytz. Português. Disponível em https://youtu.be/18nP_uVZdXM Acessado em 27/05/2020.

DYTZ, Aline Guerra *MRU2* [youtube, Física on line, 18 de maio], 2020c. 1 video 10min 10 s). Publicado pelo canal da Professora Aline Guerra Dytz. Português, youtube. Disponível em <https://youtu.be/-rxOT4E-3E> Acessado em 27/05/2020.



11

Roger Balza
Jesús Ramón Briceño Barrios (*in memoriam*)

LA COMPLEJIDAD SOCIAL: teoría y dinamismo múltiple inherente

DOI: 10.31560/pimentacultural/2021.004.277-302

RESUMO:

La organización social que forjó al ser humano se enmarca en diversas relaciones caracterizadas por lo complejo, entonces diferentes percepciones teóricas visualizan dichas experiencias. Por ser la realidad del ser plural, se busca la esencia del pensamiento, mediante el conocimiento como un todo y lo múltiple. Afianzándose analíticamente en la Teoría de la Complejidad de Morín (1921), con un abordaje a la complejidad social en la sociedad venezolana, cuyo génesis se gesta dentro de un contexto histórico específico perteneciente a la época posmoderna, cuyo máximo representante es el sujeto enrejado dentro del rebaño, marcado por la incertidumbre. El todo vale encarna el caos de su identidad extendido a una gran soledad y aislamiento, donde el desorden y la nadedad son constantes, con una sociedad decadente en todos sus principios y con futuro incierto, una situación que sobre la base de la transdisciplinariedad puede estudiarse desde diferentes extractos del conocimiento.

PALABRAS-CLAVE: Complejidad; Nadedad; Ser plural; Incertidumbre; Caos.

LA COMPLEJIDAD COMO ELEMENTO INHERENTE EN LA HUMANIDAD

La complejidad social, a través de los milenios, ha caminado con la humanidad desde el inicio del abandono de las cuevas para buscar siempre una mejor calidad de vida enmarcada por la reflexión y la pluralidad dentro de lo posible. Etapa tras etapa con rasgos complejos dentro del pensamiento humanístico han abierto posibilidades de mejorar con aciertos y desaciertos para permitir al homo sapiens la construcción de una cultura con historia transcendente. En este mundo complejo "...Se trata de enfrentar las dificultades de pensar y vivir..." (MARIN, 2004, p.36), de seguir avanzando como civilización que dirigida por su propio pensamiento busca mundos posibles de vivencias sustentables.

Ahora bien, tomando como conexión lo antes señalado, no podemos olvidar que en este caminar dificultoso de la especie humana hay filosofías que de una u otra manera marcan la ruta a seguir. Nuestro continente americano se ha hecho adicto muchas veces a visiones del mundo provenientes de otros continentes, perspectivas que las hemos asimilado a las realidades de nuestros pueblos, junto a las cuales hemos formado la identidad que nos caracteriza. Fueron los barcos europeos quienes trajeron hasta estas tierras los libros de la enciclopedia francesa junto a las grandes teorías de la libertad que fueron devorados con ansiedad por los jóvenes americanos (futuros libertadores) y, así, se logra el rompimiento de cadenas en el nuevo mundo conocido.

Ya cercano a nuestro siglo (visitando la historia), observamos el efecto influyente de los "ismos" que aparecen en Europa cuyo objetivo es discutir el orden establecido desde los griegos antiguos, referidos a la estética, la escritura, la belleza, el arte, la literatura, la sociología y el todo.

En Italia (Milán), surge El Futurismo, aunque su mayor expresión la alcanza en París, su máximo exponente fue el poeta italiano Felipe Tomás Marinetti (1876-1944). Los seguidores de este movimiento sostenían que se debían eliminar la sintaxis y los signos de puntuación porque ellos habían servido para sostener discursos morales, filosóficos y literarios que en nada habían servido al ser humano a domar su bestialidad.

Durante el año 1917, más agresivo que el futurismo aparece en Suiza El Dadaísmo, su fundador fue el intelectual de origen rumano Tristán Tzara (1896-1963). El Dadaísmo se identificó desde su origen con la palabra Dada que significa NADA, con esto se adhieren a la nadedad de la cultura humana, según ellos, el hombre a lo largo de la historia ningún valor autentico ha alcanzado, nada de ello le ha servido para civilizarse, nada de filosofía moral ha aprendido nada ha valorado la madre tierra (Gea), nada ha construido con su cultura homínida, por esta razón:

No más pintores, no más literatos, no más músicos, no más escultores, religiones, republicanos, monárquicos, imperialistas, anarquistas, socialistas, bolcheviques, políticos, demócratas, burgueses, aristócratas, ejército, policía, patria, en fin, basta de todas esas imbecilidades, más NADA, NADA, NADA. De esta manera expresamos que la novedad llegará a imponerse menos egoísta, menos mercantil, menos inmensamente grotesca. (De la Torre, 1965, p.123).

En el año 1920 y parido por el dadaísmo nace en Paris El Surrealismo, considerado como el más completo de todos los “ismos”. Los surrealistas están convencidos que el arte y la vida constituye una unidad impenetrable. Su lucha contra los convencionalismos sociales los llevó a proclamar el escándalo y la rebelión contra la sociedad falsa. Por esto, los surrealistas se dividieron en dos grupos: uno se dedicó a actividades comprometidas con el partido comunista para lograr una sociedad equitativa por medio de una transformación revolucionaria, otro se anexó a la necesidad de asumir una peculiar existencia surrealista de burla y protesta al sistema “El Surrealismo

es un automatismo psíquico, puro, mediante el cual se nos propone expresar, sea verbalmente o por escrito, el funcionamiento real del pensamiento" (FORTINI, 1962, p.83).

Estos llamados "ismos" europeos llegan al continente americano y causan un impacto profundo especialmente en las jóvenes generaciones intelectuales.

En Chile emerge (en la segunda década del siglo XX), El Creacionismo, fundado por el poeta Vicente Huidobro (1893-1948). Huidobro concibe al escritor como una especie de pequeño Dios con poder para crear con la palabra un mundo nuevo, un mundo otro plenamente auténtico, bondadoso con una filosofía inmutable en lo novedoso:

El poema es algo que no puede existir sino en la cabeza del poeta. Y no es hermoso porque recuerda algo, no es hermoso porque nos recuerde cosas vistas, ni porque describa cosas hermosas que podamos llegar a ver. Es hermoso en sí y no admite comparación real con lo que no existe, es decir, se hace realidad en sí mismo. Crea situaciones extraordinarias que jamás podrían existir en el mundo objetivo... (De la Torre, 1965, p.219).

En Venezuela estos movimientos vanguardistas irrumpen en la vida del país (Efecto Mariposa), a comienzos de la cuarta década del siglo XX. La primera manifestación se da con la publicación de la revista Válvula. Contó con la colaboración de varios jóvenes escritores de la época como Fernando Paz Castillo (1893-1981), Arturo Uslar Pietri (1906-2001) y Miguel Otero Silva (1908-1985), entre otros. El documento más importante de la revista vanguardista es el manifiesto de los "nuevos" cuya redacción estuvo a cargo de Arturo Uslar Pietri:

SOMOS

Un puñado de hombres con fe, con esperanza y sin caridad.

Nos juzgamos llamados al cumplimiento de un tremendo deber, insinuado e impuesto por nosotros mismos, el de renovar y crear (...)

Por otra parte, venimos a reivindicar el verdadero concepto del arte nuevo, ya bastante maltratado de fariseos y desfigurado de caricaturas sin talento (...) "Válvula" es la espina de la maquina por donde escapará el gas de las explosiones del arte futuro. (...). Somos un puñado de hombres jóvenes con fe, con esperanza y sin caridad (ARROM, 1977, p.69)

Otro grupo de intelectuales (venezolanos jóvenes), amparados por la vanguardia fue el grupo viernes. La revista viernes (1941) expone también el descontento por la sociedad nuestra; la tremenda huella de los "ismos" europeos contribuyeron a la creación de una sociedad cultural impulsiva, crítica creadora, opuesta a la concepción tradicional milenaria de profundo descontento con ansias de innovar.

En la década de 1960 comienza su vida en Caracas el movimiento denominado El Techo de la Ballena. Se presentó a la sociedad de forma violenta, con espíritu anárquico, haciendo de la provocación, según ellos "un instrumento de investigación humana". Fue más bien un estallido que una escuela estética, su capacidad de aglutinar durante tan poco tiempo a tantos jóvenes fue descomunal, la mayoría narradores y poetas como Adriano González León (1931-2008), Salvador Garmendia (1928-2001), Caupolicán Ovalles (1936-2001), Francisco Pérez Perdomo (1930-2013), entre otros, resaltando la participación del pintor Carlos Constramaestre (1933-1996), todos ellos con sus manifiestos se remiten a las pruebas de su filosofía como grupo:

El techo de la ballena, reo de putrefacción, se declara incontaminable, o mejor, su propia putrefacción es el antídoto que se requiere para repeler el asalto de tantos gérmenes que lesionan el derecho a gritar y ponerse panza al sol en los 912.050 kilómetros cuadrados venezolanos. (ARROM, 1977, p.197).

Los bombardeos estremecedores de estos artistas ante la sociedad venezolana se materializaron en dos actividades: *El homenaje a la cursilería* (1961) y *El homenaje a la necrofilia* (1962).

Con los “ismos” europeos y los grupos de vanguardia quedan los cimientos sólidos sobre los cuales (para muchos críticos) se va a posar la Posmodernidad en la sociedad venezolana “... ya nada será igual, lo posmoderno se instala (...) como estallido de lo múltiple” (LANZ, 1998, p.13).

El desencanto social, la discusión de lo establecido, la pérdida de la moral, el desprecio por la historia, el Estado corrupto, el odio por las tradiciones, la impunidad, la debilidad del sistema democrático corrompido para satisfacer las necesidades de las masas inconforme, la incertidumbre ante un futuro borroso, la promesa de una Venezuela de equidad ofrecidas por el pensamiento izquierdista, el malestar existente con el sistema político imperante, abre las puertas de par en par (a través de un proceso constituyente) a una nueva concepción de Estado basado en la filosofía comunista, proveniente del continente europeo, genéticamente unida al comunismo en cuanto a doctrina social, valor de uso, valor de cambio, y falsa conciencia total.

CASO VENEZUELA

“La política es el arte de lo incierto, lo que nos lleva a un principio de incertidumbre política generalizada”

Edgar Morin.

La situación política, económica y social de los últimos tiempos en Venezuela tiene su génesis en la transformación que sufre el Estado a raíz del proceso constituyente originario materializado en la Constitución de 1999. El entonces movimiento político denominado Movimiento Quinta República “MVR” irrumpe en la sociedad y propone según su visión una nueva forma de gerenciar y distribuir la producción del país. La filosofía de este movimiento (según nuestro criterio) no era nacionalista, estaba basada en las doctrinas comunistas europeas (Efecto mariposa) y, comenzaban a madurar las ideas Castro-comunistas para el sector más radical del movimiento.

A medida que avanzan los primeros años los ideales comunistas que proclamaban el alto gobierno empiezan a separarse del comunismo tradicional, hay una confusión (intencional probablemente) entre comunismo y socialismo, no existe una ubicación exacta en cuanto a filosofía nutriente de la experimentación política, no se palpa una referencia doctrinaria cómo definirse (Lógica borrosa), sin embargo, se habla entonces del “Socialismo del siglo XXI” tal y como se identifican; la realidad del país en el futuro vislumbrará que el sistema económico es populista, ni capitalista ni comunista.

Un elemento que se incorpora erróneamente es las expropiaciones dirigidas al sector productivo nacional, (empresarial, agrícola, pecuario, otros); irresponsablemente o con desconocimiento futuro del comportamiento de la economía (Incertidumbre), se aniquila el autoabastecimiento del país a través de su producción interna y, en su lugar, es sustituida por exportaciones basadas en la rentabilidad de la producción petrolera sin considerar la gran inestabilidad de los precios de ese producto.

Esta realidad se mantiene por varios años gracias a los altos precios del mercado petrolero, sin embargo, los precios sufren una aparatosa caída, alcanzando niveles ínfimos como nunca antes en la historia del país, tanto en la producción por una

política completamente errada de sustitución y despido en masa de personal calificado, como por la falta de mantenimiento de las plantas procesadoras del producto, las refinerías las cuales se fueron deteriorando en el tiempo mermando inexorablemente su capacidad productiva y algunos casos ocasionándose su destrucción, de consecuencia se comenzó a carecer de los recursos con qué cubrir las importaciones, para cubrir las necesidades vitales de la población en los diversos renglones (alimentación, medicina, transporte, combustibles, etc.), ni tampoco cómo hacer producir lo expropiado, pues esas empresas, una vez expropiadas se tornaron vez más menos productivas llegando su mayoría al cierre de las mismas, si a esto se agrega conjuntamente la cantidad de factores y variables además de la relación entre las mismas, introducidas por la pandemia desatada por el coronavirus COVID 19 a nivel mundial, que ha trastornado y minado de por sí las bases de la sociedad, en lo económico, lo político y lo social, se puede entonces apreciar de manera clara y sin necesidad de un análisis profundo, la realidad catastrófica y decadente de la Venezuela actual (Teoría del Caos).

Ahora bien ¿Surgirá una autoorganización de la crisis venezolana?: Según los teóricos de la complejidad sí debe surgir, y existen ejemplos de ello aquí mismo en Latinoamérica, Chile, Argentina, Brasil, son ejemplo de ese proceso (más allá de las complicaciones que cada uno de ellos vive actualmente por distintas circunstancias), aunque en los momentos actuales y a corto plazo no se vislumbra de manera concreta un proceso de autoorganización, existen embriones que pueden germinar como las semillas y producir plantas de excelente calidad, las cuales nos brinden frutos con abundante cosecha, o bien transformar la fea y arrugada oruga en una excelente y atractiva mariposa, que levante su vuelo y nos enrumbe hacia el porvenir del bienestar colectivo, donde la realización del ser como tal (individuo) y como integrante de una comunidad (sociedad) en convergencia con sus semejantes, alcancen su realización en el ejercicio pleno de

la libertad y del derecho constitucional y de las Instituciones democráticas. Ciertamente para llegar a este logro aún faltan parámetros y/o elementos de manera de hacer posible ese proceso de autoorganización transformadora, de una sociedad en crisis total y orientada a la autodestrucción con la imposición de una ideología absurda y obsoleta, que beneficia solo exclusivamente a los corruptos, que ejercen el poder de manera autoritaria transformando los estatutos reglamentarios del estado y del colectivo para su propio beneficio.

El visionario economista venezolano Domingo Maza Zabala (1922-2010), alertó sobre la crisis actual; surge esta pregunta para finalizar nuestra reflexión ¿Llegaremos a la gran hambruna de masas escudada por el Estado?

“Cuando el clima cambia, nadie cree que las leyes de la física han cambiado. Del mismo modo, no creo que cuando la bolsa va a terribles vaivenes sus reglas han cambiado”. Benoit Mandelbrot.

Pudiésemos atrevernos, (en esta composición) a decir que la complejidad es un proceso base sobre el cual la evolución ha realizado su trabajo en el ser humano. Es la complejidad pensante lo que incentiva a los seres prehistóricos a abandonar su mundo primitivo limitado para lanzarse hacia una experiencia más compleja, más evolucionada, originando las organizaciones sociales de primera data. Se comienza a escribir la historia humana; etapa tras etapa registra los acontecimientos inherentes a la especie, cíclicos, además, pero complejos en su filosofía de búsqueda hacia caminos libertarios y del bien común.

En el desarrollo histórico el conocimiento va a permitir el dominio, la verdad pasa de la mano de los Reyes al conocimiento que demuestra eficazmente una mejora en el nivel de vida correspondiente a los pueblos.

Se mira recurrentemente al método científico para apartarlo de la hegemonía religiosa de la Edad Media. El máximo representante fue René Descartes (1596-1650), este pensador ofreció un sistema del saber que alcanzará lo que tradición había perseguido inútilmente, un saber universal articulado y con el grado de verdad necesaria que debía poseer la ciencia capaz de enfocar la complejidad vivencial del ser. El objetivo de Descartes (*cogito ergo sum*), era conseguir un conocimiento seguro, estable, garantizado más allá de toda duda razonable, por esta razón "... debía siempre realizar recuentos tan complejos y revisiones tan amplias que pudiera estar seguro de no omitir..." (DESCARTES, 2001, p.87).

El Discurso del Método es bandera enarbolada como movimiento de vanguardia contra el legado filosófico-religioso medieval, se duda de todo aquello no verificable:

Advertí que mientras deseaba pensar de este modo que todo era falso, era absolutamente necesario que yo, que lo pensado fuese alguna cosa, y dándome cuenta que esta verdad, *pienso, luego soy, era tan firme y segura que todas las demás extravagantes suposiciones de los escépticos no eran capaces de hacerla tambalear*, juzgué que podía admitirlas sin escrúpulo alguno como la primera filosofía que yo indagaba. (DESCARTES, 2001, p.56. Subrayado nuestro).

Ahora bien, la esencia compleja del hombre no se podía analizar únicamente desde la rigurosidad científica, el hombre objeto de estudio, iba más allá de lo científicamente comprobable, porque la razón debe ir unida a la experiencia y, esa experiencia, tiene sus orígenes en lo meramente humano-humanista. Surge la necesidad entonces de trascender más lejano de lo verificable con el método, este surgir, viene con Immanuel Kant (1724-1804). Enseña este gran pensador en la Crítica de la razón pura, la humanidad no es solo razón que viste el ser, sino el cosmos de ideas y manera de ver la vida junto al mundo, es acercarse, vivir dentro y con la subjetividad de la apreciación

“Atrévete a saber, significa entonces, atrévete a realizar la humanidad en ti por el disfrute de las muchas dimensiones humanas que están a tu alcance...” (KANT.1997, p.37).

La capacidad (receptividad) de recibir representaciones, al ser afectadas por los objetos, se llama <<sensibilidad>>. La ciencia de todos los principios de la sensibilidad a priori la llamo <<estética transcendental<< (...) Todas nuestras instituciones no son más que una presentación fenoménica. Permanece para nosotros absolutamente desconocida, qué serán los objetos en si independientemente de toda esa receptividad de nuestra sensibilidad... (KANT, 1997. p.128).

Se colocan entonces las bases para estudiar y entender a la humanidad como complejidad, se va más lejos de aislar, simplificar y predecir a través del método científico; se entiende entonces que la realidad en sí misma es compleja y ello sirvió como argumento sólido para modificar lo considerado como verdad dentro del método.

Partiendo de lo anterior nos encontramos con la Teoría de los Fractales planteada por Benoit Mandelbrot (1924-2010) quien haciendo uso de la interpretación fenomenológica-social sostenida por la sensibilidad preceptuó que los fractales dada su morfología, en muchos aspectos son más naturales, esto permite el hecho de ser mejor comprendidos intuitivamente por el hombre.

Una realidad social encontrada a lo largo de los siglos y registrada en la historia es la corrupción, mal imperante que ha degradado la vida de los pueblos inmersa en la complejidad.

La corrupción ha balanceado el Poder que compone los Estados, se filtra en los poderes Ejecutivos, Legislativos y Judicial, se ramifica en la extensión hasta los municipios y ella se repite a través del tiempo en todos los gobiernos que gerencia el Estado hasta hacerse cultura (América Latina). Esa cultura corrupta penetra hasta todos los elementos que conforman ese Estado y lo hacen valer como tal degra-

dando al ciudadano y al Derecho como “La dirección de la conducta humana hacia el bien exigido imperiosamente por las relaciones esenciales de la sociedad humana.” (CLEMENTE DE DIEGO. 1972, p.2)

El todo y sus fracciones, se va descomponiendo. Se corrompen con el Estado las instituciones, la educación la religión, el sistema de justicia, el sistema policial, la Burocracia, la concepción humana, la filosofía humanista, la universidad, la familia, el ciudadano... el todo.

Surge entonces la incertidumbre, el dinamismo de un sistema complejo reducido a la nadedad inevitable (Teoría del Caos).

“Los dioses se nutren de nuestras ideas sobre Dios, pero inmediatamente se tornan despiadadamente exigentes” Edgar Morín.

Hemos desarrollado entonces a lo largo del presente análisis cómo la complejidad es realmente un elemento cierto e inherente dentro de la cultura humana. La complejidad origina la multiplicidad de interpretaciones, la colaboración de las diversas disciplinas para enfocar un estudio sobre el desenvolvimiento de la raza humana unida a su cultura. Ya como herederos de la cultura griega vemos que, desde el génesis de nuestros pensadores o Padres del pensamiento Occidental, se exploraba una visión que produjera satisfacción para entender al hombre desde la complejidad del Ser como tal.

El hombre antiguo observaba la cultura compleja de su vivir y, apeló para razonarla, al único método más fácil que cubría sus expectativas y necesidades de respuestas a sus interrogantes filosóficas; ese método es la Mitología.

Los dioses conviven dentro de la naturaleza, la dominan, conviven dentro de ella (El Monte Olimpo), manipulan a la madre Gea (Tierra) para castigar, alimentar, fortalecer y hacer sufrir a la humanidad. Eolo maneja los vientos, Hermes es el mensajero de los dioses, Zeus, hijo de Cronos, es el padre de los dioses y Dios regente del monte

Olimpo; Atenea acompaña los ejércitos, Neptuno sacude a los mares produciendo grandes olas, Venus encarna toda belleza femenina conocida para el hombre antiguo, Morfeo llega con su oscurecido manto lleno de estrellas y conduce al hombre hacia el sueño, el barquero lleva las almas hasta el inframundo exigiendo dos monedas, Eros y Afrodita confluyen en los cuerpos del hombre y la mujer para crear una de las experiencias más complejas que trasciende a su propio ser, el encuentro sexual... y así, es la Mitología el mundo otro o el conocimiento exacto que se materializó para la especie humana en ese momento histórico-evolutivo.

Dentro de toda esta complejidad, nos detenemos aquí para lanzar una mirada al estudio más completo (según nuestro criterio), que desde los griegos se ha realizado sobre la realidad más compleja originaria en un sinfín de complejidades dentro del vivir social humano como lo es la vida en pareja. Los griegos comprendieron muy bien esta concepción de la vida en pareja como base fundamental de lo que para ellos era la familia, sustento a su vez de la Polis, de ello dependía entonces el resto del andamiaje social y complejo sobre el cual se cimenta el resto de las complejidades vividas en la sociedad; para ello tomaron de la mano a la Mitología.

Como máximo exponente de este estudio sobre la complejidad emergente de la vida compartida en pareja está Platón (327-427 a.C), hijo de Aristón, miembro de la nobleza Ateniense, considerado uno de los grandes pensadores de todos los tiempos, filósofo y fundador de la teoría política y la sociología, fue además físico y cosmólogo. Su profundo interés por los problemas políticos-sociales tienen dos causas: la tradición familiar de asumir responsabilidades políticas y la desintegración político-social del mundo griego en los últimos años de las guerras del Peloponeso que culminó para él con el proceso de su maestro Sócrates (399-470 a.C).

Fue Platón, entonces, un investigador fehaciente de la complejidad social característica en la humanidad, razón por la cual la interpretó desde la Mitología en sus Diálogos, específicamente en el Banquete o del amor. En esta obra el autor razona filosofando a través de una conversación entre unos personajes comensales e ilustrados sobre la vida en pareja, su génesis para la cultura occidental interpretada desde la mitología.

Narra el filósofo que al principio los dioses realizaron la creación, incluida dentro de ella el primer hombre y la primera mujer con la particularidad que los dos eran la misma cosa, los dos cuerpos unidos en un solo cuerpo, eran un andrógino “Caminaba en posición erecta como ahora, hacia delante o hacia atrás según deseara; pero siempre que le daban ganas de correr con rapidez hacía como los acróbatas, que dan la vuelta de campana haciendo girar sus piernas hasta caer en posición vertical...” (PLATÓN, 1992, p.58). Era entonces la armonía perfecta sin complejidades de ningún tipo. Ambos compartían el mismo cuerpo, las mismas costumbres, los mismos gustos, mantenían una relación poderosa porque los dos estaban unidos en uno solo, constituían la unidad que conlleva el poder absoluto, por ello, fue tanta la perfección que quisieron desplazar a sus propios creadores “Eran, pues, seres terribles por su vigor y su fuerza: grande era además la arrogancia que tenían y atentaron contra los dioses. De ellos también se dice lo que cuenta Homero de Efialtes y de Oto, que intentaron hacer una escalada al cielo para atacar a los dioses”. (PLATÓN, 1992, p.58).

Surge entonces una situación de amplia complejidad, la criatura atenta contra su creador, el andrógino manifiesta su naturaleza también que conlleva a los dioses a revertir la situación presentada para ponerle fin y a la vez perpetuar su decisión:

La capacidad (receptividad) de recibir representaciones, al ser afectadas por los objetos, se llama <<sensibilidad>>. La ciencia de todos los principios de la sensibilidad a priori

la llamo <<estética transcendental>>< (...) Todas nuestras instituciones no son más que una presentación fenoménica. Permanece para nosotros absolutamente desconocida, qué serán los objetos en si independientemente de toda esa receptividad de nuestra sensibilidad... (KANT, 1997. p.128).

Se colocan entonces las bases para estudiar y entender a la humanidad como complejidad, se va más lejos de aislar, simplificar y predecir a través del método científico; se entiende entonces que la realidad en sí misma es compleja y ello sirvió como argumento sólido para modificar lo considerado como verdad dentro del método.

Partiendo de lo anterior nos encontramos con la Teoría de los Fractales planteada por Benoit Mandelbrot (1924-2010) quien haciendo uso de la interpretación fenomenológica-social sostenida por la sensibilidad preceptuó que los fractales dada su morfología, en muchos aspectos son más naturales, esto permite el hecho de ser mejor comprendidos intuitivamente por el hombre.

Una realidad social encontrada a lo largo de los siglos y registrada en la historia es la corrupción, mal imperante que ha degradado la vida de los pueblos inmersa en la complejidad.

La corrupción ha balanceado el Poder que compone los Estados, se filtra en los poderes Ejecutivos, Legislativos y Judicial, se ramifica en la extensión hasta los municipios y ella se repite a través del tiempo en todos los gobiernos que gerencia el Estado hasta hacerse cultura (América Latina). Esa cultura corrupta penetra hasta todos los elementos que conforman ese Estado y lo hacen valer como tal degradando al ciudadano y al Derecho como “La dirección de la conducta humana hacia el bien exigido imperiosamente por las relaciones esenciales de la sociedad humana.” (CLEMENTE DE DIEGO. 1972, p.2).

El todo y sus fracciones, se va descomponiendo. Se corrompen con el Estado las instituciones, la educación la religión, el sistema de

justicia, el sistema policial, la Burocracia, la concepción humana, la filosofía humanista, la universidad, la familia, el ciudadano... el todo.

Surge entonces la incertidumbre, el dinamismo de un sistema complejo reducido a la nadedad inevitable (Teoría del Caos).

“Los dioses se nutren de nuestras ideas sobre Dios, pero inmediatamente se tornan despiadadamente exigentes”
Edgar Morín.

Hemos desarrollado entonces a lo largo del presente análisis cómo la complejidad es realmente un elemento cierto e inherente dentro de la cultura humana. La complejidad origina la multiplicidad de interpretaciones, la colaboración de las diversas disciplinas para enfocar un estudio sobre el desenvolvimiento de la raza humana unida a su cultura. Ya como herederos de la cultura griega vemos que, desde el génesis de nuestros pensadores o Padres del pensamiento Occidental, se exploraba una visión que produjera satisfacción para entender al hombre desde la complejidad del Ser como tal.

El hombre antiguo observaba la cultura compleja de su vivir y, apeló para razonarla, al único método más fácil que cubría sus expectativas y necesidades de respuestas a sus interrogantes filosóficas; ese método es la Mitología.

Los dioses conviven dentro de la naturaleza, la dominan, conviven dentro de ella (El Monte Olimpo), manipulan a la madre Gea (Tierra) para castigar, alimentar, fortalecer y hacer sufrir a la humanidad. Eolo maneja los vientos, Hermes es el mensajero de los dioses, Zeus, hijo de Cronos, es el padre de los dioses y Dios regente del monte Olimpo; Atenea acompaña los ejércitos, Neptuno sacude a los mares produciendo grandes olas, Venus encarna toda belleza femenina conocida para el hombre antiguo.

Por su parte Morfeo llega con su oscurecido manto lleno de estrellas y conduce al hombre hacia el sueño, el barquero lleva las almas hasta el inframundo exigiendo dos monedas, Eros y Afrodita confluyen en los cuerpos del hombre y la mujer para crear una de las experiencias más complejas que trasciende a su propio ser, el encuentro sexual... y así, es la Mitología el mundo otro o el conocimiento exacto que se materializó para la especie humana en ese momento histórico-evolutivo.

Dentro de toda esta complejidad, nos detenemos aquí para lanzar una mirada al estudio más completo (según nuestro criterio), que desde los griegos se ha realizado sobre la realidad más compleja originaria en un sinfín de complejidades dentro del vivir social humano como lo es la vida en pareja. Los griegos comprendieron muy bien esta concepción de la vida en pareja como base fundamental de lo que para ellos era la familia, sustento a su vez de la Polis, de ello dependía entonces el resto del andamiaje social y complejo sobre el cual se cimenta el resto de las complejidades vividas en la sociedad; para ello tomaron de la mano a la Mitología.

Como máximo exponente de este estudio sobre la complejidad emergente de la vida compartida en pareja está Platón (327-427 a. C), hijo de Aristón, miembro de la nobleza Ateniense, considerado uno de los grandes pensadores de todos los tiempos, filósofo y fundador de la teoría política y la sociología, fue además físico y cosmólogo. Su profundo interés por los problemas políticos-sociales tienen dos causas: la tradición familiar de asumir responsabilidades políticas y la desintegración político-social del mundo griego en los últimos años de las guerras del Peloponeso que culminó para él con el proceso de su maestro Sócrates (399-470 a. C).

Fue Platón, entonces, un investigador fehaciente de la complejidad social característica en la humanidad, razón por la cual la interpretó desde la Mitología en sus Diálogos, específicamente en

el Banquete o del amor. En esta obra el autor razona filosofando a través de una conversación entre unos personajes comensales e ilustrados sobre la vida en pareja, su génesis para la cultura occidental interpretada desde la mitología.

Narra el filósofo que al principio los dioses realizaron la creación, incluida dentro de ella el primer hombre y la primera mujer con la particularidad que los dos eran la misma cosa, los dos cuerpos unidos en un solo cuerpo, eran un andrógino

Caminaba en posición erecta como ahora, hacia delante o hacia atrás según deseara; pero siempre que le daban ganas de correr con rapidez hacía como los acróbatas, que dan la vuelta de campana haciendo girar sus piernas hasta caer en posición vertical [...] (PLATÓN, 1992, p.58).

Era entonces la armonía perfecta sin complejidades de ningún tipo. Ambos compartían el mismo cuerpo, las mismas costumbres, los mismos gustos, mantenían una relación poderosa porque los dos estaban unidos en uno solo, constituían la unidad que conlleva el poder absoluto, por ello, fue tanta la perfección que quisieron desplazar a sus propios creadores,

“Eran, pues, seres terribles por su vigor y su fuerza: grande era además la arrogancia que tenían y atentaron contra los dioses. De ellos también se dice lo que cuenta Homero de Efiltes y de Oto, que intentaron hacer una escalada al cielo para atacar a los dioses” (PLATÓN, 1992, p.58).

Surge entonces una situación de amplia complejidad, la criatura atenta contra su creador, el andrógino manifiesta su naturaleza también que conlleva a los dioses a revertir la situación presentada para ponerle fin y a la vez perpetuar su decisión:

Entonces, Zeus y los demás dioses deliberaron qué debían hacer, y se encontraron en grande aprieto. No les era posible darle muerte y extirpar su linaje, fulminándolos con el rayo como a los gigantes, pues en ese caso los honores que recibían de

esos hombres se hubieran acabado, ni tampoco consentirle su indolencia. Con gran trabajo, al fin Zeus concibió una idea y dijo: << Me parece tener una solución para que pueda haber hombres y para que, por haber pedido fuerza cesen su desenfreno. Ahora mismo voy a cortarles en dos a cada uno de ellos y así serán más débiles y más útiles para nosotros por haberse multiplicado su número. Caminarán en posición erecta sobre dos piernas; pero si todavía nos parece que se muestran insolentes y que no quieren estar tranquilos, de nuevo los cortaré en dos, de suerte que anden en los sucesivos sobre una sola pierna, saltando la pata coja>>. (PLATÓN, 1992, págs. 58-59).

Con la separación de los andróginos aparece la complejidad en la vida de pareja, de donde surgen a su vez otros procesos complejos que conviven en la sociedad. Los andróginos son separados por los dioses la grandeza queda en el pasado, Zeus maldice a las dos mitades para que más nunca puedan unirse, hallarán siempre la mitad que no es, para que así nunca puedan entenderse y su vida sea de desencanto, compleja, no encontrando el amor. Por ello, "...enamorados son aquellos que andan buscando la mitad de sí mismos..." (PLATÓN, 1992, p.87).

Por la razón referida la ciencia del Derecho crea el procedimiento del divorcio, este instrumento jurídico nace de la situación compleja insostenible de una relación de pareja enmarcada dentro del desentendimiento, sin embargo, esta realidad trae tras de sí otras realidades y consecuencias que influyen en los hijos de los divorciados, futuros ciudadanos que arrastran diversas experiencias o signos plasmantes en sus vidas (complejidad social).

De esta complejidad surge el mundo actual, un mundo donde está la epifanía del desamor como entrega de uno por el otro, los dos de un solo cuerpo, un mundo compartido y, la idea sobre el amor ha terminado entendiéndose solamente como el acto sexual que al perder la definición de amor en un solo cuerpo, solo queda palpable la visión profana de lo sexual como escape momentáneo y no algo sagrado "la unión del varón y de la mujer es procreación y es una cosa divina, pues la

preñez y la generación son algo inmortal que hay en el ser viviente, que es mortal". (PLATÓN, 1992, p.89). El desamor y la comercialización del sexo es el punto de partida para un abundante mundo de situaciones complejas sociales que poco a poco han originado el desencanto Posmoderno en que vivimos. Ya observamos cómo desde la Mitología griega se refleja el pensamiento complejo en la humanidad.

Ahora nos adentramos a agregar otro soporte a este análisis desde la Biblia judeo-cristiana donde la presencia de lo divino es determinante para la complejidad en la criatura. Para ello nos centramos en el libro del Génesis (Historia de La torre de Babel).

El narrador al igual que Platón visualizan el tema de la unión en la especie humana; en El Banquete aparece bajo la figura del andrógino, en La Biblia se manifiesta bajo la uniformidad que se propone el hombre como especie. En ambos libros la uniformidad es para la criatura un elemento fundamental para avanzar sobre el ser superior, su creador:

Toda la tierra hablaba una misma lengua y empleaba las mismas palabras. Y cuando los hombres emigraron de Oriente, encontraron una llanura en la región de Cenaar y se establecieron allí. Y se dijeron unos a otros << ¡Vamos! Fabriquemos ladrillos y cosámoslos al fuego>> y usaron ladrillos en lugar de piedra, y el asfalto les sirvió de mezcla. Después dijeron: <<edifiquemos una ciudad y también una torre cuya cúspide llegue hasta el cielo para perpetuar nuestro nombre y no dispersarnos por toda la tierra>> (GÉNESIS. Cap. 11. Versículos 1-4. 1984. p. 16)

Se observa en el relato la intención del hombre para llegar hasta la morada de Dios, es buscar trascendencia por encima de lo divino, la unificación de criterios e intenciones en el hombre reta la superioridad de Dios, sin embargo, al igual que en El Banquete de Platón el hombre es castigado y la unidad se transforma en una realidad compleja:

Pero el señor bajó a ver la ciudad y la torre que los hombres construían y dijo: <<Si esta es la primera obra que realizan, nada de lo que se propongan a hacer les resultará imposible,

mientras formen un solo pueblo y todos hablen la misma lengua. Bajemos y una vez allí, confundamos su lengua, para que a no se entiendan unos a otros>>. Así el señor los dispersó de aquel lugar, diseminándolo por toda la tierra y ellos dejaron de construir la ciudad. Por eso se llamó Babel: allí en efecto, el Señor confundió la lengua de los hombres y los dispersó por toda la tierra. (GÉNESIS. Cap. 11. Versículos: 5-8. p.16).

Podemos atrevernos a afirmar que la primera interpretación teórica sobre la complejidad en el contexto histórico-social del hombre viene del elemento mítico-teológico. La complejidad originaria nace de la relación existente entre lo humano y lo divino, en ese afán de lo humano querer superar lo divino viene lo múltiple y de lo múltiple viene lo complejo. Por esta razón el ser humano se debate entre la multiplicidad de realidades que lo colocan en el escenario del caos la autoorganización, la incertidumbre, el efecto mariposa y otras situaciones vivenciales que debe superar, venida de los dioses.

Con la aparición del primer hombre y la primera mujer (en la Biblia judeo-cristiana) aparece también la intencionalidad de igualarse a lo divino, es la puesta en escena de un principio permanente de enfrentamiento del hombre contra Dios, es querer usurpar sus limitaciones naturales para transformarse el también en un super ser:

La serpiente era el más astuto de todos los animales del campo que Yavé Dios había hecho. Dijo a la mujer << ¿Es cierto que Dios les ha dicho: no coman de ninguno de los árboles del jardín>>? La mujer respondió a la serpiente: <<Podemos comer de los frutos de los árboles del jardín, pero no de ese árbol que está en medio del jardín (...). No coman de él ni lo prueben siquiera, porque si lo hacen morirán. La serpiente dijo a la mujer <<no es cierto que morirán. Es que Dios sabe muy bien que el día en que coman de él, se les abrirán a ustedes los ojos; entonces ustedes serán como dioses y conocerán lo que es bueno y lo que no lo es>>. (GÉNESIS. Cap.3. Versículos 1-6. 1984. p. 8).

El resultado de este atrevimiento es el castigo referente a complejas situaciones vivenciales que manipulan la vida del individuo, la bús-

queda de la felicidad suprema en tratar de ser un Dios es finiquitada por quien exige para sí adoración, sacrificios y entrega total a sus exigencias:

Entonces Yavé Dios dijo a la serpiente < < Por haber hecho esto, maldita seas entre todas las bestias y entre todos los animales del campo (...).

Haré que haya enemistad entre ti y la mujer (...). A la mujer le dijo: < < Multiplicaré tus sufrimientos en los embarazos y darás a luz a tus hijos con dolor. Siempre te hará falta un hombre, y él te dominará> >. (GÉNESIS, Cap.3. Versículos 14-17. p. 9. Subrayado nuestro).

Surge así de esta sentencia de Dios el principio primitivo del matrimonio, la mujer unida al hombre y sometida a él, es el inicio de la familia o Derecho de familia, la institución más antigua y compleja que encontramos en la historia humana, de esta manera la religión en Occidente es factor importante que trata de controlar la complejidad existente en el matrimonio, de encausar las relaciones entre sus miembros y darle perpetuidad “Se explica así la influencia que aún hoy ejercen en el Derecho familiar, las ideas religiosas y las reglas morales”. (LÓPEZ, 2012, p.27).

En Venezuela encontramos un caso muy particular con la escritora venezolana Teresa de la Parra (1889-1936), de manera específica en su segunda novela Las Memorias de Mamá Blanca publicada en el año 1927, a lo largo del texto se observa la concepción tradicional colonial que a comienzos del siglo pasado se vivía en nuestro país en lo referente al matrimonio. Era la clásica idea de “El matrimonio es para siempre, para toda la vida”, una institución bendecida por Dios y, por ello, no se podía disolver el matrimonio declarado según el Ritual Romano de la iglesia, era atentar contra lo establecido según dictamen divino.

En la novela interviene un personaje llamado Vicente Cochocho quien convivía bajo la figura del adulterio con dos mujeres en la región

de “Piedra Azul”. Vicente representa los andróginos que atentan contra lo establecido, viola la norma divina y vive su propia teología, simboliza también la desobediencia de Adán y Eva, que al querer ser como Dios pierden su inocencia y se dan cuenta que “estaban desnudos”, desacatando también el imperativo divino; ahora bien, Vicente Cochocho recibe su sentencia emanada de lo divino a través del personaje Misia Carmen María:

-No es posible, Vicente por el amor de Dios, la vida que tú llevas, Evelyn fue ayer con las niñitas a tu rancho y volvió espantada. No tienes noción ninguna de moral, eres como los animales, Vicente, que no saben que existe Dios ni conocen sus mandamientos. Tú que por tu edad siquiera, debías dar el buen ejemplo, eres el peor de todos, eres el abanderado. No puedes seguir así ¡O te casas con una de las dos o te quedas viviendo solo, Vicente, como un ser normal, *como un cristiano bautizado!* (DE LA PARRA, 1997, págs.113-114). Subrayado nuestro.

Esta concepción religiosa colonial sobre el matrimonio fue incluso consagrada por la Constitución venezolana del año 1961, se reconoció la unión entre el hombre y la mujer solamente a través del matrimonio según las formalidades de ley, razón por la cual, para poder tener acceso a una vivienda con facilidades de pago ofertada por el Estado a una pareja, esa pareja debía estar casada:

Art.75.- El Estado protegerá a la familia como célula fundamental de la sociedad y velará por el mejoramiento en su situación moral y económica. La ley protegerá el matrimonio, favorecerá la organización del patrimonio familiar inembargable y promoverá lo conducente a facilitar a cada familiar la adquisición de vivienda cómoda e higiénica. (CONSTITUCIÓN DE LA REPÚBLICA DE VENEZUELA. 1984, p.13).

Ahora bien, avanza el siglo XX y con él avanzan también las transformaciones complejas que experimenta la sociedad venezolana, el matrimonio como expresión religiosa y mandamiento divino entra en crisis, crecen cada día más las uniones libres, disminuye considerablemente

la unión del matrimonio para vivir en pareja y, esta complejidad social la recoge el constituyente de 1999 e incorpora a la nueva constitución la *Unión estable de hecho*, es el concubinato de mutuo consentimiento que ante la ley adquiere los mismos derechos del matrimonio, derrumbándose así la concepción religiosa imperante a lo largo de los siglos:

At.77.- Se protege el matrimonio entre el hombre y una mujer, fundado en el libre consentimiento y en la igualdad absoluta de los deberes y derechos de los cónyuges, *las uniones estables de hecho entre un hombre y una mujer que cumplan los requisitos establecidos en la ley producirán los mismos efectos que el matrimonio*. (CONSTITUCIÓN DE LA REPÚBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA. 2011, p. 65. resaltado nuestro).

La humanidad continúa su camino en la evolución llena de retos para el futuro. Esos retos aparecen y se desarrollan dentro de las diferentes percepciones complejas sostenidas por estudios multidisciplinarios que tratan de hallar puntos de encuentro entre lo múltiple diferencial. En las teorías de Edgar Morin vemos un acertado acercamiento a esa realidad compleja, fractales relacionados con el todo, es encontrar un diálogo entre el orden y el desorden, teniendo siempre la mente abierta para que verdaderamente la complejidad sea una nueva forma de enfocar la realidad. La teoría de la complejidad por carecer de un método de análisis específico, ofrece la ventaja de encarar los problemas sociales complejos desde diferentes ámbitos corrigiendo aquellos errores que puedan solucionarse enfocando la diversidad y lo particular.

REFERENCIAS

ARROM, J. *Esquema generacional de las leras hispanoamericanas*. Buenos Aires, Argentina: Editorial Carbet. 1977.

CLEMENTE de Diego. *Instituciones del Derecho Civil*. Barcelona, España. Editorial Bosch. 1972.

DE LA PARRA, T. *Las Memorias de Mamá Blanca*. Caracas, Venezuela: Monte Ávila Editores Latinoamericano. 1997.

DE LA TORRE, G. (1965). *El Dadaísmo y su manifiesto*. Madrid, España. Editorial siglo XXI.

DESCARTES, René. *Discurso del Método*. Madrid, España. Editorial Lisboa. 2001.

FORTINI, F. *El movimiento surrealista*. México: Editorial Hispano-Americana de México. 1962.

KANT, Immanuel. *Crítica de la razón pura*. México. Ediciones Olimpia. 1997.

LANZ, R. *Temas Posmodernos*. Caracas, Venezuela: Editorial Tropykos. 1998.

LÓPEZ, F. *Derecho de familia*. Caracas, Venezuela: Impresos Miniprés, C.A. 2012.

MARIN, E. *El Método*. Barcelona, España: Grupo Editorial Océano. S.A. 2004.

PLATÓN. *Diálogos*. Barcelona, España: Editorial Labor. S.A. 1992.

VENEZUELA. *Constitución de la República Bolivariana de Venezuela*. Caracas, Venezuela. Corporación AGR, S.C. 2011.

VARIOS. *Biblia de Jerusalén*. Madrid, España: Editorial Coimoff S.A. 1984.

VENEZUELA. *Constitución de la República de Venezuela*. Caracas, Venezuela. Ediciones COBO. 1984.



12

Daniel da Silva Silveira
Daniele Amaral Fonseca
Andressa Escobar Machado

**ENLACES ENTRE
A PRÁTICA PEDAGÓGICA
E AS TECNOLOGIAS DIGITAIS:
compreensões sobre o Ensino
de Matemática na Educação
Superior a partir
de uma Rede de Conversação**

DOI: 10.31560/pimentacultural/2021.004-303-317

RESUMO:

Este trabalho tem como objetivo compreender as percepções dos professores de Matemática em relação ao uso das tecnologias digitais no processo formativo no Ensino Superior. Para isso se fez uso de uma rede de conversação da qual fazem parte integrantes do Grupo de Pesquisa em Educação a Distância e Tecnologias da Universidade Federal do Rio Grande – FURG. A pesquisa é balizada utilizando a técnica do Discurso do Sujeito Coletivo (DSC) para analisar os registros produzidos nos fóruns o que resultou em três discursos coletivos intitulados: “A tecnologia digital nos processos de ensinar e de aprender”, “Compreensões sobre o uso das tecnologias digitais” e “Formação permanente no contexto das tecnologias”. Para este trabalho, escolhemos para analisar o discurso Formação permanente no contexto das tecnologias, a qual evidenciamos a importância de uma formação continuada do professor, em que possa atualizá-la no modo como se apropria das ferramentas digitais para desenvolver suas atividades didático-pedagógicas no âmbito da formação dos futuros profissionais que compõem o quadro de estudantes da Universidade.

PALAVRAS-CHAVE: Percepções dos professores; Processo formativo; Tecnologias digitais; Formação permanente.

INTRODUÇÃO

A sociedade do século XXI é marcada por constantes transformações devido aos avanços das Tecnologias Digitais, tanto no que diz respeito ao desenvolvimento da Ciência, quanto para resolver problemas ou agir sobre atividades do cotidiano como, por exemplo, interagir por meio de aplicativos em dispositivos móveis e se comunicar a partir de redes sociais. No campo educativo não é diferente, pois é observado o uso das tecnologias digitais como um campo latente de pesquisa e problematização no sentido de suas implicações para as finalidades pedagógicas.

Da mesma forma, percebe-se que as tecnologias digitais têm influenciado o modo de pensar, atuar e relacionar criando, assim, uma nova cultura e uma outra forma de organização da sociedade, o que pode implicar diretamente nos planejamentos das aulas e nas práticas pedagógicas dos professores. Diante de tal contexto, é que se inicia este conversar, em que se busca apresentar as compreensões acerca das percepções dos professores de Matemática em relação ao operar das tecnologias digitais no processo formativo no Ensino Superior.

Entende-se o operar, a partir de Maturana e Varela (2001), como um mecanismo que gera uma conduta, um modo de viver, agir e entender. Neste trabalho está se referindo ao operar da tecnologia digital no ensino de Matemática na Educação Superior como uma forma de significar e de compreender a tecnologia digital nessa seara educacional. Assim, o operar da tecnologia pode potencializar diferentes processos de interação entre sujeitos, bem como transformar ou constituir diferentes culturas digitais, que podem ser coerentes com os modos de compreensão e significação dos sujeitos.

Por isso, a forma como professores e estudantes operam as tecnologias digitais no ambiente educativo podem modificar o

comportamento dos sujeitos e alterar a lógica da sala de aula. A partir dessa concepção, acredita-se que o uso das tecnologias digitais potencializa aos sujeitos múltiplas possibilidades para a construção de saberes, troca e construção de novos conhecimentos, bem como o desenvolvimento de atividades interativas. Portanto, é a partir da questão de pesquisa (Como são operadas as tecnologias digitais pelos professores de Matemática no Ensino Superior?) que será discutido e balizado este trabalho.

IMPLICAÇÕES DO USO DA TECNOLOGIA NO PROCESSO DE ENSINAR MATEMÁTICA

Em o operar recorrente de tecnologias digitais, em confluência com a globalização econômica, política e social, gera outras formas de comunicação, novas construções culturais e diversidade de práticas sociais. Viver em uma sociedade em rede amplia o acesso e a produção da comunicação e do conhecimento, potencializa diferentes interações, alterando o cotidiano da vida dos indivíduos (CASTELLS, 2016).

Por isso, as influências que a tecnologia digital tem sobre os processos educacionais provocam outras mediações entre a abordagem do professor, a compreensão do estudante e o conteúdo problematizado (KENSKI, 2007). A maneira como professores e estudantes operam as tecnologias digitais no ambiente educativo podem modificar o comportamento desses sujeitos e alterar a lógica da sala de aula.

A organização do espaço e do tempo, o número de estudantes que fazem parte de cada turma e os objetivos do ensino precisam ser reconsiderados para que a tecnologia digital possa auxiliar nos processos interativos e de compreensão conceitual. Assim, incluir nos currículos dos cursos de graduação disciplinas ou práticas

que explorem artefatos digitais no contexto das futuras profissões pode corroborar para o explicar argumentativo das compreensões, invenções, ideias e ações dos estudantes (MARIN, 2012).

As universidades, por exemplo, têm passado por diferentes transformações nos últimos tempos. Os processos de organização da estrutura acadêmica, que inclui a criação de disciplinas, seu planejamento e desenvolvimento, tendo como tema a seara das tecnologias digitais no processo pedagógico e na formação do profissional, bem como o operar sobre diferentes ferramentas tecnológicas, têm sido repensadas a fim de contemplar as demandas atuais dos sujeitos e da sociedade, o que pode possibilitar a construção de uma nova cultura. Para Souza Júnior e Moura (2010), inovar ou modificar a prática pedagógica não é simplesmente utilizar a tecnologia digital a todo tempo de maneira homogênea, mas possibilitar que cada estudante opere as tecnologias digitais de acordo com suas necessidade, e que o professor, como mediador do processo, possa contribuir no planejamento, na observação, na reflexão e na análise do trabalho que o estudante está realizando, auxiliando-o a resolver problemas.

Os mesmos autores acrescentam ainda que o uso da tecnologia digital, por meio de animações e simulações no ensino da Matemática, permite que o estudante experimente diferentes caminhos e visualize conceitos de diferentes pontos de vista. Essa possibilidade pode despertar novas ideias, a curiosidade e a resolução de problemas, bem como o desencadear da interação entre os sujeitos.

Segundo Tardif e Lessard (2005, p. 235), “ensinar é um trabalho interativo”, ou seja, a interação com os estudantes caracteriza-se como objeto essencial na atividade profissional docente. Assim, utilizar tecnologias digitais para ensinar Matemática incita a criatividade e a interação do estudante, o que contribui para a compreensão dos conceitos dessa área do conhecimento.

PROCEDIMENTO METODOLÓGICO

O explicar desta pesquisa está fundamentado na objetividade entre parênteses, na qual não existe uma objetividade independente do observador para validar o explicar, pois este está imerso na explicação. No caminho explicativo da objetividade entre parênteses, não se cria uma dinâmica de negação na convivência, uma vez que existem tantos mundos possíveis como possibilidades de relações consensuais recorrentes (MATURANA, 2014). Por isso, o explicar presentificado nesta pesquisa tem a ver com a maneira como perguntamos e operamos o fenômeno investigado.

Ao perguntar o porquê de um fenômeno ou como ele é operado, existe diferença, pois no primeiro modo, o observador busca uma justificativa ou princípio explicativo que dê conta do fenômeno, constituindo relações de causalidade. Já no segundo modo, centra-se em como ocorre o processo, buscando compreender como se organiza uma experiência que constrói modos de viver, sentir e pensar (MARASCHIN, 2004). Este segundo modo é a concepção assumida aqui para compreender o problema de pesquisa, que está alicerçado na Biologia do Conhecer de Humberto Maturana e Francisco Varela: Como são operadas as tecnologias digitais pelos professores de Matemática no Ensino Superior?

Será explicado o operar das tecnologias digitais pelos professores de Matemática na universidade, sob a perspectiva de que o conhecimento produzido é resultado do que emerge na convivência, como um entrelaçamento do emocionar e do linguajar em que se vive. Para Maturana (2014, p. 91), “somos o que conversamos, e é assim que a cultura e a história se encarnam em nosso presente”, é assim que será explicado o fenômeno sintetizado na questão de pesquisa.

Para explicar o fenômeno e o campo empírico no qual ele se insere, utiliza-se instrumentos, técnicas e procedimentos para a construção e armazenamento dos registros oriundos dos fóruns. Para organizar e articular os registros e sua relação com o fenômeno, utilizou-se o Discurso do Sujeito Coletivo (DSC) proposta por Lefèvre e Lefèvre (2005), por ser uma forma de organizar os discursos pela análise de diferentes materiais verbais que constituem seu corpus, possibilitando assim o exercício de produzir e expressar sentidos no que se refere o operar da tecnologia digital para ensinar Matemática na Educação Superior.

Para tanto, Lefèvre e Lefèvre (2005) apontam quatro operações para construir o discurso coletivo. Cada operação influencia na compreensão na constituição do discurso coletivo e são as Expressões-Chave (E-Ch) que o compõem. As E-Ch são fragmentos contínuos ou descontínuos dos discursos, selecionados pelo pesquisador e que manifestam a essência do conteúdo do depoimento.

Nesta pesquisa, as E-Ch emergiram dos instrumentos de registros de uma rede de conversação, com o propósito de sintetizar as ideias e falas. As E-Ch surgiram das problematizações do circuito de quatro fóruns realizado com os integrantes de um Grupo de Pesquisa de uma Universidade Federal do Extremo Sul do Brasil.

A segunda operação da metodologia do DSC é denominada de Ideias Centrais (IC), as quais descrevem de maneira sintética os sentidos das E-Ch. As IC são abstratas e tem como objetivo identificar cada sentido ou posicionamento presente nos depoimentos. Ao se analisar as inúmeras E-Ch referente à rede de conversação, emergiram várias IC.

A ancoragem (AC) é a terceira operação, que é a expressão de uma determinada teoria ou ideologia que o depoente manifesta. De acordo com Lefèvre e Lefèvre (2005), pode-se considerar a AC como afirmações genéricas usadas pelos sujeitos para enquadrar situações

particulares. Ademais, para que haja ancoragem é preciso encontrar no depoimento, marcas discursivas explícitas a respeito dela. No que se refere os registros dessa pesquisa, percebe-se o surgimento de três ancoragens: cultura digital; cultura de ensino; formação docente.

No decorrer do processo, as três operações do DSC convergem para a constituição de um ou mais discursos coletivos da rede de conversação. Nesse sentido, Lefèvre e Lefèvre (2005), apontam que o discurso coletivo é a síntese que deriva das etapas de extração das E-Ch e das IC, representando o conjunto dos discursos. Além disso, os autores acrescentam que o discurso coletivo representa a manifestação de um grupo de sujeitos, ou seja, que em seu conjunto de ideias ou expressões, tal discurso é representativo do pensamento de todos.

Sendo assim, a partir dos depoimentos dos professores que integram o Grupo de Pesquisa e que constituem a rede de conversação, foi construído três discursos coletivos com a técnica do DSC, os quais intitulam-se: “A tecnologia digital nos processos de ensinar e de aprender”, “Compreensões sobre o uso das tecnologias digitais” e “Formação permanente no contexto das tecnologias”. Para este trabalho foi escolhido o último discurso para na próxima seção, apresentar a sua análise, a qual evidencia-se a importância de uma formação continuada do professor, em que possa atualizá-la no modo como se apropria das ferramentas digitais para desenvolver suas atividades didático-pedagógicas no âmbito da formação dos futuros profissionais que compõem o quadro de estudantes da Universidade.

COMPREENSÕES SOBRE A FORMAÇÃO DE PROFESSORES NO CONTEXTO DAS TECNOLOGIAS

Ao se pensar no processo de formação de professores, necessita-se considerar sua ontogenia, pois o professor de hoje se constituiu pela coordenação de coordenações de ações, na recursão das práticas e vivências que constituem a sua história (MATURANA, 2014). As ações se concretizam através das representações que são construídas com os seres humanos com quem já se viveu e com aqueles com os quais atualmente se está, em uma congruência determinada pelo tempo e espaço.

Por isso, é complexo caracterizar uma formação de professores ideal, pelo fato de se ter uma diversidade de objetivos, interesses, sujeitos e contextos. Para Gatti (2008), existem muitas estratégias didáticas, recursos e práticas pedagógicas que são postas sob a formação de professores – horas de trabalho coletivo, reuniões pedagógicas, congressos, relações profissionais presenciais e virtuais, cursos de aperfeiçoamento – sendo compreendidas como ações que podem auxiliar o profissional da docência em espaços de convivência a “contemplar o uso da tecnologia digital, mostrando a importância nas atividades de cada profissão” (extrato do DSC).

Para Maturana e Varela (2002), os espaços de convivência se estabelecem no fluxo de interações entre as pessoas e o ambiente, o que permite a transformação desses sujeitos. Eles ocorrem no cotidiano, de forma recursiva, onde as pessoas estão entrelaçadas pelo emocionar e pelo linguajar em conversação. Logo, deseja-se que os processos de ensinar e de aprender configurem-se como espaços de convivência, no qual professores e estudantes se transformem.

É na convivência que ocorre a construção da cultura que passa a ser própria e particular do grupo que a constrói, influenciada pela cultura existente e transformada pelas ressignificações no contexto das experiências. Nesse sentido, os sujeitos são influenciados pela cultura em que vive ao longo de seus desenvolvimentos, embora ela não assuma caráter determinístico, pois eles são autônomos e autopoieticos, o que os possibilita modificar (MATURANA; VARELA, 2002).

A formação do professor e sua ação docente são importantes geradores de comportamentos e de atitudes nos estudantes, principalmente quando sua atuação, através das práticas pedagógicas, potencializa processos de criticidade, autonomia e a construção do conhecimento. Esses processos que podem ser recorrentes e recursivos e, para Maturana e Varela (2001), ocorrem a partir de transformações e de interações próprias, se constituindo em um sistema concreto através de uma rede, o que implica que o conhecimento construído transcende os processos mecânicos de aprendizagem ao considerar os elementos já conhecidos, e também a sensibilidade, a intuição e a emoção.

Segundo Maturana (2014), a tecnologia pode ajudar a melhorar as ações, porém é indispensável que o emocionar também mude. É apontado no discurso coletivo a necessidade de ampliação dos investimentos na formação de professores, “mas a liberação de professores para formação continua utilizando a mesma técnica e com as mesmas restrições” (extrato do DSC). Tal excerto remete a se pensar que é necessário escutar as angústias, as dificuldades e as emoções desses professores a respeito do que desejam para ressignificar sua formação, seja com o uso da tecnologia digital ou não. Somente se houver um espaço em que o professor possa ser ouvido e legitimado e que possa ouvir e legitimar o outro é que as coordenações de pontos de vista, de ideias e de experiências podem ser provocadas e levar à transformação na forma de ser e pensar dos professores. Ademais, nenhum recurso tecnológico contribuirá para

sua prática, em virtude de não haver acoplamento estrutural, ou seja, não se estabelece interação entre os professores e o ambiente.

O emocionar funda as interações com as tecnologias digitais durante os processos educacionais que consequentemente produzem e ampliam diferentes redes de relações. Essas relações que se estabelecem entre as tecnologias digitais e os sujeitos que compõem os espaços educativos se constituem como uma ecologia cognitiva que modula e é modulada pelas redes de conversação. Porém, o discurso salienta que mesmo a tecnologia permitindo transformar metodologias de ensino, o caráter pedagógico não é explorado, “talvez a tecnologia tenha esse potencial de revolucionar métodos para desencadear processos interativos, mas infelizmente ainda não implementados pedagogicamente” (extrato do DSC).

Nessa perspectiva, é importante que as instituições formadoras oportunizem interações e potencializem processos criativos aos estudantes, pois ninguém ensinar o outro, mas é gerado perturbações, para que ocorra a construção do conhecimento. Para Pizzato e Moreira (2011, p. 5, grifo do autor), “nada externo ao aluno pode determinar sua aprendizagem, mas apenas desencadeá-la como um agente perturbador”, então define-se como os agentes perturbadores o docente, suas práticas pedagógicas e o coletivo de sujeitos na sala de aula. Além disso, aponta-se para a necessidade de aprender a viver em um mundo sem estruturas preestabelecidas, criar novos caminhos, pois não existem limites para o desenvolvimento dos sujeitos porque a construção de conhecimento não tem limites (PELLANDA, 2001).

Assim, aprender implica em uma mudança estrutural que ocorre pelas perturbações derivadas das relações do sujeito com sua contingência. As mudanças condutais de cada sujeito são geradas de acordo com o resultado da sua história de interações, de maneira que a adequação das mudanças condutais do sujeito às alterações do ambiente são o resultado da conservação da adaptação deste

(MATURANA, 2014). Portanto, a tarefa do professor implica na criação de um espaço de convivência para o qual se convida o outro a conviver, por um certo tempo, espontaneamente. Acredita-se ser nessa convivência, que ambos, professores e estudante, irão transformar-se de maneira congruente.

Para Maturana (2014), o processo educacional gera o modo de viver de uma comunidade, pois o modo com que se vive implica na forma com que se educa. Essa recursividade possibilita perceber a educação como um sistema que “tem efeitos de longa duração que não mudam facilmente” (MATURANA, 2014, p. 29). No decorrer do discurso surge o questionamento: “A falta de conhecimento da tecnologia para o uso pedagógico é sim um problema, mas como vencer o conhecimento sobre o recurso para posteriormente pensar como integrá-lo às práticas?” (extrato do DSC). As interações que possibilitam ao outro se constituir podem permitir a manifestação de perguntas. Estes questionamentos, quando acolhidos e legitimados, geram ambientes de aprendizagem que, conseqüentemente, mobilizam as socializações das práticas.

As interações surgem a partir da necessidade de socializar, ao sentir que sua experiência, seu modo de agir, viver e pensar é considerado legítimo pelo coletivo. Para Lângaro (2003), a interação que legitima o sujeito possibilita que cada um seja responsável por adotar uma postura investigativa, pesquisando soluções e compartilhando com os demais, suas ideias, seus questionamentos e suas descobertas.

Um dos modos de potencializar o aprender é através de interações que permitem a cada um assumir a responsabilidade pelo desenvolvimento do seu trabalho e das atividades coletivas. Assumir responsabilidade sobre seu próprio fazer pressupõe que este seja desafiador, motivador, que realmente instigue a investigar. A possibilidade de elaborar uma atividade pedagógica cujos os professores propo-

nam aos estudantes a escolha do tema que gostariam de estudar, pode ser um começo para mudar a forma de agir e compreender a docência, pois conforme o discurso “é preciso que este esteja inserido e seja ‘preparado’ para trabalhar com as tecnologias e suas potencialidades, problematizando suas contribuições ao seu trabalho enquanto professor” (extrato do DSC).

No entanto, percebemos que as mudanças na prática do professor, a respeito do uso da tecnologia, ainda não são recorrentes, pois segundo o discurso “As mudanças ainda são pontuais, visto que o professor na Universidade ainda resiste à tecnologia digital por medo, insegurança ou por não ter sido contemplado na sua formação” (extrato do DSC). Nesse sentido, Pimenta et al. (2013) apontam que a formação deve ser pensada como uma construção coletiva para que, assim, possam encontrar soluções para enfrentar os desafios das ações educativas, construindo novos saberes e transformando as atuais práticas pedagógicas.

Desse modo, mais do que a necessidade de se estabelecer fronteiras entre a forma de utilizar as tecnologias digitais, e no refletir sobre os processos e ações que potencializam a apropriação tecnológica dos professores, é preciso que se considere engendrar uma prática que inclua os saberes pedagógicos, conceituais, tecnológicos ou contextuais. Assim, a relevância da prática pedagógica estará centrada na mobilização de saberes que ela possibilita ao realizá-la.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Diante do conversar pode-se repensar as propostas de ensino na Universidade, contemplando nos processos formativos dos profissionais, momentos de atualização e de reconstrução de concepções sobre o uso da tecnologia digital. Para isso, acredita-

se que uma possibilidade de transformação é utilizar a tecnologia digital como finalidade pedagógica atrelada ao planejamento de disciplinas, atividades transversais e projetos de ensino cooperativos, que oportunizem vivências e experiências pessoais e coletivas que possam ser compartilhadas.

A recursividade de uma formação permanente, a recorrência do conversar sobre o operar das tecnologias digitais como ação para reconstruir e recriar as práticas docentes, são possibilidades para encontrar caminhos e maneiras para trabalhar e criar conceitos, procedimentos e atitudes que levem a percepção de que a ação de ensinar é uma ação de coensinar, uma vez que são vários professores em um curso e que o aprender do estudante é relacional e acontece na recorrência de ações.

REFERÊNCIAS

CASTELLS, M. *A sociedade em rede – a era da informação: economia, sociedade e cultura*. São Paulo: Paz e Terra, 2016.

GATTI, B. A. Análise das políticas para formação continuada no Brasil, na última década. *Revista Brasileira de Educação*, Campinas/SP, v. 37, n. 13, p. 57-69, 2008.

KENSKI, V. M. *Educação e tecnologias: o novo ritmo da informação*. Campinas: Papirus, 2007.

LÂNGARO, A. G. *Tecnologia e prática pedagógicas – movimentos e vicissitudes na busca da constituição de uma comunidade de aprendizagem*. 145f. Dissertação (Mestrado em Psicologia Social e Institucional), Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2003.

LEFÈVRE, F.; LEFÈVRE, A. M. C. *O discurso do sujeito coletivo: um novo enfoque em pesquisa qualitativa (desdobramentos)*. Caxias do Sul: Educs, 2005.

MARASCHIN, C. Pesquisar e intervir. *Psicologia & Sociedade*, Porto Alegre, v. 16, n. 1, p. 62-77, 2004.

MARIN, D. Professores universitários que usam a tecnologia de informação e comunicação no ensino de matemática: quem são eles? *Revista Eletrônica de Educação Matemática*, Florianópolis, v. 7, n. 1, p. 62-78, 2012.

MATURANA, H. *Cognição, ciência e vida cotidiana*. Belo Horizonte: UFMG, 2014.

MATURANA, H.; VARELA, F. *De máquinas e seres vivos*. Porto Alegre: Artmed, 2002.

MATURANA, H. VARELA, F. *A árvore do conhecimento: as bases biológicas da compreensão humana*. São Paulo: Palas Athena, 2001.

PELLANDA, N. M. C. Muito além do jardim: transpondo o conhecimento disciplinar do sujeito moderno. *Redes – Economia para o homem e desenvolvimento regional*, Santa Cruz do Sul, v. 6, n. 1, p. 127-136, 2001.

PIMENTA, S. G. et al. A construção da didática no GT Didática: análise de seus referenciais. *Revista Brasileira de Educação*, v. 18, n. 52, p. 143-162, 2013.

PIZZATO, M. C.; MOREIRA, M. A. A perspectiva epistemológica de Humberto Maturana e suas contribuições para a Didática das Ciências. In: *Anais do VII Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências*, Campinas, 2011. p. 1-13.

SOUZA JÚNIOR, A. J.; MOURA, E. M. Constituição de um ambiente virtual de aprendizagem com objetos de aprendizagem. In: OLIVEIRA, C. C.; MARIM, V. (Orgs.). *Educação Matemática: contextos e práticas docentes*. Campinas: Alínea, 2010. p. 179-190.

TARDIF, M.; LESSARD, C. *O trabalho docente*. Elementos para uma teoria da docência como profissão de interações humanas. Petrópolis: Vozes, 2005.



13

Rohmer Samuel Rivera Moreno

CONSIDERACIONES TEÓRICO- conceptuales en torno al desarrollo y el crecimiento económico desde el pensamiento complejo

DOI: 10.31560/pimentacultural/2021.004.318-340

RESUMEN:

Con este trabajo se pretende elucidar los principales rasgos teóricos, metodológicos y epistemológicos, desde el paradigma de la complejidad, diferenciando los principales rasgos característicos tanto del crecimiento económico como del desarrollo, intentando superar las visiones reduccionistas centradas sobremanera en lo económico y que tienden a confundir ambas categorías concibiéndolas como sinónimas. Lo neurálgico de estas consideraciones teórico-conceptuales estriba en identificar los elementos definitorios del desarrollo en un sentido integral, de acuerdo con las dinámicas del contexto moderno o posmoderno actual, signados por la dialéctica de los procesos de globalización y localización. Finalmente, se efectúa un ejercicio hermenéutico en el cual los principios elucidados por Morin (1999), son resignificados a la reflexión en torno a los procesos de desarrollo como expresión genuina de abordaje complejo de las ciencias humanas que toma como referencialidad epistémica/ fenoménica y ontológica el carácter trans-mega-macro-meso-microsociológico (Morin, 1992) del desarrollo stricto sensu construyendo una lógica de sentido en la que la discursividad del desarrollo se concatena con el paradigma de la Nueva Gobernanza (Aguilar Villanueva, 2010).

PALABRAS-CLAVE: Crecimiento económico; desarrollo; paradigma de la complejidad.

INTRODUCCIÓN

Como punto de partida se concibe pertinente resaltar que los estudios del desarrollo juegan un aspecto crucial en el abordaje de las principales temáticas inherentes a las áreas multidisciplinares de las ciencias sociales y humanas –sus conceptualizaciones, nociones categoriales y paradigmas-, orientadas a la comprensión de las acciones y decisiones tomadas por los sujetos en torno a los diversos modos de organización social que priorizan la articulación y coordinación de determinadas disposiciones, cuya ratio gravita sobre las posibilidades de contribuir con el mejoramiento significativo de las condiciones, tanto materiales como inmateriales, de vida de los sujetos en el marco de la sociabilidad (BAUMAN, 1996).

Así pues, epistemológicamente, los estudios del desarrollo constituyen un saber aplicable cuya *ratio essendi* consiste, simple y lisamente, en coadyuvar con la generación de diversos esquemas cognitivos y marcos explicativos/interpretativos tendientes a la interconexión o sinergia entre los diversos actores sociales, políticos y económicos, en aras de solidificar determinadas condicionantes y condiciones sociales a partir de las cuales mitigar un cúmulo de problemas colectivos políticamente relevantes y, en consecuencia, fomentar o promover la calidad de vida en un determinado marco societal.

Por tal motivo, puede aducirse que los estudios del desarrollo implican diáfananamente una superación de los preceptos epistémicos concernientes al positivismo stricto sensu, es decir, a las pretensiones científicas contenidas en los métodos de investigación cuantitativos que se ha caracterizado por la escisión entre sujeto cognoscible y objeto cognoscente mediante la fragmentación disciplinar de los diversos conocimientos y saberes en torno a lo humano (MORIN, 2001).

En este sentido, puede asumirse que los estudios del desarrollo, desde una perspectiva crítico-sociológica, implican no solamente el análisis y la comprensión de las dinámicas estructurales, funcionales y simbólico-culturales de los diversos campos sociales, en torno al manejo de una multiplicidad de recursos imprescindibles en tanto alicientes para el bienestar tanto individual como colectivo de los sujetos, sino que éstos constituyen un instrumental que, partiendo de la (re)definición de los lineamientos, las directrices y los marcos de acción colectiva (de índole intersubjetiva e interinstitucional) desde lo teórico-metodológico, pueden propiciar ciertas y determinadas actividades en virtud de las cuales incidir en los procesos de transformación social. De manera lacónica, los estudios del desarrollo pretenden ejercer un influjo significativo sobre una panoplia de aspectos, tanto objetivos como subjetivos, constitutivos de un determinado entorno político y social.

Siendo esto así, el presente ensayo posee como propósito central esbozar diversas cuestiones básicas y elementales en torno al desarrollo, su génesis y las razones por las cuales esta categoría, en un contexto determinado, ha logrado erigirse como uno de los principales asideros políticos y económico-sociales por los cuales se han regido ciertas orientaciones (inter)estatales, asumiéndose respecto a tal una pluralidad de cosmovisiones que abarcan las interrelaciones entre el Estado, el Mercado y las demás instancias de la sociedad, atendiendo especialmente a las dinámicas de producción y distribución de bienes y servicios, cuyo fin último ha gravitado en rededor de la satisfacción de las necesidades humanas.

Inicialmente, las posturas teórico-pragmáticas imperantes en relación con el desarrollo se caracterizaban por su acentuado lastre economicista, en el que resultaba palmaria la equiparación entre desarrollo y crecimiento económico. No obstante, a ello, uno de los asuntos de mayor relevancia en el transcurso de la contemporaneidad radica en las diversas discusiones y modelos que han emergido

para elucidar todo lo atinente al desarrollo, focalizándose hacia las siguientes interrogantes: ¿por qué algunos países crecen y otros no? ¿El crecimiento económico per se genera consigo desarrollo? ¿Las actividades de explotación de recursos naturales sobre las cuales se cimienta el modo de producción capitalista, y que son necesarias para impulsar el crecimiento económico, son sostenibles en el porvenir?

En definitiva, para una comprensión proba e idónea de estos aspectos e interrogantes del desarrollo, resulta neurálgico comprender las particularidades contextuales y socio-históricas a partir de las cuales emerge dicho constructo; ello focalizándole sobre la base de unos determinados intereses que fluctúa en el sistema-mundo, y cómo éste es objeto de un cúmulo de transformaciones que se suscita en el plano de la sociedad internacional contemporánea, en el que el clivaje desarrollo-subdesarrollo -posterior a la Guerra Fría- ha devenido en un debate estéril, inane, fatuo y desfasado, derivado de las múltiples miradas, significaciones y sentidos acerca del desarrollo bajo una perspectiva transdisciplinaria, integral, compleja y gestáltica.

Por ende, los estudios del desarrollo ameritan y exigen enfatizar en el corolario según el cual “el todo es más que la suma de sus partes” (MARTÍNEZ MIGUÉLEZ, 1999). Pues, el desarrollo, en tanto noción categorial cuya carga semántica y epistémica alusiva a la integralidad, no debe ceñirse a las minucias de la parcialidad.

En sí, el desarrollo es una concatenación o convergencia de dimensiones de diversa índole de lo social, que son insoslayables e inescindibles: lo político, lo jurídico, lo económico, lo cultural, lo científico-tecnológico y lo ecológico. Ningún ámbito de modo aislado puede contribuir *eo ipso* con los postulados del desarrollo en un sentido integral; ergo se concibe prioritario que en la dialogicidad que cimienta el proceso de construcción científica del conocimiento en torno a lo humano se exhorta el carácter neurálgico de la poli fundamentación discursiva de las teorías del desarrollo.

¿POR QUÉ Y DESDE CUÁNDO SE HABLA DE DESARROLLO?

De acuerdo con Escobar (1996) el concepto de desarrollo se remonta al contexto socio-histórico pautado por el colonialismo, específicamente a través del Acta británica de desarrollo africano en 1929, cuya materialización o concreción se pone de manifiesto en los años cuarenta, en pos de retener el poder colonial con el claro propósito de afianzar el dominio sobre territorios geopolítica y geo-estratégicamente relevantes para el control de determinados recursos clave no solo para el Reino Unido, sino para el resto de las principales potencias europeas. Es por ello que puede argüirse, con base en los aportes teóricos de los dependentistas, que el desarrollo de las principales potencias políticas y económicas, responde en mayor medida al atraso y a la explotación, por parte de éstos, de los países socialmente más depauperados y económico-políticamente en posiciones desventajosas (DOS SANTOS, 2011); empero, tomando en consideración su suma potencialidad en términos de recursos naturales (mineros o hídricos).

En consecuencia, de lo anteriormente expuesto, cabe mencionar que la dicotomía desarrollo-subdesarrollo constituye y representa un relevo de las categorías de otrora en el plano de las ciencias sociales que, por su parte, asumieron una perspectiva unilineal y uniforme que le proporcionó un soporte ideológico a la empresa colonial, cuyo *sustratum* genético se centraba en el clivaje o las tensiones entre civilización y barbarie. De hecho, gran parte de las construcciones teórico sociológicas incipientes, formuladas desde las perspectivas positivistas y organicistas, pusieron ahínco en un enfoque que justificaba la dominación europea sobre el resto de las sociedades sumidas en la precariedad so pretexto de su fracaso cultural ineludible (MIREs, 1993). En sí, la emergencia del concepto de desarrollo está intrínsecamente vinculada con la idea de dependencia política y económica de los países atrasados respecto a las grandes potencias mundiales.

Asimismo, con el objeto de ubicar en su respectivo contexto al concepto de desarrollo, en función de su historicidad y no del historicismo acentuado por determinados enfoques teóricos, es menester precisar que éste tuvo una influencia superlativa en las dinámicas concernientes a los programas de reconstrucción de los países vulnerados por los flagelos de la Segunda Guerra Mundial, sobre todo, mediante el Plan Marshall concebido por el gobierno estadounidense para re-estructurar y recomponer las tendencias propias de crecimiento económico de los países europeos devastados durante dicha coyuntura (PRESTON, 1999). Además, cabe manifestar politológicamente que aún cuando el interés manifiesto de los Estados Unidos gravitaba en rededor de contribuir con el desarrollo de dichos países, por otra parte, en cuanto a su interés latente se disponía a mitigar las posibilidades de influencia geopolítica y geoeconómica de la Unión Soviética en una región estratégicamente vital para Occidente.

Es por ello que, durante el contexto de la Guerra Fría, Arturo Escobar (1996, p. 75) aduce que “el desarrollo se convirtió en la estrategia para promover tal rivalidad”. Así, considerando la indubitable influencia estadounidense en la conformación de la arquitectura institucional de la Comunidad Internacional, en este entramado tendió a preponderar los designios e intereses de los Estados Unidos en lo atinente a la definición de los parámetros y cánones en torno al desarrollo, a partir de los proyectos de modernización industrial en las zonas con mayor atraso socioeconómico, configurándose de tal manera, en el año 1946, un conjunto de comisiones económicas en el seno de la Organización de las Naciones Unidas (específicamente su Consejo Económico y Social), fundamentándose en preceptos netamente economicistas (SUNKEL Y PAZ, 1977).

Ahora bien, puede concebirse como un hito en el marco de las propuestas con relación al desarrollo el discurso inaugural del expresidente estadounidense Harry Truman ante el Congreso durante el año 1949, en el cual hace un llamado de atención sobre los principales

problemas y necesidades de los países mayormente azotados por el pauperismo social a escala global, categorizándolos como «áreas subdesarrolladas». Así pues, emerge en un contexto global la gestación de una fórmula de políticas públicas de corte economicista, desarrollista y universalista:

Desde ese momento una visión del mundo precisa y unidimensional comenzó a imponerse progresivamente en el planeta: todos los pueblos, países y sociedades se mueven, con distintas velocidades en una misma dirección: la dirección del desarrollo. Esta visión remitía a un escenario fundamentalmente económico en el que cada quien bregaba por un punto más alto en la escala del producto nacional bruto (VELASCO PÁEZ, 2003, p. 34).

Con el transcurso del tiempo se puso en evidencia que dicha conceptualización del desarrollo resulta ser harto insuficiente para dar cuenta sobre los fenómenos y procesos sociales que se generan como resultado de la brecha entre los países desarrollados y “en vías de desarrollo”, tales como: la dependencia política, la fragmentación social, la desventaja económica y el deterioro cultural (VELASCO PÁEZ, 2003); indicadores éstos que ponen patente el carácter eminentemente complejo y multidimensional del desarrollo. Para ello, es innovador el abordaje del desarrollo conjugando lo micro y lo macro, así como lo objetivo y lo subjetivo, trascendiendo toda lógica inherente a la razón técnica o la racionalidad instrumental en la que el hombre y la naturaleza quedan reducidos como meros medios para el logro de fines diversos.

En la contemporaneidad se ha enfatizado que la ratio del desarrollo es el ser humano en tanto sujeto y el medio ambiente que le circunda y que éste subjetiva; razón por la cual, éstos se erigen como fines en sí mismos. Aunado a ello, el carácter integral/poli-sistémico/sustentable del desarrollo ha priorizado un aspecto que ha sido relegado por los enfoques ortodoxos centrados en el libre comercio: la finitud de los recursos naturales.

El carácter finito ha incidido en que, desde las instancias supranacionales, se dirijan esfuerzos para garantizar los recursos que las generaciones futuras demandarán para satisfacer sus necesidades elementales; de allí se deriva el esfuerzo articulado por parte de la Comunidad Internacional de revestir de suprema relevancia al desarrollo sustentable, en tanto paradigma que interconecta los procesos económicos, políticos y socioculturales con las singularidades ecológicas en un contexto de globalización, destacándose: la Conferencia de Naciones Unidas en Estocolmo (1972), pasando por la Cumbre de Río (1992), la Cumbre sobre Desarrollo Sostenible en Johannesburgo (2002), hasta la Cumbre de las Naciones Unidas sobre el Desarrollo Sostenible en Nueva York (2015).

Finalmente, es menester manifestar que en la actualidad se habla de desarrollo porque éste constituye una expresión que se orienta a la concatenación o la complementación entre necesidades humanas (subsistencia, protección, afecto, creación, recreación, participación, identidad y libertad) y categorías existenciales: ser (atributos tanto individuales como colectivos); tener (instituciones y normas), hacer (acciones sociales) y estar (entorno social, político y ecológico), cuyo fin último es aportar con el bienestar y la felicidad (eudaimonia) de los sujetos en sus relaciones consigo mismos (lo intrasubjetivo/lo introspectivo), con los demás (lo intersubjetivo/la sociabilidad) y con lo demás que se ubica en su entorno circundante (lo transubjetivo/lo ecológico), para así lograr el vivir bien (sumak kawsay) en las diversas facetas de lo psicosocial. En suma: se persigue que los sujetos devengan en seres autónomos, críticos y reflexivos con capacidad de transformación de su espacio político y social (Cfr. BORÓN, 2013; MAX NEEF, 1993)

Entretanto, también hay autores que prefieren no hablar de desarrollo, desarrollismo o “desarrollo alternativo”, sino sobre algo mucho más difuso: “una ‘alternativa al desarrollo’, superadora de la racionalidad establecida por la Modernidad con respecto al progreso,

la explotación de la naturaleza y las relaciones entre los hombres” (BORÓN, 2013, pp.172-173. *Cursivas más*).

RELACIÓN Y DISCUSIÓN ENTRE CRECIMIENTO ECONÓMICO Y DESARROLLO

La relación entre crecimiento económico y desarrollo puede elucidarse a partir de la relevancia de la producción y la productividad del conjunto de bienes y servicios que requiere una sociedad para poder satisfacer plenamente sus principales necesidades y, así mismo, para proveerse de ciertos ingresos monetarios a través de las actividades de exportación derivadas de la producción excedente; ello, desde luego, propiciaría una mayor posibilidad de solidificación financiera y económica del Estado -que también disminuiría su dependencia con respecto a otros Estados-, en virtud de formular e implementar políticas públicas acordes a las exigencias de la población en la que se halla inserto.

No obstante, cabe resaltar que esa es una de las expectativas trazadas en un sentido normativo, cuya concreción resulta dificultosa en demasía. Pues, el crecimiento económico no implica o genera per se el desarrollo. Más bien, tales aseveraciones economicistas del desarrollo se han puesto en cuestionamiento por concebir al crecimiento como un fin en sí mismo, en el que ha tendido a predominar una deshumanización de lo humano, una desubjetivación del sujeto y una degradación de la naturaleza; generándose con ello un dilema que ha sido destacado por y desde el paradigma de la sustentabilidad ecológica: “más crecimiento económico para expandir la riqueza material de la población, generando mayores impactos ambientales, o reducir el crecimiento económico para mitigar el deterioro del entorno” (GABALDÓN, 2006, p. 155).

La particularidad del crecimiento económico estriba en que se sustenta exclusivamente en indicadores macroeconómicos, como lo es el producto interno bruto, pero este indicador no toma en consideración la estabilidad de un régimen político y su capacidad de propiciar la participación amplia, igual y vinculante de los ciudadanos en los asuntos del Estado (TILLY, 2010); la articulación de los agentes estatales, político-sociales, cívicos y económicos, en los procesos de gobernanación sinérgica y horizontal (AGUILAR VILLANUEVA, 2010); los niveles de confianza y de cooperación intersubjetivas e interinstitucionales en una sociedad en términos de capital social (INGLEHART, 1988); el empleo racional y circunspecto de los recursos naturales, procurando su salvaguarda con miras a satisfacer las necesidades elementales de las próximas generaciones (Gabaldón, 2006), entre otros elementos que conforman la complejidad del mundo social.

La crítica planteada a este enfoque ortodoxo del desarrollo se encauza a dilucidar cómo el crecimiento económico, basado en una postura de infinitud de los recursos naturales, ha aguzado el aumento ingente y desmedido en los niveles de producción/productividad de bienes y servicios en aras de estimular su consumo masivo, en razón de garantizar la acumulación de capital en detrimento del medio ambiente y la dignidad humana per se. De acuerdo con esta lógica argumental, huelga destacar la “segunda contradicción del capitalismo”, consistente en la contradicción ineludible entre el modo de producción y el medio ambiente (CONNOR *apud* BORÓN, 2013). En síntesis, todo ello lleva a reflexionar acerca de los límites de las formas de desarrollo que disocian o soslayan lo económico de los demás problemas sociales, políticos y ecológicos.

En términos crítico-reflexivos puede aducirse que los grandes avances generados consigo tras el robustecimiento del modo de producción capitalista contribuyeron con el mejoramiento de las condiciones de vida de aquellos sectores sociales que lograron

adaptarse a las dinámicas de modernización, industrialización y urbanización que les son consustanciales; no obstante, este mismo sistema económico se ha caracterizado estructuralmente por ser hondamente desigual y combinado, llevando a plantear el problema del desarrollo en términos éticos y axiológicos: ¿puede concebirse el desarrollo sin igualdad y equidad? ¿Mejoramiento en la calidad de gran parte de los países desarrollados bajo qué costes sociales y ecológicos a escala global?

Así, pueden ponerse patentes espacios sociales con óptimos niveles de calidad de vida y de desarrollo humano; empero, también existen amplios sectores y grupos humanos marginados y socialmente excluidos por las instancias del sistema político, en el que la no apropiación de ciertos preceptos políticos, socioculturales y educativos reproducidos por los aparatos ideológicos del Estado, por parte de los grupos sociales depauperados, conlleva a la activación de los aparatos represivos del Estado (ALTHUSSER, 1970). Por ello, las desigualdades y el pauperismo constituyen una de las causas de los conflictos y tensiones sociales sobre los cuales debe imperiosamente repensarse el Pacto Social en términos de gobernanza y de gobernabilidad. Así, con un panorama altamente tenso, conflictual y anómico socialmente, ¿cómo pueden alcanzarse ciertas condiciones para el desarrollo humano, social y sustentable?

In nuce: el crecimiento económico encarna una condición básica y necesaria para el desarrollo, pero no la única; lo sustancial del desarrollo radica en que trasciende lo netamente económico, pues se funda en la concatenación del ser-tener-hacer-estar tendiente a propiciar el centramiento del sujeto en el marco de sus circunstancialidades políticas, socioculturales, económicas, educativas y psíquicas, tomando como referente su bienestar individual y colectivo, en un entorno social y medioambiental estable, saludable y sustentable, que le permita trascender y autorrealizarse (GOBLE, 1977).

CONSIDERACIONES LACÓNICAS EN TORNO AL DESARROLLO DESDE EL PENSAMIENTO COMPLEJO

De acuerdo con las aportaciones epistémicas proporcionadas por Morin (2001) el concepto de desarrollo puede ser elucidado, en un sentido heurístico o típico-ideal, a través de los siguientes principios que sirven como base y guía para un pensamiento vinculante, que se focaliza en la complejización de lo social:

Primero: El desarrollo consiste en un proceso sistémico o relacionalmente organizativo, donde cada uno de sus aspectos o dimensiones constitutivas se hallan intrínsecamente vinculadas entre sí, formando una totalidad de elementos insoslayables, interdependientes. Por lo tanto, el desarrollo alude a una categoría de índole integral, holística y gestáltica en la cual lo político, lo económico, lo cultural, lo psíquico y lo ecológico se afectan recíproca y constantemente, erigiéndose en un corpus compactado cargado de una multiplicidad de sentidos y de significación, propia de la heterogeneidad de lo humano.

Sumariamente, esta perspectiva implica una superación de los reduccionismos que han tendido a prevalecer en el marco de la lógica monodisciplinar que ha privilegiado la especialización y la compartimentación—en un sentido unidimensional—de ciertos conocimientos en torno a la compleja realidad social y a la conducta humana, poniéndose de relieve así las cegueras del conocimiento que han impedido el abordaje cabal de los procesos sociales desde lo multidimensional/multifactorial.

Segundo: El desarrollo se fundamenta dialécticamente en una dinámica holográfica, en la cual no sólo las partes están el todo, sino también la totalidad está en cada una de las partes. A guisa de ejemplo, Morin (1999, p. 99) señala que “la sociedad está presente en cada

individuo como un todo a través del lenguaje, la cultura, las normas”. Compendiosamente –y extrapolando lo ejemplificado- puede aducirse que el desarrollo se pone patente a través de la sinergia entre democracia efectiva, cultura cívica, crecimiento económico, compromiso y fortalecimiento psicológico y sustentabilidad medioambiental, como genuinos componentes de la calidad de vida de los individuos.

Tercero: El desarrollo debe concebirse como un bucle retroactivo cuyo rasgo neurálgico versa en la retroalimentación (*feedback*) de cada uno de los elementos presentes en los procesos de producción y reproducción de la sociedad (en lo político, lo económico y lo cultural); por lo cual es sugerente recalcar que todo modelo de análisis en torno al desarrollo debe cimentarse en la ruptura de la causalidad lineal, en la cual muy simplistamente a toda causa se le atribuye un efecto. Cuando más bien debería asumirse que también los efectos pueden resultar causantes de determinados procesos sociales.

Así pues, la democracia efectiva, la cultura cívica y el crecimiento económico, entre otros, pueden repercutir en la sustanciación óptima de los postulados consustanciales al desarrollo; sin embargo, el desarrollo eo ipso puede coadyuvar con el robustecimiento de cada uno de dichos elementos de la estructura social en pos de mejorar la convivencialidad, la dialogicidad y la calidad de vida de los actores y grupos sociales, lo que, a su vez, nos lleva a considerar la posibilidad de mejorar o solidificar el desarrollo propiamente dicho.

Cuarto: El desarrollo puede concebirse como un bucle recursivo en el que es menester asumir sociológicamente la teoría de la estructuración (GIDDENS, 1995), en virtud de la cual no solamente la estructura social incide sobre el comportamiento de los actores sociales, en tanto expresión externalista unilateral, sino que también los actores sociales ejercen un influjo significativo en la configuración y la reconstrucción de las instituciones conformantes de la estructura social.

En consecuencia, se considera oportuno y acucioso indicar que los productos del desarrollo son simultáneamente productores y causantes del mismo, pues el desarrollo no es un estadio social estático, pétreo, determinista y determinante, en el cual se alcanza la suprema felicidad. Por el contrario, el desarrollo implica un estado de mejoramiento de la calidad de vida que se patentiza mediante formas de bienestar individual y colectivo que se recrean y afianzan en la medida de que se amplíen las oportunidades vitales de los individuos, mediante el robustecimiento de las capacidades básicas y las libertades civiles (DAHRENDORF, 1983; Sen, 2000).

Quinto: El desarrollo puede definirse como un proceso de auto-eco-organización en el cual la autonomía del sujeto y su desarrollo pleno, cuya característica primordial es el acendramiento y el pulimento de sus capacidades y potencialidades en aras de su autorrealización, sobre la base de la satisfacción de distintas necesidades de logro, poder y filiación, es viable a través de la dependencia con respecto al funcionamiento de un entramado de instituciones y normas sociales efectivas que sean capaces de garantizar la convivencia en el marco de la red intersubjetiva de relaciones constituyentes de la cotidianidad, salvaguardando la dignidad humana en cuanto tal (GOBLE, 1977; MCCLELLAND, 1989).

Asimismo, cabe argüir que el proceso de desarrollo posee como telón de fondo a la sociedad, a la cultura y a los individuos, más concretamente a una matriz epistémica que se erige y funge como un ecosistema que permite superar, en términos de Edgar Morin (1992, p. 87), cualquier “determinismo mecánico, maquinaria trivial, causalidad lineal, reduccionismo brutal”. En definitiva, el proceso de desarrollo bajo el paradigma de la complejidad se asume como un estado que contempla y se nutre del diálogo de saberes, como *conditio sine qua non* para la superación del determinismo económico que reduce al desarrollo como mero correlato del crecimiento económico en el que se superpone el cientificismo como única fuente admisible de conocimiento.

En relación con el científicismo, en lo atinente al pensamiento complejo, es menester enfatizar como premisa que: “No sólo la ciencia debe ser aprehendida como actividad social, sino que no debería gozar de ningún privilegio respecto de otros sistemas de conocimiento” (JOHSUA, 2006, p. 177). He allí la polifundamentación de los saberes, sustentado en la horizontalidad y la dialogicidad de los mismos en torno a la totalidad social, a partir de la conjunción o entrelazamiento entre lo real concreto y lo real-ideacional (SOROKIN, 1962).

Sexto: El desarrollo se concibe como un proceso esencialmente dialógico que se pone de manifiesto como un espacio de encuentro entre actores, grupos y sectores sociales con intereses, expectativas y necesidades divergentes entre sí, donde resulta medular la concretización de lo mensurable, entendido éste como “un conjunto de reglas que nos dice cómo podría llegarse a un acuerdo sobre lo que resolvería el problema de cada uno de los puntos donde parece haber conflicto entre afirmaciones” (RORTY, 1995: 288), por medio del cual pueda delinearse un cúmulo de marcos acción social que permita la convergencia de la pluralidad de actores sociales que intervienen en los campos político, económico y cultural, en pos de la construcción de un sociedad sustentable, centrada en el forjamiento caracterológico del sujeto; es decir, su personeidad, su personalidad.

Séptimo: El desarrollo es un proceso social multisistémico, multidimensional y relacional que parte de una “reintroducción del que conoce en todo conocimiento” (MORIN, 1999, p. 101), sustentado indubitadamente en los procesos de reconstrucción- resignificación de las teorías y los modelos de desarrollo existentes, en función de las particularidades socioculturales, económicas, político-institucionales, geográficas, ecológicas y psicológicas de los entornos en los cuales se fraguará un proyecto de tal índole.

Lo cual nos conduce, de igual manera, a entender el proceso de desarrollo como una manifestación hermenéutica social que no

debe disociarse o soslayarse de las especificidades socioestructurales y coyunturales de una determinada realidad, puesto que la realidad social no podría analizarse ignorando los elementos que integran al contexto socio-histórico propiamente dicho, articulado y concatenado con el texto (los discursos en torno al desarrollo) y el sujeto (fin último y pretexto del desarrollo en el marco del pensamiento complejo).

Por último, teóricamente el desarrollo no debe considerarse como un conocimiento, sino como una pluralidad de perspectivas teórico-metodológicas que pueden coadyuvar con la generación de conocimientos de distinto tipo acerca de la complejidad de lo humano; motivo por el cual puede reafirmarse que:

Una teoría no es una llegada, es la posibilidad de una partida. Una teoría no es una solución, es la posibilidad de tratar un problema. Una teoría sólo cumple su papel cognitivo, sólo adquiere vida, con el pleno empleo de la actividad mental del sujeto. Y es esta intervención del sujeto lo que confiere al método su papel indispensable (Morin, Ciurana y Motta, 2002: 25).

A MODO DE REFLEXIÓN

Uno de los principales desafíos que se ha trazado en el marco de la Modernidad ha girado en torno a las posibilidades del desarrollo; la singularidad de este constructo radica en que ha sido asumido de modo lineal en función de la carga semántica sobre la cual se ha sustentado la noción de progreso, en concordancia con los propósitos definidos inicialmente por el proyecto filosófico político de la Ilustración (MARTÍNEZ OLIVEROS, 2001). No obstante, las diversas expectativas y propósitos delineados desde los paradigmas que conforman a la Modernidad han resultado insuficientes e inoperantes para dilucidar cabalmente las dinámicas Estado-Sociedad y, a su vez, proponer lineamientos de acción colectiva a través de los cuales resulte viable

la consecución de un estadio socioeconómico que coadyuve con un estado de bienestar en todas las facetas constitutivas de una sociedad globalizada/globalizante (BECK, 1998).

Por tal motivo, en los tiempos actuales la crisis de paradigmas ha incidido en la vigorización significativa de los diversos enfoques concernientes a las propuestas postmodernas como formas de aproximación a los procesos sociales, pues sus elucidaciones no están provistas de las certezas de otrora; ello derivado de la imposibilidad de comprender las acciones humanas a partir de la asunción de verdades absolutas, lo cual nos lleva a priorizar epistémicamente que existen diversas visiones en torno a la verdad en los distintos campos sociales (MARTÍNEZ MIGUÉLEZ, 2006). Inclusive, es menester resaltar que dicho concepto de verdad ha sido cuestionado desde el punto de vista sociológico, epistemológico y hermenéutico; motivo por el cual, se le considera inapropiado para dar cuenta sobre el objetivo fundamental de las ciencias sociales y humanas.

Sin embargo, pese a tal tendencia de vigorización de las posturas teórico-metodológicas posmodernas es menester poner ahínco que la investigación social debe procurar aproximarse lo más exhaustiva, minuciosa y rigurosamente posible a su objeto de estudio, esforzándose de producir construcciones teóricas e interpretativas respecto a las estructuras, procesos, actores y resultados que se ponen de relieve en los diversos campos de lo social, para así evitar, por consiguiente, a toda costa cualquier tipo de relativización de dichas elucidaciones a partir de la lógica del «todo vale» que deviene en mera especulación fútil, vacua o fruslera.

Lo expuesto anteriormente nos lleva a aducir que la explicitación del conjunto de elementos teóricamente relevantes en relación con el desarrollo debe desechar cualquier intencionalidad de propugnar una determinada fórmula económico-política universalista sobre las maneras de alcanzar el desarrollo mismo (BADIE; HERMET, 1993). Tal ten-

dencia de presentar fórmulas universalistas y desarrollistas ha sufrido grandes reveses en las sociedades sobre las cuales se han implementado –o intentado implementar- rajatabla, ya que la estructuración y el funcionamiento de los sistemas y regímenes políticos se adecuan a las dinámicas socioculturales cónsonas y correspondientes al entorno en el que se hallan insertos. Ello se debe a que una burda imposición puede propiciar escenarios de ingobernabilidad que agudicen la inestabilidad política y social del entorno, dándole cabida a formas de violencia que resquebrajen la convivencia.

Ahora bien, dentro de las fórmulas con pretensión universalista y desarrollista se halla la apreciación rostowiana del desarrollo, la cual pone de relieve una visión ortodoxa sobre dicho proceso, sustentándose en una explicación lineal, ahistórica y descontextualizada sobre la modernización y la industrialización, entendidas como dinámicas económico-sociales que generarían como resultado, de forma ineludible, un estadio económico altamente potencial en aquellos espacios sociales que asumieran y reprodujeran las recetas sugeridas desde Occidente, tales como las trazadas por el Fondo Monetario Internacional (FMI) o el Banco Mundial, con el propósito manifiesto de fortalecer el sistema capitalista global como única vía posible para la consecución plena del desarrollo (BORÓN, 2013); no obstante, ésta se trata de una visión economicista que distorsiona la esencia del desarrollo, encorsetándola en las pretensiones del globalismo y sus manifestaciones fundamentalistas de mercado (BECK, 1998; SOROS, 2008).

Consecuencialmente, una de las responsabilidades intelectuales en torno al análisis del desarrollo consiste en abordar este tópico a partir de su totalidad, complejidad y multidimensionalidad. Tal asunto nos lleva a plantear en términos reflexivos que ningún objeto de estudio en el ámbito de las ciencias sociales y humanas debe ser considerado desde enfoques y posturas reduccionistas que, de algún modo, vulneren el carácter gestáltico, holístico y polisistémico de los fenómenos sociales en su talidad (MARTÍNEZ MIGUÉLEZ, 1999).

Motivo por el cual es oportuno significar la necesidad de la polifundamentación argumentativa en torno al desarrollo, en función de construir y edificar una lógica de sentido que logre aprehender, comprender y (re)significar la pluralidad de sentidos y significados que emergen desde los diversos planos de lo social: estructuras, procesos, actores y resultados, en tanto y en cuanto condiciones/condicionantes de las dinámicas fácticas, fenoménicas y simbólicas definitorias del desarrollo.

Siendo esto así, es menester puntualizar que el concepto de desarrollo no puede escindirse de las peculiaridades características del medioambiente, debido a que determinados rasgos o indicios atinentes al crecimiento económico, por su parte, no pueden disociarse de los principales problemas sociales imperantes ante unas determinadas circunstancialidades geo-socio-históricas. Tal separación constituye un contrasentido en tanto y en cuanto lo social ha de abordarse desde la totalidad.

Aunado a ello, el abordaje sistemático y riguroso del desarrollo conlleva a descartar o soslayar diversas posturas fundamentalistas que se decantan ya sea por el Estado o por el Mercado, y que terminan menoscabando la autonomía del sujeto. De hecho, puede aducirse que el tercer sector (como las organizaciones no gubernamentales, las formas asociativas de la economía social, etc.) guarda mayor relación con las premisas del desarrollo acordes al paradigma de la sustentabilidad (DE SOUSA SANTOS, 2006), como expresión de síntesis que propende a la superación de la dicotomía entre Estado y Mercado.

Desde una perspectiva actualizada, las políticas en aras de promover el desarrollo humano integral, en términos de sustentabilidad, se caracterizan por focalizarse hacia la solidificación del tejido social, es decir, de las instancias u organizaciones tanto de la sociedad civil y de la sociedad política, en pos de contribuir con los procesos de democratización y, consiguientemente, con el bienestar integral de los sectores, grupos y actores sociales. Para tal propósito se requiere de

un Estado sólido y compacto, sustentado en un conjunto de reglas de juego institucional que permita el funcionamiento de la democracia, tal como se contempla en el informe del Banco Mundial (1997) intitulado: «El Estado en un mundo en transformación», según el cual sin un Estado robusto “el desarrollo sostenible, económico y social es imposible” (citado por GIDDENS, 2006, p. 401); empero, debe tratarse de un Estado sólido con capacidad de propiciar un diálogo de saberes entre los distintos sujetos sociales en torno a la gobernación de sus asuntos vitales, más concretamente, su devenir histórico.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGUILAR VILLANUEVA. *Gobernanza: El nuevo proceso de gobernar*. México D.F: Fundación Friedrich Naumann para la Libertad. Luis 2010.

ALTHUSSER, Louis (1970). *Ideología y Aparatos Ideológicos de Estado*. Medellín, Colombia: Ediciones Pepe.

BADIE, Bertrand y HERMET, Guy. *Política Comparada*. México D.F: Fondo de Cultura Económica. 1993.

BANCO MUNDIAL. *El Estado en un mundo en transformación*. Washington D.C: Oxford University Press. 1997.

BAUMAN, Zygmunt. “Teoría sociológica de la posmodernidad” en *Espiral, Estudios sobre Estado y Sociedad*, Vol. II, n° 5. Enero-Abril. Guadalajara, México: Universidad Autónoma de Guadalajara. 1996, p. 81-102.

BECK, Ulrich. *¿Qué es la globalización? Falacias del globalismo, respuestas a la globalización*. Barcelona, España: Ediciones Paidós Ibérica. 1998

BORÓN, Atilio. *América Latina en la geopolítica del imperialismo*. Caracas: Ministerio del Poder Popular para la Cultura. 2013.

DAHRENDORF, Ralf . *Oportunidades vitales. Notas para una teoría social y política*. Madrid: Espasa-Calpe. 1983.

DE SOUSA SANTOS, Boaventura. *Reinventar la democracia: reinventar el Estado*. Buenos Aires: Consejo Latinoamericano de Ciencias Sociales (CLACSO). 2006.

DOS SANTOS, Theotonio. *Imperialismo y dependencia*. Caracas: Fundación Biblioteca Ayacucho. 2011

ESCOBAR, Arturo. *La invención del tercer mundo*. Construcción y deconstrucción del desarrollo. Bogotá: Grupo Editorial NORMA. 1996.

GABALDÓN, Arnoldo. *Desarrollo Sustentable. La Salida de América Latina*. Caracas: Grupo Editorial Random House Mondadori. 2006.

GIDDENS, Anthony. *La constitución de la sociedad: Bases para la teoría de la estructuración*. Buenos Aires: Amorrortu Editores. 1995.

GIDDENS, Anthony. *Sociología*. Quinta edición. Madrid: Alianza Editorial. 2006.

GOBLE, Frank. *La tercera fuerza: la psicología propuesta por Abraham Maslow*. México D.F: Editorial Trillas. 1997.

INGLEHART, Ronald. "Cultura Política y Democracia Estable", en *Revista Española de Investigaciones Sociológicas*, n° 42, abril-junio. Madrid: Centro de Investigaciones Sociológicas. 1998. p. 45-65.

JOHSUA, Samuel. "Ciencias, sociología, política: ¿quién peritará a los peritos?", en LAHIRE, B. (Dir.). ¿Para qué sirve la sociología? Buenos Aires: Siglo XXI Editores. 2006. p. 175-194.

MCCLELLAND, David. *Estudio de la motivación humana*. Madrid: Narcea, S.A. de Ediciones. 1989.

MARTÍNEZ MIGUÉLEZ, Miguel. *La Nueva Ciencia: su desafío, lógica y método*. México D.F: Editorial Trillas. 1999.

MARTÍNEZ MIGUÉLEZ, Miguel. "Conocimiento científico general y conocimiento ordinario", en *Cinta Moebio. Revista de Epistemología de Ciencias Sociales*, n° 27. Santiago de Chile: Facultad de Ciencias Sociales, Universidad de Chile, 2006. p. 1-10.

MARTÍNEZ OLIVEROS, Xiomara. *Política para los nuevos tiempos*. Caracas: Fondo Editorial Tropykos. 2001.

MAX NEEF, Manfred. *Desarrollo a escala humana: conceptos, aplicaciones y reflexiones*. Barcelona, España: Icara. 1993.

MIRES, Fernando. *El Discurso de la Miseria o de la Crisis de la Sociología en América Latina*. Caracas: Editorial Nueva Sociedad. 1993.

MORIN, Edgar. *El Método IV. Sus ideas: Su hábitat, su vida, sus costumbres, su organización*. Madrid: Ediciones Cátedra. 1992.

MORIN, Edgar. *La cabeza bien puesta. Repensar la reforma. Reformar el pensamiento*. Buenos Aires: Nueva Visión. 1999.

MORIN, Edgar. *Los siete saberes necesarios a la educación del futuro*. Caracas: Unesco/ Iesalc/ Faces-UCV. 2001.

MORIN, Edgar; CIURANA, Emilio; y MOTTA, Raúl. *Educación en la era planetaria*. Barcelona, España: Gedisa Editorial. 2002.

PRESTON, Peter. *Una introducción a la teoría del desarrollo*. México D.F: Siglo veintiuno editores. 1999.

RORTY, Richard. *La filosofía y el espejo de la naturaleza*. Madrid: Ediciones Cátedra. 1995

SEN, Amartya. El desarrollo como libertad en *Gaceta Ecológica*, n. 55. México D.F: Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. p. 14-20. 2000.

SOROKIN, Pitirim. *Dinámica social y cultural*. Madrid: Centro de Estudios Constitucionales. 1962.

SOROS, George. *El nuevo paradigma de los mercados financieros: para entender la crisis económica actual*. México D.F: Editorial Santillana. 2008.

SUNKEL, Osvaldo y PAZ, P. *El subdesarrollo latinoamericano y la teoría del desarrollo*. México D.F: Siglo veintiuno editores. 1977.

TILLY, Charles. *Democracia*. Madrid: Ediciones Akal. 2010.

VELASCO PÁEZ, Francisco. La articulación cultura-ambiente: claves para una visión alternativa del desarrollo en *Cuadernos del CENDES*, año 20°, n. 52. Caracas: Universidad Central de Venezuela, p. 33-46. 2003



14

Juan Terán
Gionara Tauchen
Sabrina Amaral Pereira

ENSINO DA MECÂNICA RELATIVISTA: entre o pensamento simplificador e o pensamento complexo

DOI: 10.31560/pimentacultural/2021.004.341-365

RESUMO:

A presente investigação, de natureza teórica e hermenêutica, tem o desafio de refletir sistematicamente sobre a evolução do pensamento simplificador e como influenciou o desenvolvimento da Teoria Relativística à Mecânica Relativística, permitindo o desenvolvimento de modelos de comparação de diferentes observadores. Por isso, propõe-se trabalhar no ensino da física a partir do pensamento complexo, para resgatar um conjunto de variáveis (ontológicas) que foram descartadas no sistema didático. Este estudo conclui que o pensamento simplificador tem um grande impacto na maneira como histórias, conceitos, ilustrações e experimentos são relacionados em livros didáticos e arquivos de divulgação científica, amplamente utilizados no ensino médio e superior, influenciando diretamente o ensino de ciências.

PALAVRAS-CHAVE: Pensamento simplificador; Pensamento complexo; Teoria Relativística; Mecânica Relativística.

INTRODUÇÃO

O desafio desta pesquisa é apresentar os limites do pensamento simplificador para os processos de ensino-aprendizagem, especificamente na Mecânica Relativística, trazendo os desafios do pensamento complexo e suas implicações para a formação de docentes em Física. No entanto, parece contraditório propor um processo de ensino-aprendizagem sob a concepção do pensamento complexo proposto pelo sociólogo francês Edgar Morin, quando a teoria da mecânica relativística nasceu do pensamento simplificador.

Em relação a essa aparente contradição, considera-se justificativo o trabalho de Morin, Ciurana e Motta (2003), que nos permite refletir sobre a vida em um planeta interconectado, onde os eventos que ocorrem em um local remoto impactam em questão de segundos no outro lado do mundo, devido à sua pequena dimensão em comparação com a velocidade com que as telecomunicações operam. Talvez no século XIX, os efeitos tenham repercutido apenas do ponto de vista natural ou biológico, mas hoje, devido às tecnologias, o impacto atinge o ser humano. Por esse motivo, propõe-se trabalhar o ensino da física a partir do pensamento complexo, a fim de resgatar um conjunto de variáveis ontológicas que foram descartadas no sistema didático.

Este estudo analítico e hermenêutico procura a dimensão prática da verdade, através do método de Gadamer (2015), que visa um alcance universal entre o fenômeno da expressão e o fenômeno da compreensão, uma vez que serve como uma estratégia que requer o pensamento complexo, indo muito além das esferas da interpretação. A hermenêutica filosófica especificamente em Gadamer (2015) coloca a interpretação a serviço do problema do historicismo, o que resulta na interpretação e transmissão linguística, oferecendo a estrutura básica de legitimação do espírito objetivo e da ciência histórica.

AS ORIGENS DO PENSAMENTO SIMPLIFICADOR

Partindo da posição filosófica, assumida pelo físico alemão Werner Karl Heisenberg (1901-1976) no seu trabalho *Physics and Philosophy* (1958) e pelo sociólogo português Boaventura de Sousa Santos (1940-) no seu trabalho *Um Discurso sobre as Ciências* (1987, 2010) infere-se que ambos compartilham a concepção quanto à origem do princípio simplificador, como resultado da aplicação do método da dúvida, que consiste em uma justificativa para o uso da razão como entidade superior, inerente a Deus, retirando seu argumento lógico das obras do filósofo francês René Descartes (1596-1650). Atualmente, esse método é conhecido como método cartesiano.

Considerando que a aplicação do método cartesiano, fundamentou a necessidade de duvidar de tudo o que é percebido pelos sentidos, diferenciando-se na interpretação realizada pelo raciocínio, induz-se que o método seja justificado por Descartes (2007) sob duas premissas, extensivo e qualitativo, que mais tarde se enquadram em duas categorias: *res extensa* e *res cogitans*. Neste sentido, tudo o que tem a qualidade de ser percebido pelos sentidos é classificado como *res extensa*, enquanto tudo o que se refere ao pensamento lógico formal corresponde às conclusões do comportamento da natureza (essência), cujo conjunto é categorizado como *res cogitans*. A lacuna existente entre *cogitans* e *extensa*, como método para estudar os fenômenos, rompe com a tríade herdada do pensamento grego, conforme a figura 1. (HEISENBERG, 1987; SANTOS, 2010).



Figura 1: Tríade do pensamento grego. Fonte: produzido pelos autores

Analisando o ponto anterior, as Ciências podem surgir estabelecendo a hipótese de poder descrever a natureza e o mundo sem precisar mencionar Deus, porque ele pertence a outro plano superior ao dos animais e plantas. Estes podem ser estudados como máquinas ou um conjunto de alavancas, que acabou promovendo um modelo mecanicista, desenvolvido principalmente por Galileu, Newton, Laplace e Einstein. Esse modelo mecanicista estabelecido sob a linguagem da matemática tem como premissa que: “todo fenômeno pode ser completamente determinado por causas matemáticas” (HEISENBERG, 1987, p. 63).

O método cartesiano ou o princípio simplificador, segundo Santos (2010) conseguiu mudar a maneira de se fazer ciência, pois, uma vez que o fenômeno é submetido a estudo, ele pode ser dividido de acordo com o nível de dificuldade (dimensões em variáveis e, por sua vez, em parâmetros), em quantas partes o pesquisador desejar, para obter uma solução simplificada. Para isso, é necessário seguir as regras que, de acordo com os precursores do método, mencionado anteriormente, permitem guiar a razão para a verdade. Essas regras

(ver figura 2) não apenas mostram o caminho para o pesquisador representar o fenômeno em um modelo simplificado, mas também mutilam e distanciam o fenômeno de seu ambiente e estados de interação, deixando-o em um ser inerte e inanimado. Nas palavras de Morin (2010, p. 27) “a simplificação aplicava-se a esses fenômenos por separação e redução. A primeira isola os objetos não só uns dos outros, mas também do seu ambiente e do seu observador”.

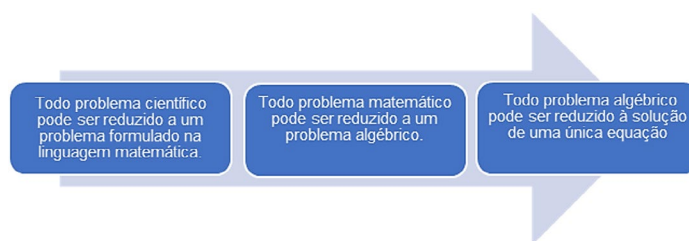


Figura 2: Regras para guiar a razão para a verdade.
Fuente: o autor inspirado em (BRENNAN, 1998)

A matematização da física foi registrada pela primeira vez em 1623, na obra *Il Saggiatore* de Galileu Galilei (1564 - 1642). Para Arévalo e Terrazzan (2015), esse método quantitativo é mais eficiente, pois remove da linguagem os adjetivos qualitativos usados na física aristotélica para descrever um fenômeno de certa magnitude. Por exemplo, se você deseja descrever a temperatura de um objeto, seria preciso falar sobre coisas que são quentes demais, muito quentes, quentes, tépidos, frias, muito frias e frias demais. Isso possibilitou uma linguagem matemática, um esquema matemático que permite a previsão de resultados experimentais, fazendo com que as teorias sejam verificadas sem recorrer apenas à razão.

O universo, que não se pode compreender antes de entender a língua e conhecer os caracteres com os quais está escrito. Ele está escrito em língua matemática, os caracteres são triângulos, circunferências e outras figuras geométricas, sem cujos meios é

impossível entender humanamente as palavras: sem eles nós vagamos perdidos dentro de um obscuro labirinto. (GALILEO, 1978, p. 119).

É assim que, no século XVI, existem duas correntes de pensamento que deixaram uma gama de possibilidades em aberto para criar a nova Filosofia da Natureza, ou o que é atualmente conhecido como Física Clássica. Segundo Heisenberg (1987), a primeira corrente é o realismo, que se baseia em Platão e Descartes, onde se ramifica em metafísica, dogmática e prática (ver figura 3), a fim de descrever as diferentes maneiras (Causa Formal) de ver o mundo baseado unicamente no uso de *cogito ergo sum*. A segunda tendência é o empirismo filosófico, representado principalmente por Locke e Berkeley, cujas teses foram: “se, de fato todo nosso conhecimento deriva da percepção não há sentido algum em se afirmar que as coisas realmente existam” (HEISENBERG, 1987, p. 65).



Figura 1. Ramificação do Realismo Fonte: produzido pelo autor inspirado em (HEISENBERG, 1987)

Para Astolfi e Develay (2014), essas duas correntes de pensamento tornaram-se obstáculos epistemológicos e filosóficos ao ensino de ciências, porque geraram modelos fechados, que se supunha serem reais no pensamento ocidental. Enquanto Morin (2010) conclui que o nascimento de teorias extremamente simplificadoras se baseia na complexidade do conflito entre essas duas correntes de pensamento, além de imaginação e verificação.

Existe, no entanto, no pensamento oriental, o hábito de consumir e implementar os produtos do método ocidental, sem alterar seus princípios ou aceitar as consequências desse método. Um exemplo que ilustra o que foi formulado é uma expressão do poeta hindu Tagore, que definiu “a realidade a que a verdade se refere, seja de natureza científica, ética ou filosófica, como relativa, uma vez que o papel tem uma realidade, infinitamente diferente da realidade da literatura”. (PRIGOGINE, 1992, p. 44).

A TEORIA RELATIVA DO GALILEU À MECÂNICA RELATIVA DE EINSTEIN: SUCESSO SIMPLIFICADOR E CRISE PARADIGMA.

Quando Morin (2010) examina a história das ciências, ele aponta que os grandes fundadores da ciência moderna foram movidos por ideias místicas, por exemplo, de Kepler a Newton, que fundaram suas explorações da natureza convencidos de que “existiam leis por trás das confusões dos fenômenos e que o mundo era uma criação racional, harmoniosa”(p. 44). Para Kepler, de acordo com Santos (2010, p. 22), ele expressa “perdoai-me, mas estou feliz; se vos zangardes eu perseverarei; ... O meu livro pode esperar muitos séculos pelo seu leitor. Mas mesmo Deus teve de esperar seis mil anos por aqueles que pudessem contemplar seu trabalho”. No século XVII, o universo era considerado como tendo uma história muito curta devido à teoria criacionista imposta pela igreja.

Por outro lado, se as leis de Kepler são analisadas junto ao método hipotético-dedutivo de Galileu, infere-se como Newton cria o modelo gravitacional e as três leis da dinâmica fundamentados neles, pois estava convencido de que cada conceito pode ser representado por um símbolo matemático, e as inter-relações entre diferentes

conceitos são então representadas por equações matemáticas, onde esses símbolos aparecem. Para Heisenberg (1987, p. 73) “a descrição matemática do sistema assegura-lhe a inexistência de contradições”, além disso, esse método deu ao homem o poder de prever a natureza, tornando-o deus e senhor da res extensa. Era uma questão de tempo para a comunidade alfabetizada da época verificar o escopo das previsões do método e, portanto, seu grande sucesso.

Para Prigogine (1992), o primeiro defensor da visão newtoniana é Leibniz, e é Newton-Clarke quem afirma que cada ação produz um novo movimento, um movimento que não existia antes e que não pode ser entendido a partir da conservação da causa e efeito. Essas afirmações eram consistentes com a Lei de Causalidade de Kant, que afirmava que “toda vez que observamos um evento, temos que assumir que haja um evento precedente do qual o outro decorra de acordo com alguma regra” (HEISENBERG, 1987, p. 69). Conhecer e identificar essas ações nos permite entender por que as coisas se movem, a ponto de prever suas futuras posições no espaço e no tempo.

Autores como Prigogine (1992), Morin (2010) e Santos (2010) consideram que a evolução dos métodos matemáticos gradualmente levou a determinações cada vez mais precisas, tanto dos movimentos dos planetas quanto de suas interações mútuas, devido à inclusão de um maior número de variáveis no sistema, no entanto isso não se verificava, quando eram aplicadas a sistemas mecânicos complexos. No século XIX, a visão mecânica foi um pouco abandonada e uma forte interpretação dirigida por Hamilton, Lagrange, Clausius, Gibbs e Boltzmann foi reforçada, o que, com a ajuda dos conceitos de matemática probabilística e mecânica newtoniana, permitiu que as leis fundamentais da teoria do calor fossem interpretadas como leis estatísticas. No início do mesmo século, o físico Laplace expressou pela primeira vez o determinismo científico, que afirma que:

Se conhecemos as condições iniciais de um sistema sujeito a esta lei, ou seja, seu estado num instante qualquer, podemos calcular todos os estados seguintes, bem como todos os estados anteriores [...], passado e futuro desempenha o mesmo papel, posto que a lei é imóvel (GONZALEZ, 2008, p. 40).

Quando Prigogine é entrevistado por Delacampagne, diante da pergunta: Como a visão determinista da ciência clássica pode enfrentar o impacto do acaso? expressa: “Falar no determinismo é evocar o demônio de Laplace” (PRIGOGINE, 1995, p. 3). Sob essas mesmas considerações, Morin (2010) mostra o escopo e as limitações do determinismo: “um demônio ideal, imaginado por Laplace, poderia deduzir todo o estado presente ou futuro deste universo “ (p. 159). Também refletia sobre o que era a física clássica. “Assim, nosso universo não se alargou apenas desde Copérnico e Laplace: transformou-se em sua substância e seu ser” (ibidem., p. 149), um universo estático no qual apenas a ordem tem um lugar.

As contradições mais fortes surgiram no final do século XIX, quando as equações de Maxwell unificaram as leis da eletricidade e do magnetismo, porque não cumpriam o princípio da invariância Galileana “se as leis da mecânica são válidas num S.C. (Sistema de Coordenadas), então são também válidas para qualquer S.C. que se mova uniformemente em relação ao primeiro”(EINSTEIN e INFELD, 1986, p. 126). Porque ao ir de um S.C. para outro, as equações de Maxwell assumiram uma forma diferente, implicando leis da física diferentes.

De fato, as equações só poderiam ser válidas em um sistema de referência muito especial, e os físicos da época especularam que esse sistema não poderia ser outro que o espaço absoluto, conforme definido por Newton em seu trabalho principia publicado em 1687, que foi designado pelo éter. O éter é um meio elástico robusto que propaga as deformações das ondas eletromagnéticas, tão leves que poderiam penetrar nos corpos e não podiam ser vistas ou sentidas.

No entanto, essa explicação ainda não foi muito satisfatória, pois não explicou a ausência de ondas eletromagnéticas longitudinais. Em 1881 Michelson e, em seguida, em 1887 Michelson-Morley, tentou provar a existência do éter, mas seus resultados foram inconclusivos e, diante dessa recusa, surgiram várias teorias que respondiam aos dados obtidos no experimento (CASSINI y LEVINAS, 2005; DREWES y PALMA, 2006; LÓPEZ, 2011).

Entre os físicos que queriam responder estava o alemão Hendrick Lorentz, de acordo com Stachel (2004), que assume que o éter está completamente imóvel sem qualquer arraste, como o físico francês Hippolyte Fizeau havia proposto em 1851. Para o ano de 1904, Lorentz publica a teoria da contração espacial sofrida pelo braço do interferômetro devido ao vento de éter “as forças moleculares se transmitiam através do éter, assim como as forças elétricas e magnéticas, de forma que o movimento de translação no éter alterava a ação entre duas moléculas ou dois átomos” (GUERRA, REIS y BRAGA, 2010, p.577).

Ao mesmo tempo, mas de forma independente, o físico irlandês George FitzGerald interpretou os dados experimentais sobre a não detecção do “vento de éter”. Suas análises matemáticas e teóricas o levaram a concluir que o “vento de éter” não era detectável, porque o comprimento do interferômetro sofre alterações na direção em que ele teve movimento relativo em relação ao éter estacionário (LÓPEZ, 2011). Conclusões muito semelhantes às de Lorentz, é por isso que, atualmente, as transformações cinemáticas da mecânica relativística levam seu nome Lorentz-FitzGerald transformation.

Atualmente, considera-se que Einstein foi influenciado principalmente por Poincaré, Mach e Riemann para a formulação da Teoria Especial da Relatividade. O primeiro é um físico, matemático e filósofo francês que define o tempo local de Lorentz, da seguinte maneira: “é o tempo que os relógios em repouso em um referencial que se move pelo éter marcariam, se fossem sincronizados usando sinais

de luz, mas sem levar em consideração o movimento do referencial” (STACHEL, 2004, p. 6). O segundo é um físico e filósofo austríaco que, com seu positivismo radical, questiona o espaço absoluto definido por Newton “Ninguém é competente para pregar sobre movimentos absolutos; são pura construção mental que não podem ser produzidas na experiência” (GUERRERO, 2017, p. 16).

E o último foi Georg Riemann (1826-1866), matemático alemão que, em meados de 1854, indicou que o espaço é privado de características qualitativas para evitar representações intuitivas, e sua maior contribuição foi a introdução da medida da curvatura, chamada Riemann Metric (GUERRA, REIS y BRAGA, 2010).

Para Einstein, a tese de que ondas eletromagnéticas se moviam em éter em repouso absoluto traria uma assimetria nas causas e efeitos do eletromagnetismo, por esse motivo encontra mais sentido em reformular os postulados de Galileu do que alterar as equações de Maxwell. Essa reformulação trouxe como consequência que tempo e espaço não são absolutos. Os postulados podem ser descritos da seguinte maneira:

- I. A velocidade da luz no vácuo se observará igual em todos os S.C. que se movam a velocidade constante numa linha reta.
- II. Todas as leis físicas são idênticas em todos os S.C. que se movam a velocidade constante numa linha reta.

Pode-se observar que a evolução da Teoria Relativística de Galileu para a Mecânica Relativística de Einstein foi construída sob o mesmo paradigma simplificador (MORIN, 2010). Deve-se notar ainda que, no trabalho de Schöndinger (1997, p. 31), ele expressa: “a expectativa do físico clássico, longe de ser trivial, é errada” essa afirmação nos leva a investigar quais são os limites e insuficiências do paradigma simplificador. Para isso, Santos (2010) desenvolve as limitações do paradigma simplificador em quatro categorias:

1. A simultaneidade é relativa. Tempo e espaço não são mais absolutos.
2. Mecânica quântica. Heisenberg e Bohr demonstram que não é possível observar ou medir um objeto sem interferir nele.
3. O princípio da incompletude matemática de Gödel.
4. A teoria dissipativa e o princípio da ordem através das flutuações de Ilya Prigogine.

PENSAMENTO COMPLEXO E TRANSPOSIÇÃO DIDÁTICA: UMA ALTERNATIVA PARA SUPERAR AS LIMITAÇÕES NO ENSINO E NA APRENDIZAGEM DA MECÂNICA RELATIVISTA

Parece contraditório propor o pensamento complexo quando as teorias das ciências naturais nascem da simplificação do pensamento. Bem, isto pode ser justificado com o seguinte argumento: Hoje vivemos em um planeta interligado, onde eventos que ocorrem em um lugar remoto, impactam em questão de segundos para o outro lado do mundo, devido ao quão minúsculo é o nosso planeta em comparação com a velocidade com que as telecomunicações operam. Talvez no século XIX os efeitos que ecoaram no ser humano fossem apenas do ponto de vista natural ou biológico, mas hoje o impacto atinge o humano, e essas variáveis não podem ser excluídas pela educação.

É por isso que se propõe discutir o ensino e o aprendizado da Mecânica Relativista a partir do pensamento complexo, para resgatar um conjunto de variáveis (ontológicas) que têm sido descartadas no sistema didático. De acordo com Morin (2003, p.15) “Podemos dizer até que o conhecimento progride não tanto por sofisticação, formalização

e abstração, mas, principalmente, pela capacidade de contextualizar e englobar” fazendo inferências, o funcionamento das partes deve primeiro ser entendido (pensamento simplificador) e depois, contextualizado e ajustado ao modelo onde o fenômeno se desdobra, aceitando suas respectivas limitações e insuficiências do método.

No ensino e aprendizagem das ciências, é necessária uma mudança de fases, da geosfera (matéria inanimada) para a biosfera (vida biológica), deixando modelos inertes isolados e trazendo o conhecimento para um ecossistema vivo e, se possível, inteligente (noosfera). “Uma inteligência incapaz de perceber o contexto e o complexo planetário fica cega, inconsciente e irresponsável” (MORIN, 2003, p. 15).

As ciências naturais são ensinadas de tal forma que se concentram em problemas gerais que não permitem reflexão por parte do aprendiz, são apresentadas como um modelo que dá uma resposta exata. “O mundo das humanidades vê na ciência apenas um amontoado de saberes abstratos ou ameaçadores” (MORIN, 2003, p. 18). Observemos, no caso do estudo da Mecânica Relativista, os problemas cinemáticos mais simples causados pela dilatação do tempo e contração do comprimento, acabam se tornando meras situações imaginárias para o aluno, já que ele não consegue percebê-las no seu dia a dia. Entretanto, a Mecânica Relativista tem grande impacto no uso do Sistema de Posicionamento Global (GPS), imagens de Tv, sincronização entre relógios, na vida útil das partículas, campos magnéticos, a bomba atômica, entre outros, os quais poderiam ser trabalhados com os alunos.

O problema está latente nas salas de aula onde são apresentadas informações que buscam apenas o domínio de temas e não uma integração com todas as áreas do conhecimento e sobre a própria vida. É assim que, Ostermann (2005) explica que o professor de física orienta as aulas para um formalismo e uso exclusivo do aparelho matemático como se estes fossem os principais instrumentos nos cur-

sos de graduação e pós-graduação, acrescentando a isso, a solução de uma longa lista de problemas com os quais pretende desenvolver o campo dos aspectos operacionais nos alunos.

O fato de um aluno saber resolver um determinado número de exercícios de física não garante de forma alguma o sucesso que ele possa ter ao enfrentar problemas da mesma natureza em sua área profissional. De acordo com Morin (2003, p. 23) “No decorrer dos anos de aprendizagem, seria preciso valorizar, progressivamente, o diálogo entre o pensamento matemático e o desenvolvimento dos conhecimentos científicos, e, finalmente, os limites da formalização e da quantificação”. A ciência, simplificando o pensamento, insiste em atribuir uma medida a tudo o que se observa para associar uma equação matemática que elimine qualquer possibilidade de qualidade do fenômeno, distanciando-o da realidade do sujeito.

Quando a perspectiva simplificadora faz ciência há um processo de tentativa e erro, experimentação dedutiva e indutiva dependendo do fenômeno a ser explicado, este é traduzido e apresentado como lei à comunidade científica. Para Morin (2010, p.24) “Todo conhecimento constitui, ao mesmo tempo, uma tradução e uma reconstrução, a partir de sinais, signos, símbolos, sob a forma de representações, ideias, teorias, discursos.”. Entretanto, no ato de ensinar, o tempo planejado só permite apresentar os produtos alcançados pela ciência na forma de sinais e símbolos, pois reconstruir a ciência e sua história exigiria um número de horas maior do que as atribuídas.

As críticas feitas pelo professor de matemática Yves Chevallard (1946-) defende uma didática que abandona a “tirania das disciplinas”. Para ilustrar um exemplo, nos programas de estudo correspondentes aos Departamentos de Pedagogia “caso Venezuela”, propõe-se para qualquer carreira educacional um conjunto de disciplinas que visam “o estudo de uma didática geral” onde os alunos de diversas áreas do conhecimento se encontram no mesmo lugar e no mesmo tempo, para assisti-lo.

O ensino e a aprendizagem da física, ao contrário de outras ciências, segundo Pozo e Gómez (2009) devem desenvolver estratégias que vão do geral ao particular, ou seja, das estruturas gerais ao conhecimento específico. Enquanto, para outros autores como Gil (2013), eles limitam que os métodos a serem seguidos nas salas de aula devem ser, do mais simples ao mais complexo, do concreto ao abstrato, do particular ao geral. No entanto, abrem parênteses, para indicar que o caso da física deve ser com a mesma sequência metódica proposta por Pozo e Gómez.

Estas considerações mostram a complexidade que existe, quando os temas didáticos são abordados em um grupo heterogêneo, com benefícios referentes à interdisciplinaridade, transdisciplinaridade e pluriculturalidade de situações e experiências. Para isso, Chevallard (2018) recomenda trabalhar uma transposição didática⁶ para adaptar as contribuições que são elaboradas para uma disciplina específica; mas por sua transversalidade podem ser aplicadas nas diversas áreas do conhecimento.

A mecânica relativista mudou nossa concepção de conceber espaço e tempo que foram definidos e ensinados por quatro séculos como absolutos, essa mudança é considerada por Martins e Jesuina (2016) como um salto do racionalismo tradicional para um surracionalismo, baseado no epistemólogo francês Gaston Bachelard. Mas hoje, após cento e quinze anos do surgimento do TER, os futuros cientistas e professores continuam a ser treinados com a mesma ontologia do tempo, que nas palavras de Ostermann e Ricci (2002, 179) sintetiza: “os erros mais frequentes cometidos pelos professores que se referem à tendência de explicar ideias relativistas através de noções newtonianas”. De forma mais generalizada confirmam Berenguer e Selles (2000):

⁶ Conceito que se refere ao passo do conhecimento sábio ao conhecimento ensinado e sua respectiva distância que os separa, também pode ser aplicado de duas maneiras: 1) STRICTO SENSU -> transformação de um saber específico numa versão didática. 2) LATU SENSU -> quando a transformação das ideias matemáticas é analisada em relação a um contexto mais amplo.

o aprendizado ocorre através de uma sucessão de mudanças conceituais encadeadas (HEWSON E BEETH, 1995) que podem ocorrer, seja pelo deslocamento de alguns paradigmas por outros (transição da física aristotélica errônea para a newtoniana), seja pela inclusão das anteriores dentro das novas como casos particulares destas últimas (transição da física de Newton para a de Einstein) (p. 464)

A tendência de explicar modelos científicos usando o senso comum dos alunos ou apelar para o realismo ingênuo, definido por Bachelard (2000) como referência da intimidade psicológica da realidade, tem como consequência a construção de conceitos inadequados e uma interpretação de fenômenos cujos significados variam radicalmente de uma teoria relativista (Galileu-Newton) a uma mecânica relativista (Einstein-Planck-Minkowski). Mas isso não ocorre apenas por parte do professor, essas concepções alternativas são muitas vezes encontradas em livros didáticos de nível colegial e universitário. Premissa fortemente demonstrada nos trabalhos de (OSTERMANN e RICCI 2002, 2004; PÉREZ e SOLBES, 2003, 2006; AYALA, 2006; GUIASOLA, SOLBES, et al., 2007; GROCH e BEZERRA, 2009; JARDIM, OTOYA e OLIVEIRA, 2015).

É necessário considerar estes aspectos na formação de profissionais em Educação Científica porque o Saber Sábio (ver figura 4) que é consultado para treiná-los em Física Moderna (base fundamental da Química, Informática, Tecnologia, entre outros) não corresponde aos materiais e aos conhecimentos matemáticos dos alunos. Porque os experimentos e as fórmulas utilizadas têm um grau de abstração muito alto que é difícil de entender com o uso de ilustrações clássicas que, no final, provam que o espaço e o tempo ainda têm uma base newtoniana.

O ensino e aprendizagem das ciências no século XXI mostra, um amplo espectro epistemológico onde o professor ou profissional da área da Educação se move entre duas visões (Determinista ou Complexa) “que explicam, com grande precisão, o que é observável

e inobservável como os quarks” (CARUSO e SANTORO, 1994, p. 15). Portanto é preciso conhecer os limites e benefícios do ensino dos fenômenos sob uma ou outra perspectiva, aqui não se trata de discutir o simples (complicado) de um ou auto-eco-organizador⁷ do outro, como o francês Edgar Morin o chama; mas sim a capacidade de reconhecer um modelo e como ele representa o fenômeno com suas propriedades e características que dependem do número de variáveis a serem consideradas e do estado de equilíbrio ou não-equilíbrio.



Figura 4: Representação complexa do sistema didático e da transposição didática.
Fonte: produzido pelos autores

Morin (2003, p. 9, 20) afirma que “ A reforma do ensino deve levar à reforma do pensamento, e a reforma do pensamento deve levar à reforma do ensino”, reformar o pensamento é deixar de ver a ciência como uma soma de partes que compõem o todo, é usar a simplificação do pensamento e transformá-la em pensamento complexo. Algumas

⁷ Morin introduz o conceito de sistema auto-organizador para superar as limitações do paradoxo da organização viva de Schrödinger, que parece não obedecer ao segundo princípio da Termodinâmica; e o paradoxo de Von Neumann para a diferença entre a máquina viva (auto-organizadora) e a máquina de artefatos (simplesmente organizada). É por isso que o sistema auto-organizador tem sua própria individualidade ligada a relações muito ricas, embora dependentes, com o meio ambiente. Embora mais autônomo, ele é menos isolado. É preciso alimento, matéria / energia, mas também informação, ordem (Schrödinger). O ambiente de repente está dentro dele e ele desempenha um papel co-organizador.

pequenas mudanças nos valores do contorno trazem uma realidade muito diferente da esperada (Teoria do Caos), pois o controle é apenas uma ilusão do homem sobre as coisas que ele pensava ter dominado, assim é na sala de aula, uma coisa é o que é planejado e outra é o que é feito, pois em cada encontro devem ser consideradas todas aquelas mudanças que não estão prescritas no planejamento. As ciências têm mostrado que o mundo não é determinista ou simples como pensavam os diferentes defensores desse pensamento e que, no momento, continuam tentando refutar o que os experimentos produziram.

A capacidade de raciocínio da simplificação; produziu métodos que permitem criar modelos a partir de um fenômeno, criando uma imagem com símbolos e sinais de simples reconhecimento pelo sistema de ensino, dividindo assim; a imagem em um sistema que lhe é familiar e o desconhecido, como um ruído que pode ser descartável. Para Morin (2010, p. 14) “a inteligência que só sabe separar fragmenta o complexo do mundo em pedaços separados, fraciona os problemas, unidimensionaliza o multidimensional”.

Nesta transformação, é o momento em que o fenômeno é isolado das variáveis consideradas insignificantes e são atribuídos nomes às partes que, na perspectiva do observador, são possíveis de serem estudadas de forma conjunta. Enquanto aquelas partes que não podem ser compreendidas são tratadas como elementos que não afetam o sistema. Na mesma sequência lógica, Santos (2010, p. 28) expressa “conhecer significa dividir e classificar para depois poder determinar relações sistemáticas entre o que foi separado”.

Por outro lado, o pensamento complexo nos permite trabalhar não apenas com um conjunto de elementos que compõem um sistema, entendendo que cada elemento em si é outro sistema, mas também abre a possibilidade de integrar emergências, crises, caos, incertezas, contradições e tudo mais que a simplificação do pensamento nos incutiu como ruído, ignorância ou falta de precisão, são quatro premissas que Morin (2014) utiliza em sua tese:

- a. O todo é ao mesmo tempo mais e menos do que as suas partes;
- b. Devemos abandonar o termo “objeto” para sistemas, pois todos os objetos são sistemas e partes de sistemas;
- c. Sistema e organização são as duas faces de uma mesma realidade;
- d. Ecossistemas ilustram a auto-organização

Estou localizado no espaço, mas também há espaço dentro de mim, o volume espacial que eu ocupo. Sou um membro da sociedade, mas também tenho a sociedade “como um todo” dentro de mim, existindo como regras, cultura, etc., embora eu esteja na sociedade, a sociedade também está em mim. Eu vivo em um ecossistema, mas também há um ecossistema dentro de mim. Esses elementos formam uma “trindade”, cada um gerando os outros e sendo regenerado pelos outros. Desta forma, uma pessoa é um ciclo perpétuo e recorrente, e é somente a isso que a complexidade da humanidade pode ser reduzida. (MORIN, 2014, p. 17).

CONCLUSÕES

A cada dia que passa, o grau de acesso à informação aumenta, e novas tecnologias têm desempenhado um papel importante no seu desenvolvimento, mas o fato de uma pessoa ter acesso à informação não garante que ela produza conhecimento ou seja capaz de aprendê-lo. Por causa do comportamento, as pessoas tendem a memorizar a informação que lhes é dada, já que o sistema educacional tem recompensado e premiado alunos que são capazes de repetir o que o professor ditou em uma aula. Entretanto, para Morin (2003) a informação é a matéria prima, ela está sempre lá, o que é importante e valioso é como você a domina e integra.

Atingir uma competência ou alcançar os objetivos fundamentais da sala de aula são considerados suficientes para ser qualificado no Sistema Educacional, mas para Morin não só o domínio é importante, em seus trabalhos ele revela o essencial da integração da informação, pois ela é apresentada de forma simples (mutilada) e é responsabilidade do destinatário associá-la a todo o cosmos, “cada indivíduo constitui um cosmos em si mesmo” (MORIN, 2010, p. 50). Desde os primeiros registros da filosofia antiga, o homem se dedicou ao conhecimento do Cosmos (Pitágoras, Contos, Anaximandro, Anaxímedes, Parmênides, Heráclito), à medida que progredia na história, a filosofia focalizou-se no homem (Sócrates, Platão, Aristóteles) em sua ética, moral e política, depois de muitos séculos as Ciências Naturais voltaram a estudar o Cosmos.

Embora seja verdade que cada disciplina é caracterizada por seu método e objeto de estudo, também é verdade que a disciplina de aprendizagem compartilha representações sociais e culturais, que permeiam todas as disciplinas. Na educação, especificamente na educação científica, as ciências ontológicas ou (humanas) do espírito não podem ser ignoradas, pelo simples fato de se assumir, como fazem os cientistas das ciências naturais, que elas podem ser desprezíveis ou irrelevantes para o estudo, verificação e aplicação de temas como a Mecânica Relativista.

Este estudo analítico e hermenêutico conclui que a simplificação do pensamento tem um grande impacto na forma como histórias, conceitos, ilustrações e experimentos estão relacionados em livros didáticos e arquivos científicos populares, amplamente utilizados tanto no ensino médio como no ensino superior. Apresentar os limites da simplificação do pensamento para processos de ensino, especificamente na Mecânica Relativista, proporciona grandes desafios para o pensamento complexo e suas implicações para a formação de licenciados em Física.

Porque no pensamento complexo se conjuga o enredo hipotético de um mundo multidimensional, onde em nosso caso particular (Mecânica Relativista) trata-se de falar de um espaço-tempo que representa o cenário do ecossistema que o contém, e não um todo, como é descrito na Teoria Geral da Relatividade.

REFERÊNCIAS

ARÉVALO, D. F. V.; TERRAZZAN, E. A. Diferencias trascendentales entre matematización de la física y matematización para la enseñanza de la física. TED: *Tecné, Episteme y Didaxis*, Bogotá, v. 1, n. 38, p. 95-111, diciembre 2015. ISSN 2323-0126.

ASTOLFI, J.-P.; DEVELAY, M. *Didática das ciências*. Tradução de Magda Sé Fonseca. 2. ed. [S.l.]: Campinas: Papirus, 2014. 123 p.

AYALA, M. M. *Los análisis histórico-críticos y la recontextualización de saberes científicos*. Construyendo un nuevo espacio de posibilidades. *Pro-Posições*, Campinas (SP), v. 17, n. 1, p. 19-37, abril 2006.

BACHELARD, G. *La formación del espíritu científico*. Mexico: illustrated, 2000. 302 p.

BERENGUER, R. A. A.; SELLES, P. Enseñanza por cambio conceptual: de la Física Clásica a la Relatividad. *Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas*, Barcelona, v. 18, n. 3, p. 463-471, diciembre 2000.

BRENNAN, R. P. *Gigantes da física: uma história da física moderna através de oito biografias*. Tradução de Maria Luíza X. de A. Borges. Rio de Janeiro: Jorge Zahar, 1998. 288 p.

CARUSO, F.; SANTORO, A. *Do átomo grego a física das interações fundamentais*. Rio de Janeiro: AIAFEX, 1994. 301 p.

CASSINI, A.; LEVINAS, L. La reinterpretación radical del experimento de Michelson-Morley por la relatividad especial. *Revista scientiae studia*, v. 3, n. 4, 2005. Disponível em: <http://www.scientiaestudia.org.br/revista/cont_03_04.asp>.

CAYUL, E.; ARRIASSECQ, I. Implementación de una secuencia de enseñanza y aprendizaje para abordar la teoría especial de la relatividad en la escuela secundaria en el marco de la enseñanza para la comprensión. *Revista de*

Enseñanza de la Física, Córdoba, v. 26, n. Número Extra: Selección de Trabajos Presentados a SIEF, p. 53-64, agosto 2014.

CHEVALLARD, Y. La transposición didáctica Del saber sabio al saber enseñado, 2018. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/242760000_La_transposicion_didactica_Del_saber_sabio_al_saber_ensenado>.

DESCARTES, R. *Princípios da filosofia*. Tradução de Cotrim Ana e Burati Heloísa da Graça. 2. ed. São Paulo: Rideel, 2007. 288 p.

DREWES, A.; PALMA, H. Crítica al experimento crucial: Michelson y la hipótesis del éter (1887-1930). Algunas implicaciones para la enseñanza de la física (15/17 años). *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, v. 3, n. 3, 2006.

EINSTEIN, A.; INFELD, L. *La evolución de la física*. Barcelona: Salvat Editores, SA, 1986.

GADAMER, H.-G. *Verdade e método I: traços fundamentais de uma hermenêutica filosófica*. Tradução de Flávio Paulo Meurer. 15. ed. Petrópolis: Vozes, 2015. 631 p.

GALILEO, G. O ensaiador. In: GIORDANO, B.; GALILEU, G.; TOMMASO, C. Os Pensadores. Tradução de Barraco Helda; Deola Nestor e Lôbo Aristides. Segunda. ed. São Paulo: *Abril Cultural*, v. XII, 1978. Cap. 2.

GIL, A. *Didática do ensino superior*. São Paulo: Atlas, 2013. 304 p.

GONZALEZ, R. El fenómeno de la evolución de la ciencia en Ilya Prigogine y Eduardo Nicol. *Cinta moebio*, Santiago, n. 31, p. 38-52, marzo 2008. Disponível em: <https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0717-554X2008000100004&lng=es&554X2008000100004&lng=es&nrm=iso>. Acesso em: 24 enero 2018.

GROCH, T. M.; BEZERRA, A. G. *O Ensino de Relatividade Restrita e Geral* nos Livros didáticos do PNLEM 2009. XVII Simpósio Nacional de Ensino de Física, Vitória, p. 1-9, 2009.

GUERRA, A.; REIS, J. C.; BRAGA, M. A. B. Tempo, espaço e simultaneidade: uma questão para os ciêntistas, artistas, engenheiros e matemáticos nos séculos XIX. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, Florianópolis, v. 27, n. 3, p. 568-583, mar. 2010. Disponível em: <<https://periodicos.ufsc.br/index.php/fisica/article/view/17845>>. Acesso em: 25 jan. 2018.

GUERRERO, G. *Einstein: científico y filósofo*. Cali: Editorial Universidad el Valle, 2017. 411 p.

GUISASOLA, J. et al. Comprensión de los estudiantes de la teoría especial de la relatividad y diseño de una visita guiada a un museo de la ciencia. *Revista Eureka sobre enseñanza y divulgación de las ciencias*, Madrid, v. 4, n. 1, p. 2-20, 2007. ISSN 1697-011X. Disponível em: <<https://www.redalyc.org/pdf/920/92040102.pdf>>.

HEISENBERG, W. *Física e filosofia*. Tradução de Jorge Leal Ferreira. Segunda. ed. Brasília: UnB, 1987. 158 p.

JARDIM, W.; OTOYA, V. V.; OLIVEIRA, C. G. A teoria da relatividade restrita e os livros didáticos do Ensino Médio: Discordâncias sobre o conceito de massa. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, São Paulo, v. 37, n. 2, p. 2506-2506, 2015.

LÓPEZ, A. C. D. El experimento de Michelson y Morley: una propuesta didáctica para la enseñanza de la relatividad especial. *Revista Científica*, v. 1, n. 13, p. 127-132, 2011.

MARTINS, A. F.; JESUINA, L. D. A. O conceito de tempo entre estudantes de ensino fundamental e médio: uma análise à luz da epistemologia de Gaston Bachelard. *Investigações em ensino de ciências*, Porto Alegre, v. 10, n. 3, p. 299-336, dezembro 2016.

MORIN, E. *A cabeça bem-feita: repensar a reforma, reformar o pensamento*. Tradução de Jacobina Eloá. 8. ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2003. 128 p. ISBN 85-286-0764-X.

MORIN, E. *Ciência com consciência*. Tradução de Maria Alice Sampaio Dória Maria D. Alexandre. 13. ed. Rio de Janeiro: Bertrand, 2010. 344 p.

MORIN, E. Complex thinking for a complex world—About reductionism, disjunction and systemism. *Systema: Connecting matter, life, culture and technology*, v. 2, n. 1, p. 14-22, 2014. Disponível em: <<http://www.systema-journal.org/article/view/257>>. Acesso em: 08 dez. 2019.

MORIN, E.; CIURANA, E. R.; MOTTA, R. D. *Educar na era planetária: o Pensamento complexo como método de aprendizagem pelo erro e incerteza humana*. Tradução de Sandra Trabucco Valenzuela. [S.l.]: CORTEZ EDITORA, 2003. 111 p. ISBN 85-249-0937-4.

OSTERMANN, F. Conceitos de Física quântica na formação de professores: relato de uma experiência didática centrada no uso de experimentos virtuais. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, Florianópolis, v. 22, n. 1, p. 9-35, enero 2005. ISSN 2175-7941.

OSTERMANN, F.; RICCI, T. D. S. F. Relatividade restrita no ensino médio: contração de Lorentz-Fitzgerald e aparência visual de objetos relativísticos

em livros didáticos de Física. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, v. 19, n. 2, p. 176-190, 2002. Disponível em: <<https://periodicos.ufsc.br/index.php/fisica/article/viewFile/6620/6118>>. Acesso em: 13 fev. 2018.

OSTERMANN, F.; RICCI, T. D. S. F. Relatividade restrita no ensino médio: os conceitos de massa relativística e de equivalência massa-energia em livros didáticos de física. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, Florianópolis, v. 21, n. 1, p. 83-102, enero 2004. ISSN 2175-7941.

PÉREZ, H.; SOLBES, J. Algunos problemas en la enseñanza de la relatividad. *Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas*, v. 21, n. 1, p. 135-146, 2003.

PÉREZ, H.; SOLBES, J. Implicaciones de la evolución histórica de algunos conceptos en la enseñanza de la Relatividad. *Revista Eureka sobre enseñanza y divulgación de las ciencias*, v. 3, n. 3, p. 409-431, 01 jan. 2006. Disponível em: <<http://hdl.handle.net/10498/16154>>. Acesso em: 01 dez. 2017.

PÉREZ, H.; SOLBES, J. Una propuesta sobre enseñanza de la relatividad en el bachillerato como motivación para el aprendizaje de la física. *Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas*, v. 24, n. 2, p. 269-283, 2006.

POZO, J. I.; GÓMEZ, M. A Aprendizagem e o Ensino de Ciências: Do conhecimento cotidiano ao conhecimento científico. Tradução de Naila Freitas. 5. ed. Porto Alegre: Artmed, 2009. 296 p.

PRIGOGINE, I. *Entre o tempo e a eternidade*. Tradução de Roberto Leal Ferreira. São Paulo: Companhia das Letras, 1992. 226 p.

PRIGOGINE, I. Ciencia y azar: ILYA PRIGOGINE, entrevistado por Christian Delacampagne. *Zona Erógena*, Buenos Aires, 1995. Disponível em: <http://www.ugr.es/~pgomez/docencia/tc/documentos/Prigogine_ciencia-y-azar.htm>.

PRIGOGINE, I. CULTURA. La novela del universo, entrevista por Raczymsk, Christiane. *LA NACION*, 28 Enero 1998. Disponível em: <<https://www.lanacion.com.ar/cultura/la-novela-del-universo-nid213898>>.

SANTOS, B. *Um discurso sobre as ciências*. 16. ed. Porto: Afrontamento, 2010. ISBN 9789723601749.

SCHRODINGER, E. *O que é a vida? O aspecto físico da célula viva, mente e matéria, fragmentos autobiográficos*. Tradução de Jesus de Pauda Assis e Vera Yukie de Paula Assis. São Paulo: UNESP, 1997. 192 p.

STACHEL, J. 1905 e tudo o mais. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, v. 27, n. 1, p. 5 - 9, 2004.



15

Yohan Ramón Godoy Graterol
Manuel Antonio Villareal Uzcátegui

EL PENSAMIENTO COMPLEJO EN LA EDUCACIÓN SUPERIOR Y EL CONOCIMIENTO TRANSDISCIPLINAR: una aproximación fenomenológica

DOI: 10.31560/pimentacultural/2021.004.366-378

RESUMO:

El ensayo pretende posicionar una argumentación mediante una aproximación fenomenológica, de las transversalidades del pensamiento complejo en la educación superior basado en los aspectos teóricos de Morín. La fenomenología es un método que busca develar en un fenómeno la interacción que tiene el sujeto con su entorno más cercano, a través de la experiencia vivencial, la suspensión de las creencias y la interpretación para una comprensión de su realidad. Se ha tomado como objeto de estudio la complejidad que se presenta en las relaciones interdepartamentales del Núcleo Universitario “Rafael Rangel” de la Universidad de Los Andes en Trujillo. De las inferencias y el establecimiento argumentativo se espera que la separación de los saberes en la actualidad universitaria represente una paradoja de la subjetividad científica, puesto que no ayuda en absoluto a la concreción de un nuevo paradigma cognitivo.

PALABRAS-CLAVE: Cognición, Enfoque interdisciplinario, Enseñanza científica superior, comunidad científica.

INTRODUCCIÓN

Este ensayo tiene la intención explícita de proveer significativamente a los lectores, una aproximación fenomenológica concebida en la transdisciplinariedad de la ciencia y su desarrollo del pensamiento complejo en la educación superior. De este modo, se presenta una noción básica de los aspectos teóricos de Edgar Morín (1921) con respecto a la complejidad humana, develando así la interacción entre el individuo, la sociedad y la especie. Se debe reconocer que, para este ensayo, la transdisciplinariedad, según Nicolescu (2011) “es la comprensión del mundo actual, en el cual uno de los imperativos es la unidad del conocimiento” (p. 25).

La producción discursiva de la Ciencia se ha representado como un sistema complejo con aspectos éticos, morales y filosóficos, que han llevado a la educación superior ha impulsarse como paradigma emergente que atienda los asuntos académicos con la finalidad de redireccionar en un mismo punto los planes y proyectos ejecutados para la producción de un nuevo conocimiento que explique la realidad de los fenómenos desde una perspectiva social, natural, científica y exacta.

Para abrir camino a la diversidad del pensamiento, es necesario dirigir nuestra mirada hacia la construcción de un nuevo conocimiento crítico y creativo para encarar los nuevos desafíos de la sociedad del conocimiento y la tecnología del siglo XXI. Estamos ante la emancipación de las Nuevas Ciencias, donde la academia se acerca a cualquier ámbito sea social, política, artística, deportiva o científica que le proporcione las herramientas y que la academia también sea de divulgación de saberes, que se transfigura en un modelo de estrategias y cooperaciones entre científicos y humanistas. Así mismo lo deja establecido, González (2017) al declarar que:

La Revolución Científica de nuestro tiempo ha sido equiparada a la que ocurrió en tiempos de Newton. Hoy ya no podemos pensar sobre la naturaleza, la vida y la humanidad, sin tomar en cuenta los descubrimientos que se iniciaron con la cibernética, la epistemología genética, la computación, los sistemas autorregulados, adaptativos y autopoieticos, las ciencias de la comunicación, las ciencias de la organización, las del caos determinista, los atractores y los fractales.

EL PENSAMIENTO COMPLEJO SEGÚN MORÍN

En la actualidad, la educación se concibe como una totalidad compleja y a su vez organizada en acciones que se relacionan y trascienden en un espacio cultural y educativo que se puede entender solo a través de un nuevo pensamiento, una nueva forma de percibir la realidad del sujeto y su contexto. El pensador universalista francés Edgar Morín en su obra reconoce la unidad dentro de lo diverso y recíprocamente lo diverso dentro de la unidad. Según Estrada (2018), el pensamiento complejo “nos brinda la posibilidad de fortalecer un proceso de aprendizaje centrado en la articulación, la integración de contenidos y la reflexión interior, permitiéndonos realizar un análisis de lo que pensamos y la forma cómo pensamos” (p. 102).

Toda organización posee una estructura y funciona como un sistema capaz de generar un resultado específico. Según Morín (1996), un sistema u organización tiene la virtud de: “situarse en un nivel transdisciplinario que permite concebir, al mismo tiempo, tanto la unidad como la diferenciación de las ciencias” (p. 23). En las fronteras de las Ciencias, tanto científicos como humanistas han coincidido en los bordes de dichas fronteras para estudiar y analizar los sistemas que componen ciertos individuos en una sociedad, sean estos biológicos, matemáticos, sociales con el propósito de encontrar un patrón común en su comportamiento.

Los sistemas complejos como una organización educativa que tiene una serie de elementos interrelacionados como el currículo, la planificación, la evaluación, la administración, entre otros, aunque tiene sus individualidades y particularidades, ellas se vinculan en todo para proveer a la sociedad ciudadanos preparados para servir a una comunidad con sus conocimientos. Sin embargo, hay que tener sumo cuidado, cuando estos sistemas según Morín (1999) “operan la disyunción entre las humanidades y las ciencias y la separación de las ciencias en disciplinas hiper-especializadas concentradas en sí mismas” (p. 20).

DESCRIPCIÓN DEL PENSAMIENTO COMPLEJO DE LA EDUCACIÓN SUPERIOR

Las prácticas educativas a nivel superior recogen un sinfín de conocimiento que se entrelaza y combinan para que el sujeto se apropie de un saber que le permitirá abordar soluciones en un aspecto profesional de su vida. Es en la universalidad del conocimiento que se puede concebir el pensamiento complejo, porque es a través de ella que el sujeto se comunica con su realidad y así devela lo que ocurre realmente en su entorno.

En las universidades se debate si la ciencia, las humanidades, las artes, tienen la justificación en la inteligibilidad de la realidad comprendida desde una mirada de la realidad. Dentro de la complejidad y divergencia se puede generar soluciones diversas para un problema que tiene su explicación a través de los diferentes saberes. Según Santos (2000) educar es estos tiempos, “es procurar que los estudiantes vayan alcanzando una visión holística de la realidad, y para ello habrá que ofrecerles, naturalmente, los medios cognitivos, afectivos y conductuales que implica esa visión global y compleja.” (p. 136).

La realidad ha sido objeto de estudio de muchas disciplinas, de un abordaje exclusivo que incluye referentes y teorías, que no han logrado descifrar sus enigmas. Esto ocurre, porque la realidad de algún modo se debe comprender desde las múltiples interacciones que la caracteriza. Y es ahí, donde todas las fuerzas cognoscentes de cada disciplina, deben sumar estrategias para crear un plan de acción educativa integral. Así mismo, lo deja claro, Santos (2000) que:

El enfoque holístico considera cada elemento de un campo como un evento que refleja y contiene todas las dimensiones del campo (la expresividad metafórica del holograma es bien elocuente). Se trata, en definitiva, de que el todo y cada una de sus sinergias se encuentran estrechamente ligadas en un marco de constantes y paradójicas interacciones. Si algo tenemos por bastante seguro es que contamos con propositividad y unidad. (p. 135)

EL MODELO TRANSDISCIPLINAR Y EL PENSAMIENTO COMPLEJO COMO GENERADORES DE NUEVO CONOCIMIENTO

En las instituciones educativas de nivel superior, están cada día inmersa en las investigaciones científicas, aportando nuevo conocimiento. Cuando las disciplinas se unen para abordar un problema, estas aportan lo necesario para esclarecer y ofrecer una solución desde su perspectiva cognitiva. En algún momento de la investigación cada disciplina debe ser flexible ante la cognición necesaria para el estudio, porque según Pérez (2019), el papel esencial de la flexibilidad cognitiva:

Es uno de los aspectos principales del proceso de toma de decisiones estratégicas gerenciales, ya que nos ofrece la posibilidad de variar de estrategia en un determinado curso de acción cuando los resultados obtenidos se desvían de nuestro

objetivo, captando diferentes perspectivas de una misma realidad y descubrir múltiples matices de un mismo problema. Una mente flexible nos permite percibir la realidad en términos de oportunidades y responder creativamente. (p. 152)

En el proceso transdisciplinar de una unidad de investigación es necesario romper con algunos paradigmas, puesto que existen modelos educativos donde su currículo tiene separados a las disciplinas, cada una apuntando en direcciones opuestas. Otro problema ha sido la implementación de un método, si es cualitativo o cuantitativo, y entonces se crea una barrera porque no adoptan una o la otra, sabiendo que hoy día se ha hecho uso de métodos mixtos para investigaciones que integran a las ciencias sociales y exactas. Según Estrada y Escobar (2019), “este proceso implica un cambio en la forma de observar y resolver los problemas, proporciona la capacidad de implementar varias soluciones las cuales son adaptativas dependiendo a la realidad que se está enfrentando” (p. 205).

Dentro de la realidad educativa existe un escepticismo en aceptar los saberes de otras disciplinas. La realidad no puede estudiarse no solo a través de una disciplina o a través de una sola metodología. Se debe aceptar lo que otros han descubierto y aportado para la solución de un problema, llevando al investigador abordar desde un pensamiento complejo las múltiples y renovadas situaciones o nexos de la realidad. Según Peñuela (2005) “La generación de nuevo conocimiento es el indicador que puede servir de aproximación a la comprensión de su dinámica, de su aplicación práctica y pertinencia para el desarrollo de la ciencia y su comunidad científica” (p. 42).

APROXIMACIONES DE LA FENOMENOLOGÍA DE LA COMPLEJIDAD

La fenomenología es un método que busca develar en un fenómeno la interacción que tiene el sujeto con su entorno más cercano, a través de la experiencia vivencial, la suspensión de las creencias y su interpretación para una comprensión de su realidad. Para este ensayo se ha tomado como objeto de estudio la complejidad que se presenta en las relaciones interdepartamentales del Núcleo Universitario “Rafael Rangel”. Como referencia se ha tomado un trabajo especial de grado titulado “Factores sinérgicos en el rendimiento académico de análisis matemático del plan 95, de la licenciatura en educación mención física y matemática de la ULA – NURR” de Jelasnia Álvarez y Yusbels Calderón (2019).

Este trabajo surge de la necesidad de encarar un problema que se ha intensificado desde el momento que el departamento de Física y Matemática se fusionan para compartir de forma disciplinar un currículo que aborde la enseñanza de la física soportada por una herramienta muy eficaz como la matemática. Ese objetivo que solo se plasmó en un documento, no se ha materializado, puesto que la mayoría de los docentes de matemática enseñan desde una perspectiva conductista, donde el conocimiento que ellos imparten se direcciona hacia una formación de matemáticas duras, olvidándose que su currículo pertenece a una mención de educación colegiada con la física.

En el estudio anteriormente citado, las autoras lograron recoger una serie de resultados obtenidos a través de las aplicaciones de la fenomenología, donde exponen que: “los profesores realizan muy poca, o casi nada de investigaciones en la enseñanza de las matemáticas, lo que resulta de suma importancia para poder mejorar las practicas pedagógicas matemáticas” (p. 120). Este hecho, se puede comprobar

con la experiencia de muchos estudiantes, quienes para ese tiempo cursaban la asignatura de Análisis Matemático o Álgebra, de las que se tenía de gran estima y respeto para la carrera en cuestión, haciendo de las demás poco importantes.

Era tanta la soberbia por impartir dichas asignaturas, que los docentes al darse cuenta que sus evaluaciones coincidían con otra asignatura, fuesen estas pedagógica o del área de física, les decía a sus estudiantes que dejaran de asistir o de estudiar las demás asignaturas y se enfocaran por las que ellos impartían porque eran “más importantes y difíciles”.

Esta arrogancia y despectiva por parte de los docentes de Matemática, ha llevado lo que se denomina el reduccionismo. Según Ibáñez (1991) en su libro El regreso del sujeto, expone el problema del reduccionismo, cuando expresa que:

Un físico es un trozo de materia que investiga la materia. Un biólogo es un trozo de vida que investiga la vida. Un sociólogo es un trozo de sociedad que estudia la sociedad. Todos son espejos que el universo se pone en su centro (p. 13).

De algún modo, se ha visto poco fructífera y provechosa para la carrera de educación la interdisciplinariedad. Puesto que no se ponen de acuerdo para abordar las dificultades que presentan los estudiantes para estudiar dicha carrera; en el hecho, de coincidir en las necesidades cognitivas de los estudiantes para entender la física con los métodos matemáticos necesarios para la resolución de problemas. Esto hace que se convierta en un fenómeno complejo del sistema educativo universitario, y que el conocimiento sea parcelado por un grupo de profesores de matemática, asegurando que con sus conocimientos solo bastan para entender y comprender la realidad el mundo.

¿Qué se puede proponer como una posible solución a este fenómeno complejo que se ha desarrollado en la ULA-NURR? Primero, se pretende dar un giro fenomenológico donde se beneficie de las bondades que prestan las dos áreas del departamento de Física y Matemática. Según Álvarez y Calderón (2019), recomienda a los docentes de matemática que: “realicen diferentes tipos de investigaciones que vayan encaminadas a cómo mejorar la enseñanza y que les den el justo valor que éstas tienen” (p. 123). Con esto se busca que los docentes de matemática se acerquen a la pedagogía y la adopten como aliada para que sus estrategias mejoren a la hora de enseñar matemáticas. También las autoras recomiendan que “se pueda implementar en el programa la Matemática IV, considerando que la carrera hace referencia a dos menciones y Matemática IV permite comprender algunos tópicos de Física” (p. 123).

Ante el pensamiento complejo es preciso dar un nuevo enfoque para que las partes puedan convivir y cohesionar para un mejor rendimiento de sus funciones. En el caso del departamento de física y matemáticas, se pretende que los docentes de matemáticas sean más flexibles y abiertos al conocimiento, y puedan reformular su manera de hacer llegar los saberes, tomando en cuenta las ideas previas de sus estudiantes. Los docentes de matemática deben aceptar que estamos ante un cambio permanente de la multidimensionalidad de los fenómenos sociales y científicos, donde la ciencia trasciende los hechos. Según Estrada (2019) “es necesario evolucionar o trascender en la manera de educar, apegándonos a las nuevas realidades existentes, creando nuevas vías para generar conocimiento, y cuyo conocimiento deberá ser sistémico y transdisciplina” (p. 201).

Hace varias décadas la tecnología ha revolucionado el mundo con sus avances modificando las relaciones de las personas y las Ciencias, haciendo de la tecnología algo cotidiano para el ser humano desde la escuela, el trabajo, el hogar, entre otros. Igualmente ocurre

con el área de Computación, asociada al Departamento de Física y Matemática, que desde una dimensión transversal debería facilitar medios tecnológicos y digitales para la actualización y desarrollo de conocimientos metodológicos que sirvan a la aplicación de la matemática y simulación de fenómenos físicos.

CONSIDERACIONES FINALES

Actualmente, la educación venezolana ha intentado a través del Ministerio del Poder Popular para la Educación (MPPE, 2015) en promover una acción pedagógica integral, permitiendo que los estudiantes construyesen desde su visión holística, estructuras cognitivas a partir de la interdisciplinariedad. Ese intento no duró mucho tiempo, cuando el MPPE en una resolución instó a los docentes a integrarse por áreas de aprendizaje donde la Física, Química y Biología (Ciencias Naturales) se cohesionarán para la integración del conocimiento científico, y así lograr que los estudiantes pudiesen abstraer situaciones reales de su entorno, y las abordara desde un punto de vista pluridimensional.

Si observamos que la Educación Media General desde el despacho, ha percibido e intentando dar una salida a esta situación compleja de la educación. También la universidad debe actuar y proveer herramientas a los futuros docentes para que desarrollen y apliquen técnicas, estrategias que les suministren de resultados satisfactorios. Personalmente, he presenciado como en la universidad en la carrera de Educación Mención Física y Matemática, los docentes no interactúan para integrar las áreas de aprendizaje y permitir que el estudiante de forma pluriversal logre abordar la realidad de sus pensamientos y acciones. Los docentes de Matemáticas no se esforzaban en investigar en el área de la enseñanza, haciendo más complejo el currículo, el cual parcela el saber matemático.

Hasta ahora, se puede inferir que la separación de los saberes en la actualidad universitaria representa una paradoja de la subjetividad científica, puesto que no ayuda en absoluto a la concreción de la realidad o para la construcción de un nuevo paradigma cognitivo. Es por ello, que se invita a romper con el esquema de fragmentación de las disciplinas científicas a través de un modelo de interacción que ayude a explicar nuestro mundo fenoménico. Lo ideal es conjugar los aspectos tecnológicos, científicos y pedagógicos para un aprendizaje optimo y completo de los estudiantes en la carrera de Física y Matemática; donde la universidad le garantice a través de un currículo flexible, sistémico y abierto a las necesidades de los estudiantes como también a los avances tecnológicos y descubrimientos de la Ciencia.

REFERÊNCIAS

ÁLVAREZ J. y YUSBELIS C. *Factores sinérgicos en el rendimiento académico de análisis matemático del Plan 95, de la Licenciatura en Educación mención Física y Matemática de la ULA-NURR*. Trabajo de grado para optar a MSc. Universidad de Los Andes, Trujillo- Venezuela. 2019.

ESTRADA A. (2018, marzo). Pensamiento complejo y desarrollo de competencias transdisciplinarias en la formación profesional. *Revista arbitrada del Centro de investigación y estudios gerenciales*, 98-108. Recuperado de [http://www.grupocieg.org/archivos_revista/Ed.%2031\(98-108\)%20Alex%20Estrada_articulo_id361.pdf](http://www.grupocieg.org/archivos_revista/Ed.%2031(98-108)%20Alex%20Estrada_articulo_id361.pdf)

ESTRADA, A. y ESCOBAR, Jesús (2019, abril). *La investigación formativa desde la transdisciplinariedad, para la reforma del pensamiento dentro de la formación profesional*. Uniandes Episteme, 194-216. Recuperado de <http://45.238.216.13/ojs/index.php/EPISTEME/article/viewFile/1288/648>

GONZÁLEZ, P. (2017). *Las nuevas ciencias y las humanidades: de la academia a la política*. 1era Edición. Buenos Aires: CLACSO

IBÁÑEZ, J. (1991). *El regreso del sujeto*. Madrid: Siglo XXI.

Nicolescu B. (2013). La necesidad de la transdisciplinariedad en la educación superior. *Transpasando Fronteras*, (3), 23-30. Recuperado de <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/4947784.pdf>

Morín E. (1999). *Los siete saberes necesarios a la educación del futuro*. Francia: UNESCO

Morín E. (1996). *Introducción al pensamiento complejo*. Francia: Gedisa.

MPPE (2015). *Proceso de Cambio Curricular en Educación Media*. Caracas.

PÉREZ, M. (2019). Hermenéutica de la Flexibilidad Cognitiva de las Decisiones Estratégicas Empresariales desde la Transcomplejidad. *Revista Scientific*, 4(11), 138-155. <https://doi.org/10.29394/Scientific.issn.2542-2987.2019.4.11.7.138-155>.

PEÑUELA, A. (2005, junio). La transdisciplinariedad más allá de los conceptos, la dialéctica. *Revista Andamios*. 43-77. Recuperado de http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1870-00632005000300003

SANTOS M. (2000). El pensamiento complejo y la pedagogía: Bases para una teoría holística de la educación. *Revista Ensayos*, (26), 133-148. <http://dx.doi.org/10.4067/S0718-07052000000100011>.



16

Hebert Elías Lobo Sosa

Juan Carlos Terán Briceño

Jesús Ramón Briceño Barrios (*in memoriam*)

Manuel Antonio Villarreal Uzcátegui

Rafaele Rodrigues de Araujo

APRENDENDO FÍSICA A PARTIR DA COMPLEXIDADE

DOI: 10.31560/pimentacultural/2021.004.379-456

RESUMO:

A aprendizagem da Física como objeto de estudo, apresenta diversos aspectos a serem revistos e discutidos. Os conteúdos, métodos e recursos são questionados, uma vez que os resultados mostram uma baixa compreensão dos fenômenos e pouca transferência para contextos diferenciados, produto de aprendizagem mecânica baseada na repetição e memorização de conceitos e problemas. Propomos uma revisão da forma tradicional como o conteúdo é apresentado no Ensino Médio para garantir uma discussão atualizada e contextualizada da visão oferecida pela física sobre o universo e os fenômenos que nele ocorrem, a partir da visão ontológica de complexidade de Morin. Isso permite introduzir uma imagem do mundo que envolve o aluno nas teorias clássica e moderna da física (pelo menos no nível conceitual), adicionando um conjunto de detalhes que são silenciados nos modelos simplificados da física clássica.

PALAVRAS-CHAVE: Educação em ciências, Aprendizagem, Ensino médio, Física, Complexidade.

INTRODUÇÃO

Atualmente, o ensino de física se caracteriza por focar a formação de estudantes na resolução mecânica de exercícios descontextualizados, com pouca ou nenhuma reflexão sobre a formação dos modelos físicos como abstração da realidade, e uma visão determinista e ultra simplificada dela.

A utilização do livro didático como guia para o ensino do conteúdo, a ausência de espaços e equipamentos para experimentação, o uso excessivo das aulas tipo palestras (com giz e quadro-negro ou com projeção de slides) na prática docente e as oportunidades limitadas dos alunos para dialogar, discutir, pensar e questionar, são complementados por um modo arcaico e tradicional de conceber o processo de transposição do conhecimento científico para a sala de aula.

A Física, está presente no currículo escolar e é disciplina de fundamental importância, ela faz parte no Ensino Fundamental e Médio, na maioria dos países que apresentam seu currículo integrado, da área de Ciências da Natureza e suas Tecnologias. No Brasil, a Física é contemplada pelos PCNs com uma abordagem histórica e tradicional, a Física é dividida em duas partes, Física clássica e Física moderna, explanando e percorrendo as principais obras e descobertas em estrita ordem cronológica.

Desta forma as descobertas inovadoras e mais recentes ficam sempre para o fim do curso e, na maioria dos casos, os professores nem mesmo conseguem terminar com os tópicos de Física até o século XIX, muito menos abordar as teorias da Física moderna e contemporânea, dos séculos XX e XXI. A aprendizagem da Física assume-se como um processo cumulativo, bancário e cronologicamente ligado às descobertas nesse campo da ciência.

O Ensino de Física, num certo sentido, tem contribuído muito pouco para a compreensão do mundo contemporâneo visto que os professores continuam a “professar” os conhecimentos do século XIX (GROCH; BEZERRA, 2009).

E de tal modo é assim que é possível dizer que em termos científicos vivemos ainda no século XIX e que o século XX ainda não começou, nem talvez comece antes de terminar (SANTOS, 2010, p.14)

Os alunos acabam “aprendendo” mais sobre os fenômenos da Física quântica, nuclear ou relativística, em filmes ou seriados de ficção científica, gerando preconceitos e ficando com um conjunto de perguntas e contradições sem uma resposta determinada. Essa situação se soma às dificuldades de compreensão dos princípios e leis da Física clássica, transpostos nos livros escolares e reconstruídos nas salas de aula com explicações e exemplos baseados em modelos hiper simplificados da realidade, “na hiper simplificação que não deixa ver a complexidade do real” (MORIN, 2011, p. 15) que acabam criando no aluno a impressão de que a Física é uma disciplina complicada e incompreensível, e que para superá-la é necessário memorizar conceitos e leis, bem como aplicar fórmulas substituindo mecanicamente os valores indicados nos problemas, que na maioria das casos, são descontextualizados e estranhos à sua realidade.

Além do referido acima, os métodos e estratégias de aprendizagem também continuam ligados às práticas tradicionais. O giz e o quadro continuam a ser os principais recursos do professor. A formação destina-se à aplicação de fórmulas para a resolução de problemas. Faltam ferramentas que levem o aluno a entender a relação entre o que o professor ensina em sala de aula e os fenômenos que ocorrem no cotidiano. As práticas de laboratório são apenas ensaios para repetir sequências, uma e outra vez, de experiências que nem sempre geram compreensão e conhecimento. Além disso, Coelho *et al.*, citando Lemos, comentam que os laboratórios, em muitos casos, nem mesmo são usados:

A pesquisa de abril de 2009, realizada pelo jornal Folha de S. Paulo com diretores de escolas em nove estados para avaliar a utilização dos laboratórios, revelou que a maioria relata subutilização de equipamentos, seja por falta de conhecimento técnico do professor para orientar alunos, seja porque as máquinas estão danificadas ou são insuficientes. Até professores com pós-graduação se dizem despreparados para usar a informática no ensino (LEMONS *apud*. COELHO; COSTA; MATTAR, 2018, p. 1083)

Produzir uma mudança nos resultados de todo esse processo de ensino e de aprendizagem de Física requer um olhar diferente, uma abordagem menos simplificadora e reducionista da realidade, um discurso menos determinista na interpretação das leis físicas, um correlato precoce das ligações entre as teorias clássicas e modernas, em suma um aprendizado da física a partir da complexidade, para que o conhecimento dos fenômenos que abrangem todo o universo (ou universos) possa ser construído de forma mais adequada.

De todas essas dissertações surgem imediatamente algumas questões para orientar a análise necessária:

- Em que idade é apropriado que as crianças aprendam Física?
- Os alunos têm dificuldade em aprender a Física?
- Pode a Física moderna (relatividade, física quântica, física de partículas, física da complexidade) ser aprendida no Ensino Fundamental e Médio?
- Que conhecimento prévio (subsunçores) é necessário para aprender Física moderna?
- Por que compreender as teorias da Física moderna representa um choque para o “senso comum”?

- Os conteúdos problematizados com excessiva simplificação levam à formação de preconceitos e erros?
- Que teorias de aprendizagem e abordagens de ensino devem ser referenciais para sustentar uma prática pedagógica complexa?
- Quais metodologias e recursos pedagógicos favorecem o aprendizado da Física a partir de situações complexas?
- Qual é o papel das TICs neste processo de mudança?

REALIDADE E COMPLEXIDADE

A complexidade é uma condição inerente ao real, a tudo o que existe, independentemente de sua natureza (ontológica) ou de nossa percepção da realidade, paradigma que norteia a busca de conhecimento (o epistemológico) ou o método que usamos para apreendê-lo, independentemente da escala em que estamos interessados em descobrir suas particularidades.

Trata-se de reconhecer a existência de um entrelaçamento, de um tecido de interações, que se entrelaçam e conectam progressivamente todas as coisas no universo, de múltiplas maneiras, tangíveis e intangíveis, previsíveis e imprevisíveis, mensuráveis ou não. “A complexidade é efetivamente o tecido de acontecimentos, ações, interações, retroações, determinações, acasos, que constituem nosso mundo fenomênico” (MORIN, 2011, p. 13).

Essa compreensão complexa do mundo deve superar o dualismo inerente a todas as correntes filosóficas de Aristóteles a Descartes, porque as coisas podem e quase sempre são mais do que uma simples categoria binária. A realidade não se reduz a duas partes separadas. O dualismo responde a um pensamento binário, ou seja,

a um sistema de ideias ou pensamentos com dois valores, como a lógica em que os teoremas são válidos ou inválidos, a epistemologia em que as proposições são verdadeiras ou falsas e a ética, em que os indivíduos são bons ou maus e suas ações são certas ou erradas.

As propostas atuais sobre a complexidade começam em meados do século passado, com as obras sobre a teoria da informação de Shannon e Weaver (1975) ditado pela sua Teoria Matemática da Comunicação (TMC) proposta em 1949, a introdução também nesse ano do conceito e ideias associadas à cibernética por Wiener (1965; 1988), como uma filosofia geral de tecnologia, continuada entre outros por Ashby (1956) e a arquitetura de computadores de Princeton descrita em 1945 por John von Neumann, baseado nos trabalhos de Alan Turing (1936).

Weaver (1948), argumentou que a física newtoniana clássica teve muito sucesso no desenvolvimento de uma teoria da complexidade não organizada, enraizada nas leis do acaso e probabilidade e na segunda lei da termodinâmica. Em contraste, o problema mudou para a compreensão das complexidades organizadas, em que conceitos como os de 'totalidade', 'diretividade', 'teleologia' e 'diferenciação' são vitais e, por outro lado, estranhos à física usual. No entanto, eles são conceitos centrais nas ciências biológicas, comportamentais ou sociais; central para o estudo de organismos vivos ou grupos sociais.

Menção especial merece a Teoria Geral de Sistemas, proposta em 1937 pelo biólogo Ludwig von Bertalanffy (2010), através da qual estabelece as bases para explicar os aspectos de unidade que caracterizam um determinado sistema organizado de constituintes e que não podem resultar de uma simples consideração fragmentada deles. Deste ponto de vista, um sistema distingue-se de um simples conjunto de elementos que agem de forma independente, pela inter-relação dos elementos, que definem as propriedades

do todo que nenhuma das partes tem. Estas propriedades são destruídas quando o sistema é fragmentado, física ou teoricamente, em elementos isolados.

Segundo Bertalanffy (1977, p. 57), sistema é o “conjunto de unidades em inter-relações mútuas”. A partir daí, é que Morin define a organização de um sistema como “a disposição de relações entre componentes ou indivíduos que produz uma unidade complexa ou sistema, dotado de qualidades desconhecidas ao nível dos componentes ou indivíduos” (MORIN, 1977, p.101).

Se Wiener (1988) levou os conceitos cibernéticos de retroação e informação muito além dos campos da matemática e da tecnologia e generalizou-os nos domínios biológico e social, então Bertalanffy trouxe o conceito de sistema aberto da biologia para todas as outras áreas do conhecimento, tornando-se um modelo transdisciplinar. Seria uma disciplina que percorreria o resto das ciências para lidar com os princípios isomórficos que se dão entre elas, utilizando o formalismo do conceito de sistema.

[...] o estudo de sistemas, fenômenos e comportamentos que se caracterizam por sua complexidade crescente, corresponde exatamente àquela classe de situações em que uma pluralidade (multiplicidade ou diversidade; que é a marca distintiva da complexidade) não pode ser reduzida de qualquer forma a um momento anterior, a uma instância inferior, enfim, a uma multiplicidade mais elementar ou simples (MALDONADO; GÓMEZ, 2011, p. 72).

Duas abordagens diferentes inspiradas por essas ideias surgem e se desenvolvem. Por um lado, as chamadas ciências da complexidade (WALDROP, 1992) e, por outro, o pensamento complexo (MORIN, 2011). As primeiras lidam com problemas de muitas variáveis e fenômenos abordados a partir de uma perspectiva de complexidade: sistemas dinâmicos não lineares, a segunda levanta uma visão filosófica de ruptura com o modelo

cartesiano (simplificador, reducionista, disciplinar). Ambas, deixam para trás a aspiração determinística, o princípio de causalidade é substituído pelo conceito de emergência.

[...] introduzido pela primeira vez por G.H. Lewesen 1875 [que] serve para explicar todos os processos, relações e influências em que: i) não há conexão direta entre causa e efeito, e ii) o efeito é perfeitamente imprevisível e não corresponde, um a um, com os elementos contidos ou explicados pela causa, com os quais o efeito é maior ou qualitativamente diferente da (s) causa (s) (MALDONADO; GÓMEZ, 2011, p. 52).

Um ensaio interessante sobre as origens da complexidade escrito por R. Abraham (2011) coloca, como troncos da complexidade à Cibernética (CYB), a Teoria geral de sistemas (GST) e os Sistemas digitais (SD).

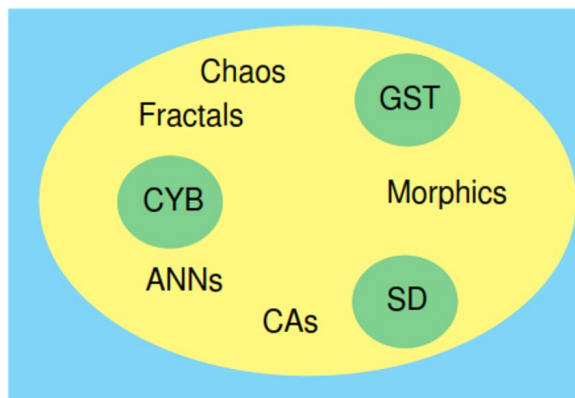


Figure 1. Os troncos e os ramos da complexidade.
Fonte: Abraham (2011, p.8)

Além disso, entre eles, os ramos emergentes são colocados, conforme ilustrado na figura 1, a Teoria do caos (*Chaos*), a Geometria fractal (*Fractals*), os Autômatos celulares (CAs), as Redes neurais artificiais (ANNs) e a Morfogênese (*Morphics*).

Para outros autores (MALDONADO; GÓMEZ; 2011) a primeira das ciências da complexidade seria a termodinâmica de não equilíbrio, desenvolvida por Prigogine (1977, 1980). Em sentido estrito, a termodinâmica clássica e a termodinâmica do não-equilíbrio são uma mesma ciência que compreende dois momentos: a clássica, que gira em torno da noção de equilíbrio e, portanto, subsequentemente, de morte, e a nova, cujo centro é de não-equilíbrio e, conseqüentemente, da vida. As outras Ciências da Complexidade são para ele: caos, fractais, catástrofes, redes, lógicas não clássicas.

[...] a complexidade tende a ser vista como uma extensão e um enriquecimento do pensamento científico. Esse enriquecimento reside no reconhecimento de uma nova classe de problemas desconhecidos e intratáveis pelo contexto científico moderno: irreversibilidade, não linearidade, emergência, auto-organização, sensibilidade às condições iniciais, indeterminação, entre outros (RODRÍGUEZ; RODRÍGUEZ, 2014, p. 120).

Na figura 2 se mostra um esquema das ciências da complexidade (e de seus vínculos) desenvolvidas nos últimos quarenta anos.

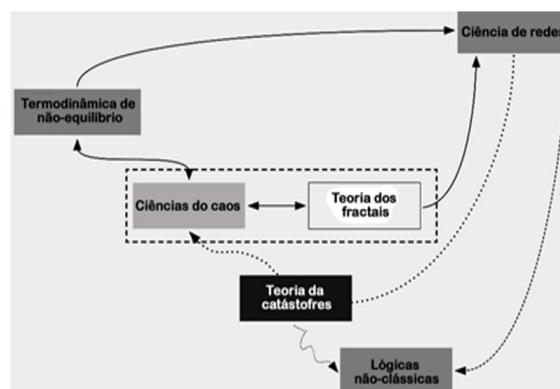


Figura 2: Estado atual da ciência da complexidade.
Fonte: Maldonado; Gómez (2011, p.86). Tradução do original em espanhol.

Mas também, a ideia de complexidade exigia que os cientistas reconhecessem a existência de variáveis e circunstâncias não mensuráveis pelos métodos tradicionais, mas necessárias para ter uma ideia mais completa e precisa da realidade. Uma ciência infalível, já foi questionada pelo Weaver:

Sim, a ciência é uma ferramenta poderosa e tem um histórico impressionante. Mas o humilde e sábio cientista não espera que a ciência possa fazer tudo. Ele lembra que a ciência ensina respeito pela competência especial e não acredita que toda emergência social, econômica ou política seria automaticamente dissolvida se “os cientistas” fossem colocados no controle. Ele não espera, com algumas exceções aberrantes, que a ciência forneça um código de moral ou uma base para a estética. Ele não espera que a ciência forneça o padrão para medir, nem o motor para controlar o amor do homem pela beleza e pela verdade, seu senso de valor ou suas convicções de fé. Existem partes ricas e essenciais da vida humana que são alógicas, que são imateriais e não quantitativas em caráter, e que não podem ser vistas ao microscópio, pesadas com a balança, nem captadas pelo microfone mais sensível (WEAVER, 1948).

É aqui que o pensamento complexo de Morin está enraizado; com uma visão crítica à inclinação da ciência em geral a dividir, reduzir e simplificar o estudo dos fenômenos naturais, humanos e sociais. Morin (1988, 1990), entretanto, afirma que complexidade não é o oposto do simples, mas sim a união de simplicidade e complexidade, daí a conveniência de combinar as duas perspectivas.

A abordagem do pensamento complexo aos fenômenos fundamenta-se nos princípios que levam o pensamento humano a ter conhecimento de uma realidade que, por ser complexa em qualquer nível de organização imaginável, exige processos lógicos, mas também dialógicos, recursivos, hologramáticos e multidimensionais.

O pensamento complexo é lógico, mas também está ciente do movimento irremediável do pensamento e da imaginação que vai além do horizonte lógico ... o pensamento complexo

não exclui a linearidade, mas a [...] inclui na visão e construção de modelos recursivos para o conhecimento da realidade [...] (MORIN et al., 2003, p. 73)

Segundo Maldonado, a proposta moriniana se reduz bastante a uma “hermenêutica”, uma “filosofia do sujeito” e, no limite, “uma filosofia da consciência”. Mais do que um método, o pensamento complexo consiste numa “atitude geral perante o mundo, a natureza, a vida, enfim, também perante o próprio conhecimento” (MALDONADO, 2001, p. 16).

Outros epígonos das Ciências da Complexidade, como Reynoso (2009), que, com base em argumentos epistemológicos, tem desqualificado toda a obra de Morin, apontando sua inconsistência em ideias como complexidade, ordem / desordem, sistema e do conceito de negantropia introduzido por Schroedinger (2015). Bem como, nas fragilidades epistemológicas e na falta de um modelo metodológico em sua obra *O Método* (MORIN, 1992, 1988, 1986, 1983) que possibilite a pesquisa científica.

Apenas no campo educacional ele reconhece algumas contribuições do pensador planetário: “Quanto a Morin, não tenho nada a objetar a seus trabalhos que estão em um registro pedagógico um tanto diferente, como *A Cabeça Bem-feita, Os sete saberes necessários para a educação no futuro ou outros semelhantes*” (REYNOSO, 2009, p. 4).

Segundo Rodríguez (2017) a polêmica entre os dois ramos da complexidade: o pensamento complexo de Edgar Morin (1990) e as ciências da complexidade (WALDROP, 1992) constitui um campo de confronto epistemológico e metodológico sobre como pensar e pesquisar a complexidade organizacional do mundo físico, biológico e antropológico, o seja, da realidade.

Este autor propõe construir pontes para a confluência das abordagens. Acredita que é possível: “desenvolver estrategicamente

as potencialidades da abordagem do pensamento complexo e das ciências da complexidade como um programa de pesquisa interdisciplinar de problemas complexos com implicações sociais e políticas” (RODRÍGUEZ, 2017, p. 3)

Os problemas emergentes da complexidade da sociedade contemporânea, entre os quais estão os educacionais, demanda um encontro da perspectiva do pensamento complexo sobre a confluência de saberes e os métodos emergentes das ciências da complexidade.

Transformar problemas complexos em situações mais desejáveis apresenta três grandes desafios para a humanidade. Primeiro, construa um conhecimento mais pertinente de problemas complexos (desafio epistêmico). Em segundo lugar, desenvolver ações estratégicas, de caráter coletivo e democrático, para transformar o estado atual de um problema complexo em um futuro melhor (desafio ético-político). Terceiro, pense sobre como pensamos sobre a complexidade dos problemas fundamentais da humanidade, o conhecimento que construímos e as decisões e estratégias de ação e intervenção na realidade (desafio metacognitivo e reflexivo) (RODRÍGUEZ, 2017, p. 3).

FÍSICA E COMPLEXIDADE

O método científico de Galileu a Descartes, de Maxwell a Einstein tem sido o caminho para as grandes descobertas da Física. Ninguém pode questionar os avanços na compreensão do funcionamento do universo, em todas as suas escalas, desde a estrutura do átomo até a existência de buracos negros. Outra coisa são as consequências de tais descobertas, algumas para o bem, outras para o mal da humanidade, da natureza e do planeta que habitamos.

Em sua base estão as quatro condições básicas estabelecidas pela filosofia cartesiana. Em primeiro lugar, não admitir como

verdadeiro algo que não seja conhecido como evidência de que é, ou seja, apenas admitir o que é apresentado de forma clara e diferente ao espírito. Em segundo lugar, dividir cada dificuldade em tantas partes quanto possível e em tantas quantas a sua melhor solução exigir. Terceiro, conduzir os pensamentos de maneira ordenada, isto é, começar com os objetos mais simples e fáceis de conhecer e avançar gradualmente até os mais complexos. Por fim, fazer contagens e verificações abrangentes de maneira tão geral que tenha certeza de que não omitiu nada (BATTISTI, 2010).

Assim foi construído todo o conhecimento do universo, condensado na Física Clássica, aliás, nesse movimento podemos acrescentar as obras de Einstein, sobre a relatividade especial. Partiu-se do pressuposto de que todos os processos implícitos nos fenômenos mecânicos, eletromagnéticos, ópticos e termodinâmicos respondiam a uma lógica determinística, bastava examinar até encontrar as relações, o sistema de equações, para deduzir os princípios que marcam o desenvolvimento do fenômeno. De tal forma que foi possível, não apenas explicar as mudanças de estado no presente, mas também prever as futuras¹.

No entanto, alguns fenômenos particulares exigiam explicações contrárias ao bom senso e contraditórias a algumas das ideias mais profundamente arraigadas. A descoberta de Planck, de que a energia tem uma estrutura discreta, descontínua revolucionou toda a física e mudou profundamente nossa visão do mundo.

Colocar em questão a continuidade, significa colocar em questão a causalidade local e abrir assim uma temível caixa de Pandora. Os fundadores da mecânica quântica- Planck, Bohr, Einstein, Pauli, Heisenberg, Dirac, Schrödinger, Born, de Broglie e alguns outros, que também tinham uma sólida cultura filosófica, estavam plenamente conscientes do desafio cultural e social de suas próprias descobertas. Por isto avançavam com grande prudência, enfrentando polêmicas acirradas. Porém, enquanto

cientistas, eles tiveram que se inclinar, não importando suas convicções religiosas ou filosóficas, diante das evidências experimentais e da autoconsistência teórica (NICOLESCU, p. 14)

A dualidade onda-partícula do elétron é explicada pelo princípio da incerteza de Heisenberg, juntamente com o princípio da complementaridade de Bohr, que em síntese, e de forma generalizada, indicam que não é possível observar (estudar / medir) um fenômeno sem perturbá-lo. Em outras palavras, a interpretação que a Teoria Quântica da matéria traz, substituiu a ideia de um universo regido pela causalidade. Assim, Heisenberg em vez disso propõe uma concepção probabilística da realidade natural.

No entanto, a mecânica quântica ainda é determinística. Uma função de onda determina as probabilidades de que a partícula chegue a diferentes posições e velocidades de forma que obedeça ao princípio da incerteza. (HAWKING, p. 121)

Por sua vez, ele também descartou a objetividade, aceitando em vez disso a ideia de que o conhecimento da realidade material depende em parte de nossa observação dela. Enquanto, outros cientistas importantes relutavam em perder a objetividade nessas descontinuidades ou saltos quânticos.

Schroedinger adota uma posição especial pelo fato de atribuir a condição de “realidade objetiva” não às partículas, mas às ondas, não aceitando ele interpretar as ondas como “ondas de probabilidade somente” ele procura negar por completo a existência de saltos quânticos de “descontinuidade” (HEISENBERG, 1987, p. 108-109)

Outras áreas onde Einstein trabalhou cedo, mas que foram obscurecidas por sua teoria da relatividade, e onde aparecem flutuações que só poderiam ser entendidas com o desenvolvimento de novas teorias e abordagens, têm relação com a termodinâmica.

A relação entre Einstein, termodinâmica e mecânica estatística recebeu relativamente pouca atenção em comparação com

suas contribuições para a relatividade e a física quântica. No entanto, a influência dessas especialidades é essencial em Einstein, não apenas em sua análise do movimento browniano, mas como método de estudo que conduziu à maioria de suas contribuições para a física quântica (JOU, 2007, p. 877).

Mas não é apenas nestes aspectos que a Física encontra problemas para o tratamento dos fenômenos que, devido ao seu comportamento errático, aleatório e complexo, geralmente associado à existência de inúmeras variáveis, também exigem novas abordagens e métodos. Conforme mencionado acima, são as condições emergentes que determinam esses sistemas.

Uma das ideias fundamentais da complexidade é a ideia de emergência. Na Física, existem vários exemplos de sistemas onde as propriedades emergentes são evidentes. Entre outros, supercondutividade e superfluidez são dois exemplos de propriedades emergentes em Física. Refira-se ainda que existe toda uma investigação de natureza fundamental, que visa investigar fenômenos complexos, onde em vez de recorrer ao reducionismo, que tem sido a ideia fundamental que tem regido a evolução da Física nos últimos anos, a propriedade fundamental é a emergência (SANJUÁN, 2007, p. 890).

Os desafios da Física se multiplicam ao abordar os inúmeros problemas que surgem de um universo complexo. As fronteiras da Física são ampliadas, como mostra a figura 3, adaptada de Sanjuán (2007), não tanto para os imensos e massivos fenômenos cosmológicos, nem para os extremamente pequenos, o mundo das partículas fundamentais, mas sim, a dimensão da complexidade está presente entre esses extremos, em uma grande zona intermediária, onde aparecem problemas que antes não pareciam ser do campo da física disciplinar.

Entre outras, podemos destacar: dinâmica neuronal e neurofísica, redes biológicas, transições de fase, fenômenos de equilíbrio, fenômenos de auto-organização, formação de padrões, sistemas

heterogêneos, dinâmica caótica, estruturas fractais, biologia sintética, a teoria de redes complexas e física do processamento da informação etc.



Figura 3. Diagrama das Fronteiras da Física levando em consideração as escalas. Entre as escalas do muito grande e do muito pequeno, está o mundo da complexidade. Fonte: Sanjuán (2007, p. 893). Tradução do original em inglês.

EDUCAÇÃO E COMPLEXIDADE

No campo das ciências da educação, poucas são os trabalhos relacionados a todo esse movimento das ciências da complexidade. A obra de Denis e Sumara (2006) e a compilação de vários autores editada por Mason (2008) podem ser citadas nessa perspectiva. Nesse campo, entretanto, é evidente a forte influência das ideias de Morin sobre complexidade e educação, especialmente na Europa e na América Latina. Essas ideias estão imersas em toda a sua obra, porém, se destacam: “Os Sete Saberes Necessários à Educação do Futuro” (MORIN, 2000) e “Educar na Era Planetária” (MORIN; CIURANA; MOTTA, 2003).

O primeiro desses livros foi escrito por solicitação da UNESCO, Edgar Morin se propôs a expressar suas ideias sobre problemas fundamentais para a educação do terceiro milênio. O resultado foi a produção de um admirável texto que propõe “sete saberes fundamentais que a educação do futuro deveria tentar em toda a sociedade e em toda cultura, sem exclusividade e rejeição, segundo modelos e regras próprias a cada sociedade e a cada cultura” (WERTHEIN; CUNHA, 2000).

Para Morin (2000) os sete saberes necessários são: A educação deve superar as cegueiras do conhecimento, desenvolver os princípios do conhecimento pertinente, ensinar a condição humana, ensinar a identidade terrena, ensinar princípios para enfrentar as incertezas, ensinar a compreensão, promover a ética do gênero humano.

O impacto dessas afirmações nas questões e reflexões sobre os problemas da educação só é comparável aos pilares do conhecimento, que foram caracterizados pelo Relatório Delors para a UNESCO (DELORS, 1998) como segue: *Aprender a Conhecer, Aprender a Fazer, Aprender a Viver Juntos e Aprender Ser*.

Para Morin (2000) a educação deve levar em conta que o papel do conhecimento é valorizar o meio ambiente e suas relações de forma integral e global, para que; somos capazes de identificar objetos e aprender com eles e seu lugar na natureza, e superar o esquema de memória, supostamente objetivo, mas que, por estar carregado em nosso inconsciente, que “[...] tende a selecionar as memórias que nós eles concordam e rejeitam, até mesmo para apagar, os desfavoráveis [...] para distorcer memórias por projeções ou confusão [...]” (MORIN, 2000, p. 6) acaba sendo pouco confiável e inconveniente.

A educação também deve considerar que “o desenvolvimento da inteligência é indissociável da afetividade, isto é, da curiosidade, da paixão, que por sua vez são competência da pesquisa filosófica ou científica” (ibid., p. 5), ideia que ele reforça em discurso dirigido aos jovens na Argentina:

Neste ponto sabemos que a afetividade não pode ser separada da inteligência, a falsa oposição inteligência-afetividade não pode ser continuada. É evidente que a afetividade, a raiva, também o ódio e o amor, podem nos tornar cegos, mas não há racionalidade sem essa afetividade, sem esse amor pelo saber, sem aquela paixão pela verdade. O afeto também mobiliza nossa curiosidade (MORIN, 1999).

Além disso, o educador deve dedicar parte do seu esforço à identificação das tendências e predisposições mentais (cérebro) dos aprendizes a seu cargo de acordo com a sua inteligência, o que provavelmente está relacionado com a teoria das inteligências múltiplas (GARDNER, 2001; 2010; ARMSTRONG, 1999).

A educação deve promover a aptidão natural da mente para formular e resolver questões essenciais e, correspondentemente, estimular o uso pleno da inteligência geral. Este máximo emprego exige o livre exercício da faculdade mais ampliada e viva da infância e da adolescência: a curiosidade, que, muitas vezes, se apaga com a instrução, quando se trata de estimulá-la ou, ao contrário, se ela está dormindo, para acordá-la (MORIN, 2000, p. 16).

Nessa nova concepção, a incerteza não é um problema a ser corrigido, mas a falta de certeza é considerada uma condição natural de todo conhecimento, então verdades absolutas não podem ser ensinadas ou aprendidas porque não existem. Para Morin: “[...] devem ser ensinados princípios de estratégias que permitam enfrentar os riscos, o inesperado, o incerto, e modificar o seu desenvolvimento em função das informações adquiridas ao longo do caminho. É preciso aprender a navegar em um oceano de incertezas por arquipélagos de certezas” (ibid. p. 46).

Morin afirma que a verdadeira racionalidade é aberta por natureza, dialoga com a realidade, opera entre a lógica e o empirismo, fruto de um debate entre ideias opostas, que reconhece a afetividade e conhece os limites da mente humana, não é apenas crítica, mas

também autocrítica. Essa racionalidade não é exclusiva de cientistas e técnicos, mas de todos os seres humanos.

A educação deve mostrar o destino individual e social de todos os humanos e nossas raízes como cidadãos de nosso planeta; a chamada Terra-Pátria (MORIN, 1993). Este será o núcleo essencial de formação do futuro, que deverá ter como objetivo dotar os alunos de competências para detectar e corrigir erros e ilusões de conhecimento e, ao mesmo tempo, ensiná-los a viver com as suas ideias e com os outros.

O físico teórico Basarab Nicolescu do Centro Nacional de Pesquisa Científica da França, em um trabalho sobre transdisciplinaridade, contemporâneo dos 7 saberes de Morin, comentando os pilares do conhecimento do Relatório Delors (1998), escreveu que:

Apesar da enorme diversidade dos sistemas educacionais de um país para outro, a mundialização dos desafios de nossa época leva à mundialização dos problemas da educação. Os diversos abalos que atravessam a área da educação num ou noutro país são apenas os sintomas de uma única e mesma fissura: o da desarmonia que existe entre os valores e as realidades de uma vida planetária em mutação. Embora não exista receita milagrosa, há um centro comum de questionamento que convém não ocultar se quisermos realmente viver em um mundo mais harmonioso (NICOLESCU, 2000, p. 54)

A educação do futuro deve estar voltada para a condição humana, para a construção de uma nova era planetária, deverá armar o pensamento para que saiba enfrentar a incerteza sem desespero, deverá ensinar a ética do entendimento, a arte da compreensão altruísta. mesmo aqueles que não entendem; por que finalmente devemos aprender que o progresso é possível, mas incerto e que para isso devemos transformar o sistema em um processo infinito de evolução.

Morin motiva os educadores a desenvolverem a atitude natural da inteligência humana, que nada mais é do que a localização da

informação em um sistema de inter-relações que lhe dá uma sensação de pertencimento ao todo, mas ao mesmo tempo revela a profundidade e proporção dos elementos componentes.

Sem dúvida, como já foi apontado, os processos de produção, transferência e apropriação do conhecimento devem de ser abordados e explicados de uma perspectiva multidimensional. A mistura de múltiplos elementos, interações e feedbacks indicam a presença de complexidade, em um sistema aberto com capacidade de auto-organização.

Como von Foerster (1994) e Maturana e Varela (2003) formularem, a cognição é moldada por uma correlação sensório-motora que nos humanos é efetuada por redes de interneurônios complexas e dinâmicas que acentuam o caráter não linear do conhecimento que necessariamente envolve a ação do sujeito.

A partir disso, seria necessário incorporar a *perspectiva dialógica* ao estudo dos fenômenos educacionais, das diferentes e antagônicas visões de mundo, dos processos implícitos e explícitos nas interações, do complexo diálogo entre equilíbrio e mudança, entre ordem e entropia. A visão dialógica também implica em destacar a importância do diálogo entre as disciplinas. Ao mesmo tempo, a dialógica nos leva a considerar tanto na atividade científica quanto nos processos que ocorrem na escola / universidade a simultaneidade entre racionalidade e afetividade, entre razão e sentimento.

Também será necessário incorporar a *perspectiva hologramática*, que destaca a importância para a educação de promover a conexão entre o global e o específico. “Isso envolve, por um lado, propor uma ciência que contextualize os fenômenos em estudo e que, sem isolá-los de seu ambiente, contemple sua especificidade [...]” (BONIL et al., 2004, p. 17).

Da mesma forma, a *perspectiva de ação* proposta pelo paradigma da complexidade para o ensino na escola / universidade implica que

se deve levar em conta a importância, por meio de um jogo de pensamento e ação, tanto da formulação de questões quanto da busca de respostas e contradições. Simultaneamente, o trabalho colaborativo em equipes (não em grupos) deve ser incentivado; argumentação, por meio de ensaios ou debates; a autonomia para a aprendizagem e sua autor-regulação (metacognição); e a relação com o meio ambiente, o meio eco-bio-social, como fonte de dados e contexto de ação.

Agora, para que servirá a educação em ciências a partir da complexidade? Um bom ponto de partida é o seguinte:

La educación no se realiza en el vacío, sino en el contexto sociocultural en el que se desarrolla. La educación puede entenderse como un elemento de reproducción social y cultural, transmisor de la cultura dominante, pero puede también concebirse como factor transformador de la sociedad (SANMARTÍ; PUJOL, 2002)

Assim, todo processo educacional hoje está imerso em um mundo no qual; a interação entre o ser humano e a natureza, entre diversas sociedades, civilizações ou culturas e entre “indivíduos” multiplicou-se de forma avassaladora dando origem ao que se costuma chamar de “mundo globalizado” que reflete dialogicamente uma crise profunda, bem como todos os seus componentes.

A missão da educação para a era planetária é fortalecer as condições de possibilidade da emergência de uma sociedade mundo composta por cidadãos protagonistas, consciente e criticamente comprometidos com a construção de uma civilização planetária (MORIN; CIURANA; MOTTA, 2003, p. 98).

Na busca epistemológica do “humano real” é necessário superar a tentação de certas tradições filosóficas e culturais de vocação simplista, reducionista e positivista, que vinculam, por associação, os problemas da educação, ensino / aprendizagem dos as ciências, por exemplo, aos métodos disciplinares dessas ciências, para os associar a uma “forma complexa de pensar”; que permite

conhecer o “mundo humano” articulando os fatores biofisiológicos, psicossociais, cultural-antropológicos e naturais-materiais.

A odisseia da humanidade permanece desconhecida, mas a missão da educação planetária não é parte da luta final, e sim da luta inicial pela defesa e pelo devir de nossas finalidades terrestres: a salvaguarda da humanidade e o prosseguimento da hominização (MORIN; CIURANA; MOTTA, 2003, p. 111).

FÍSICA MODERNA NO ENSINO MÉDIO

O Ensino Médio é a uma etapa da Educação Básica. No Brasil por exemplo, o ensino médio tem a duração de três anos e é pré-requisito para quem pretende cursar um curso no nível superior. Em outros países da América Latina, como Chile (três) anos, Argentina (dois ou três anos), Equador (três anos), Colômbia (dois anos), Venezuela (dois anos), além das diferenças na estrutura curricular ou o nome da etapa, os conteúdos disciplinares são muito similares.

Durante este período de formação são várias as disciplinas oferecidas aos alunos; incluindo Filosofia, Sociologia, Artes, História, Geografia, a Língua materna e uma ou duas Línguas estrangeiras, Educação Física, Matemática, Biologia, Química e Física. Estas três últimas disciplinas constituem a área do conhecimento das Ciências da Natureza e, geralmente, são avaliadas e credenciadas em conjunto, considerando que possuem algumas características comuns: procedimentos metodológicos, linguagem, modelagem, investigação sistemática da natureza e abordagem da tecnologia, porém, cada uma possui aspectos próprios e diferentes objetos de pesquisa que os diferenciam.

Isso leva a questionamentos por parte do professor: Como é feita a transposição? Que conhecimentos deverão ser ensinados? Até hoje a resposta se encontra principalmente nos livros didáticos e nos exames vestibulares, que

orientam os conteúdos escolares como se fossem as únicas alternativas. Muito frequentemente ensinam-se as respostas sem formular as perguntas! E há um aspecto para o qual os professores devem se voltar com especial atenção, relacionado com a característica fundamental da ciência: a sua dimensão investigativa, dificilmente trabalhada na escola nem solicitada nas provas vestibulares (MEC, 2006, p. 45)

No Brasil, as diretrizes curriculares mais recentes encontram-se na BNCC-Base Nacional Comum Curricular (BRASIL, 2019):

Na definição das competências específicas e habilidades da área de Ciências da Natureza e suas Tecnologias foram privilegiados conhecimentos conceituais considerando a continuidade à proposta do Ensino Fundamental, sua relevância no ensino de Física, Química e Biologia e sua adequação ao Ensino Médio. Dessa forma, a BNCC da área de Ciências da Natureza e suas Tecnologias propõe um aprofundamento nas temáticas Matéria e Energia, Vida e Evolução e Terra e Universo. Os conhecimentos conceituais associados a essas temáticas constituem uma base que permite aos estudantes investigar, analisar e discutir situações-problema que emergem de diferentes contextos socioculturais, além de compreender e interpretar leis, teorias e modelos, aplicando-os na resolução de problemas individuais, sociais e ambientais. Dessa forma, os estudantes podem reelaborar seus próprios saberes relativos a essas temáticas, bem como reconhecer as potencialidades e limitações das Ciências da Natureza e suas Tecnologias. (BRASIL, 2019, p. 548).

No BNCC (BRASIL, 2019, p. 554-560) são estabelecidas as competências específicas e habilidades, relacionadas com tais conteúdos conceituais, que os estudantes devem desenvolver na área de Ciências da Natureza e suas Tecnologias no Ensino Médio:

- Analisar fenômenos naturais e processos tecnológicos, com base nas interações e relações entre matéria e energia, para propor ações individuais e coletivas que aperfeiçoem processos

produtivos, minimizem impactos socioambientais e melhorem as condições de vida em âmbito local, regional e global.

- Analisar e utilizar interpretações sobre a dinâmica da Vida, da Terra e do Cosmos para elaborar argumentos, realizar previsões sobre o funcionamento e a evolução dos seres vivos e do Universo, e fundamentar e defender decisões éticas e responsáveis.

Ambas exigem uma abordagem das teorias da Física Moderna e Contemporânea nas salas de aula do ensino secundário. Um aprendizado apenas utilitário e bancário de Física nas escolas é inconveniente. Mostra-se apenas uma versão simplificada da nossa realidade imediata, reduzindo a compreensão do universo em nossas salas de aula aquela que a humanidade tinha no final do século XIX, com o argumento das dificuldades de compreensão dessas teorias devido à sua complexidade conceitual e à matemática avançada utilizada no seu desenvolvimento.

Uma revisão dos conteúdos nos programas de estudo, através dos textos escolares, do Brasil e de outros países latino-americanos (OYOLA; TOBAR, 2018; MEDEL, 2013; BRETT; SUÁREZ, 2017; MONCADA; SANHUEZA; VALDÉS, 2017; MUÑOZ, 2012; MOYANO, 2020; MARCHENA et al., 2014; LACUEVA et al., 2014; GASPAR, 2017; TORRES et al., 2016), utilizados como guia por alunos e professores deste nível de ensino, mostra que os conteúdos seguem uma apresentação cronológica rígida e simplificada dos principais acontecimentos científicos (conceituações, teorias, princípios e leis), a partir da Grécia antiga até o final do século XIX. Com dificuldade, ao final dos conteúdos do último ano são incluídas algumas temáticas da chamada Física Moderna e, praticamente nenhuma, da Física Contemporânea.

Os resultados de uma investigação de Solbes et al. (2007), há mais de dez anos, mostram a seguinte situação no ensino secundário em Espanha.

Os resultados obtidos com livros e professores confirmam a segunda parte da nossa hipótese, o ensino de Física e Química não leva em consideração a avaliação negativa dos alunos e seu abandono. Portanto, aspectos que motivariam os alunos não são trabalhados e o ensino continua focado em aspectos puramente formais (SOLBES; MONTSERRAT; FURIÓ; 2007)

A Física Moderna inclui o estudo de desenvolvimentos teóricos e experimentais que surgiram desde o início do século XX. Tradicionalmente, ela se refere em duas linhas principais: a teoria da relatividade, proposta pelo físico alemão Albert Einstein (1879-1955), e a teoria quântica, iniciada pelo físico alemão Max Planck (1858-1947). Do ponto de vista prático, esse conhecimento resultou em praticamente toda a tecnologia que conhecemos hoje. As teorias e avanços posteriores dessas duas teorias revolucionárias, que transformaram a física e a concepção do universo, ainda podem ser reconhecidas como física contemporânea.

Desde o final do século XX, levanta-se o debate sobre a possibilidade (ou necessidade) de dar maior atenção às teorias da Física contemporâneas, nas aulas do ensino secundário (GIL; SENENT; SOLBES, 1986; OSTERMANN; MOREIRA, 2000; MENESES, 2000, OSTERMANN; MOREIRA, 2001; CARVALHO NETO, 2006, PEREIRA; OSTERMANN, 2009; SINARCAS; SOLBES, 2013; DA SILVA; ARENGHI; LINO, 2013; ANTONOWISKI, R.; ALENCAR, M. V.; ROCHA, 2017, SILVA, 2017), bem como os desenvolvimentos tecnológicos que se seguiram e que impactaram todas as atividades humanas.

Ostermann e Moreira citam a pesquisa de Gil et al. feita com estudantes de ensino médio espanholes, publicada em 1986, onde encontraram características semelhantes na estrutura curricular desenvolvida nos cursos de Física da Espanha, segundo os livros didáticos escolares:

Em uma de suas obras (GIL et al., 1988) [sic], esses autores mostram, com base na análise de quarenta e dois livros didáticos de física usados na Espanha, que a maioria deles não faz referência: a) ao caráter não linear de desenvolvimento científico; b) as dificuldades geradas pelas crises da física clássica; c) às profundas diferenças conceituais entre a física clássica e a moderna [...] Para esses autores, essa visão simplista sob a qual a física é ensinada nas escolas gera sérias concepções alternativas nos alunos (OSTERMANN; MOREIRA, 2000a, p. 392).

Ostermann e Moreira também destacam os motivos para atualizar os currículos de Física no Ensino Médio e, entre outros, apontam que:

A física moderna e contemporânea é considerada difícil e abstrata; no entanto, as pesquisas no ensino de física têm mostrado que a física clássica também é difícil e abstrata para os alunos, que apresentam sérias dificuldades conceituais para compreendê-la. [...] O ensino de temas atuais da física pode contribuir para transmitir aos alunos uma visão mais correta dessa ciência e da natureza do trabalho científico, superando a visão linear, claramente cumulativa do desenvolvimento científico que permeia os livros didáticos e aulas de física usadas hoje (OSTERMANN; MOREIRA, 2000).

Assim, as mudanças curriculares implicam tanto o acréscimo de novos conteúdos relacionados com os avanços acelerados que a Física teve no século XX e nas duas décadas do século XXI, como modificações na forma como são apresentados os conteúdos clássicos.

Nas *Orientações curriculares para o ensino médio*, no volume dedicado as “Ciências da natureza, matemática e suas tecnologias”, os autores se questionam:

Por que ensinar Física? Para quem ensinar Física? [...] Quando o ensino é voltado à preparação para os exames vestibulares, é simples responder à primeira pergunta: *porque é cobrado no vestibular!* Outra possível resposta seria: *porque estamos imersos em um mundo cercado de aparatos tecnológicos*. Mas essa resposta também é limitada, uma vez que a Física atualmente ensinada na escola, via de regra, não daria condições para compreendermos as

tecnologias. Seria então necessário *ensinar Física para entendermos as coisas que nos cercam?* Pode ser que sim, mas ainda seriam coisas e não problemas (MEC, 2006, p. 52).

Então, é hora de ensinar Física Moderna nas escolas? A Física Moderna é considerada difícil e abstrata. No entanto, pesquisas sobre seu ensino mostram que a Física Clássica também é difícil e abstrata para os alunos, portanto, isso não seria um obstáculo adicional ao ensino desses ramos da física.

Segundo a BNCC (BRASIL, 2019) poderiam ser mobilizados conhecimentos conceituais relacionados a: "... espectro eletromagnético; modelos atômicos, subatômicos e cosmológicos; astronomia; evolução estelar; gravitação; mecânica newtoniana; previsão do tempo; história e filosofia da ciência; entre outros" (p. 563).

Isto significa que, nesta estrutura curricular, poderia ser desenvolvida uma abordagem mais atualizada dos fenômenos naturais, sem ter que os concentrar num determinado período, mas sim ao longo dos estudos interdisciplinares de Física, Química e Biologia, durante os dois ou três anos de ensino médio. O importante deveria ser aproximar os alunos da maravilhosa visão que o mundo da Física oferece:

E quem se pretende formar com o ensino da Física? Partimos da premissa de que no ensino médio não se pretende formar físicos. O ensino dessa disciplina destina-se principalmente àqueles que não serão físicos e terão na escola uma das poucas oportunidades de acesso formal a esse conhecimento. Há de se reconhecer, então, dois aspectos do ensino da Física na escola: a Física como cultura e como possibilidade de compreensão do mundo (MEC, 2006, p. 53).

São muitos outros os motivos reais pelos quais a Física Moderna não é ensinada nas escolas: despreparo dos professores, dificuldades experimentais, falta de recursos didáticos e desinteresse pelo ensino de uma área que é percebida com preconceito, como uma de grandes dificuldades conceituais e matemáticas. Existem muitas

propostas para ensinar um ou mais tópicos de relatividade, mecânica quântica ou física de partículas no Brasil (TERRAZZAN, 1992; CRUZ, 2004; KÖHNLEIN; PEDUZZI, 2005; WOLFF, 2005; BROCKINGTON, 2005; CASTILHO, 2005; BORGES, 2005; KARAM, 2005; CARVALHO NETO, 2006; CHIARELLI, 2006; SIQUEIRA, 2006; SILVA, 2006; SIQUEIRA, 2006; KARAM; CRUZ; DE COIMBRA, 2006; SONZA, 2007; GUERRA; BRAGA; REIS, 2007; SPHOR, 2008; FANARO; OTERO; ARLEGO, 2009; LOCH GARCIA, 2009; LOCH, 2011; DA SILVA; ASSIS, 2012; GOMES, 2015; PORTO, 2015; DE JESUS, J., 2015; MANTOVANI, 2015; DE JESUS, M., 2015; FUCHS; HADJIMICHEF; MASSONI, 2016; CHITOLINA, EVANGELISTA, 2016; MACIEL; 2016; SCHITTLER; MOREIRA, 2016; POLTRONIERI, 2017; GOIS; ORMEZZANO, 2020), todas concordam que é possível obter bons resultados na compreensão e aprendizagem desses temas, por alunos do ensino médio.

Adicionalmente, é necessário redimensionar os conteúdos tradicionais da Física Clássica, contextualizando teórica e empiricamente os problemas estudados. Tentando não criar confusão nos alunos, reduzindo a tendência de formar preconceitos ou equívocos. Gil et al. (1986), citando a Posner, indicam que:

Essas dificuldades aparecem associadas à existência de preconceitos que mostram uma resistência extraordinária em se deixar deslocar pelas ideias científicas que o professor tenta ensinar. Os estudos realizados indicam que uma causa importante da persistência de preconceitos é o fato que o ensino regular de ciências não os leva em consideração, ou seja, não considera a aprendizagem como uma mudança conceitual, como uma ruptura com as concepções de “bom senso”, que a experiência cotidiana, linguagem etc. têm originado e estabelecido (Posner et al., 1982) (GIL; SENENT; SOLBES; 1986).

Os alunos têm crenças, construídas ao longo da vida, profundamente enraizadas e que defendem com argumentos que lhes são verdadeiramente coerentes, embora nem sempre compatíveis com as ideias da ciência (CARRASCOSA, 2005; PINTO et.al, 1996; SOLBES, 2009a, 2009b).

Neste ponto, é necessário comentar que a apresentação e resolução de problemas, ajustados a modelos e condições muito simplificados, também podem criar confusão. É o caso, por exemplo, de sistemas mecânicos sem atrito ou nos quais algumas de suas partes são consideradas de massa desprezível. “A aquisição abrangente da interpretação newtoniana dos corpos cadentes é conceitualmente difícil, possivelmente devido à natureza contraintuitiva da própria teoria” (ACEVEDO, 1989; Cfr. POZO, 1987; SEBASTIÁ, 1987). Isso também acontece com problemas de circuitos elétricos, em que as condições são idealizadas.

Os conteúdos de Física no ensino secundário devem conduzir à construção de competências para que o aluno compreenda e explique adequadamente o funcionamento dos múltiplos fenômenos que os envolvem, com base nos conhecimentos científicos mais recentes, sem erros ou preconceitos promovidos pelos outros meios e situações, além da escola.

APRENDIZAGEM E PEDAGOGIA PARA UMA ABORDAGEM COMPLEXA

Segundo Ostermann e Calvalcanti, a prática pedagógica na sala de aula, precisa de certo conhecimento das teorias que explicam o processo de aprendizagem (teorias behavioristas, de transição, cognitivas, humanistas e socioculturais)

Essa discussão está baseada no pressuposto de que a qualidade do ensino em sala de aula está intimamente relacionada ao conhecimento de referenciais teóricos que orientem o planejamento, a implementação e a avaliação de práticas educacionais (OSTERMANN; CALVALCANTI, 2011, p. 53).

O primeiro aspecto é revisar qual é o sustento teórico de toda estratégia pedagógica. O professor tem que conhecer e posicionar-se sobre as teorias da psicologia da aprendizagem, pois estas podem ser uma ponte importante entre o ensino e o aprendizado.

A aprendizagem pode ser definida como toda mudança relativamente permanente no potencial do comportamento, que resulta da experiência, mas não é causada por cansaço, maturação, drogas, lesões ou doença. No sentido estrito, claro, a aprendizagem não é definida pelas mudanças reais ou potenciais no comportamento. Em vez disso, a aprendizagem é o que acontece ao organismo (humano ou não humano) como resultado da experiência. As mudanças comportamentais são simplesmente evidências de que a aprendizagem ocorreu (LEFRANÇOIS, 2020).

Esse esclarecimento na concepção da aprendizagem é importante, pois vai além das abordagens comportamentais que concentravam sua atenção na relação de causa e efeito, ou seja, nas reações e mudanças verificáveis no comportamento do sujeito submetido aos estímulos. O diagrama da figura 4 mostra o processo.

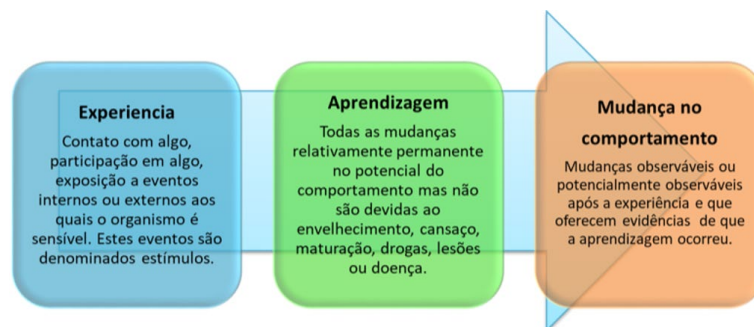


Figura 4. Processo de Aprendizagem. Fonte: Lefrançois (2020, p. 9)

E agora, das inúmeras teorias é a mais adequada para apoiar a prática do professor, qual deveria nortear seu posicionamento e

impactar sua prática docente? Poder-se-ia até apontar que se trata de uma questão de preferência, relacionada com a formação profissional do educador. De como ele aprendeu ou foi “ensinado” pelos seus professores. Mas, a verdade é que, se do que se trata, é de superar as limitações mostradas pelas práticas de ensino tradicionais, diretamente vinculadas às teorias comportamentalistas do aprendizado, é necessário repensar o assunto a partir de outras correntes teóricas: cognitivistas, construtivistas, interacionistas e humanistas.

Neste sentido, os trabalhos sobre as teorias do desenvolvimento cognitivo de Piaget, Vygotsky e Wallon (ARAÚJO, C., 2020; DE LA TAILLE; DE OLIVEIRA; DANTAS, 2019; DAVIS; et al., 2012; ROSAS; SEBASTIÁN, 2008, REGO, 2002, VYGOTSKY, 1978, PIAGET, 1969), três dos mais influentes psicólogos das correntes psicopedagógicas do século XX, com as suas semelhanças e diferenças, poderiam servir de referência nas aulas.

Por exemplo, nas palavras de Teresa Cristina Rego, refere-se à teoria vigotskiana, à epistemologia envolvida, situando uma de suas principais características:

Em síntese, nessa abordagem, o sujeito produtor de conhecimento não é um mero receptáculo que absorve e contempla o real nem o portador de verdades oriundas de um plano ideal; pelo contrário, é um sujeito ativo que em sua relação com o mundo, com seu objeto de estudo, reconstrói (no seu pensamento) este mundo. O conhecimento envolve sempre um fazer, um atuar do homem (REGO, 2002, p. 98).

Claro, outro caminho pode levar a novas referências, que posteriormente surgiram por meio de muitas outras teorias (BESSA, 2008; LEFRANÇOIS, 2020), algumas que pretendem explicar mais especificamente o processo de aprendizagem, tais como a aprendizagem em espiral de Bruner, a psicologia dos construtos pessoais de Kelly (1955), a aprendizagem significativa

de Ausbel (AUSUBEL; NOVAK; HANESIAN, 1983; Cfr. MOREIRA, 2000), a teoria dos campos conceituais de Vergnaud (1996; MOREIRA, 2002) a teoria das múltiplas inteligências de Gardner (2010; 2001; ARMSTRONG, 1999), a teoria social cognitiva de Bandura (BANDURA; AZZI; POLYDORO, 2008), a aproximação sociocultural de Wertscht (1993; 1995; WERTSCH, DEL RIO PEREDA; ALVAREZ, 1998) e os mais recentes modelos conexionistas e de rede neural da Neurociência Educacional (SIGMAN; LIPINA, 2011).

Mas também, pode-se ter de referência todas essas teorias em conjunto, para construir estratégias e ferramentas mais abrangentes. Por exemplo, autores como Illeris (2013) que indica:

A primeira condição importante a entender é que toda aprendizagem acarreta a integração de dois processos muito diferentes: um processo externo de interação entre o indivíduo e seu ambiente social, cultural ou material, e um processo psicológico interno de elaboração e aquisição. Muitas teorias da aprendizagem lidam apenas com um desses processos, o que, é claro, não significa que estejam erradas ou não sejam válidas, pois eles podem ser estudados separadamente. Todavia, isso significa que não cobrem todo o campo da aprendizagem. Desse modo, por exemplo, pode-se dizer que as tradicionais teorias behavioristas e cognitivas da aprendizagem se concentram apenas no processo psicológico interno. Também se pode dizer o mesmo de certas teorias modernas da aprendizagem social, que – às vezes em oposição a ele – chamam atenção apenas para o processo externo de interação. Não obstante, parece evidente que os dois processos devem estar ativamente envolvidos para que haja qualquer forma de aprendizagem (ILLERIS, 2013, p. 17)

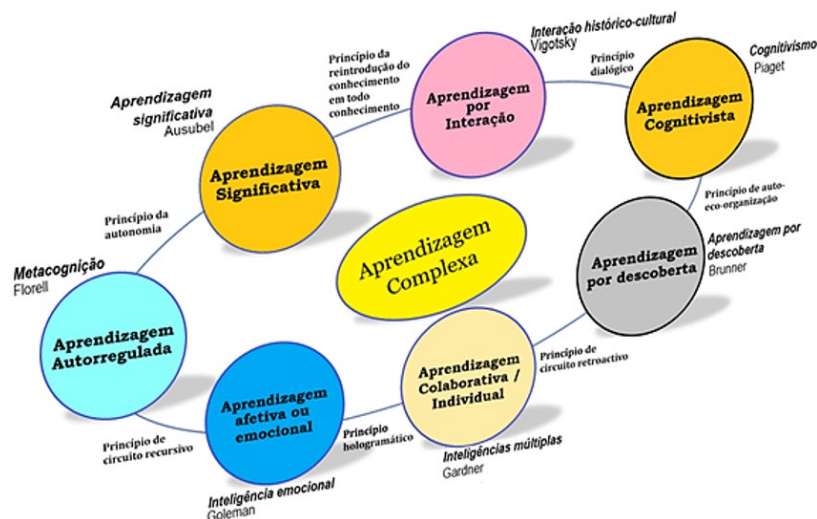


Figura 5. Trajetória da Aprendizagem Complexa mediada por TICE.
Fonte : Lobo et al. (2019, p.14)

Desse modo, a primeira característica da aprendizagem complexa é que ela surge de alguma experiência que desperta a atenção do aprendiz, que coloca em ação sua inteligência emocional ou intrapessoal (GARDNER; 2001; GOLEMAN, 1995) e a última característica seria a metacognição (FLAVELL, 1979; 1993), como processo de aprendizagem amadurecido e controlado pelo aprendiz, que se torna seu próprio facilitador ou professor, administrando as ferramentas que sabe mais adequadas para garantir que o que aprendeu perdure e seja útil.

A primeira corresponde à aprendizagem afetiva, emocional ou intrapessoal, e a última à aprendizagem autorregulada ou metacognitiva. Entre esses extremos, as características restantes do complexo ciclo de aprendizagem aparecem e se desenvolvem.

Segundo Illeris (2013), a aprendizagem pode ser representada por três dimensões envolvidas em dois processos (interno e externo).

A dimensão do *conteúdo* diz respeito àquilo que é aprendido (conhecimento e habilidades, opiniões, insights, significados, posturas, valores, modos de agir, métodos, estratégias etc.).

A dimensão do *incentivo* compreende elementos que proporcionam e direcionam a energia mental para o processo de aprendizagem e garantir o equilíbrio mental contínuo do indivíduo (sentimentos, emoções, motivação e volição).

A dimensão da interação representa os impulsos externos que dão início ao processo de aprendizagem (percepção, transmissão, experiência, imitação, atividade, participação, comunicação, cooperação etc.).



Figura 6. Aprendizagem como desenvolvimento de competências
Fonte: Illeris (2007, p. 28). Tradução do original em inglês.

Seu modelo ilustrado na figura 6, mostra os processos representados pelas duas setas bidirecionais, e as dimensões de: (a) conteúdo vinculada à funcionalidade, (b) incentivo à sensibilidade e (c) interação à integração.

O triângulo da aprendizagem, adquire o caráter de uma figura que mostra a amplitude e a diversidade de nossa aprendizagem e, assim, atende à demanda da sociedade moderna por aprendizagem como desenvolvimento de competências (*funcionalidade, sensibilidade e sociabilidade*).

A transferência destas ideias à escola é outro processo. Assim, em correspondência com qualquer uma das abordagens de aprendizagem, o professor deve ainda refletir sobre sua prática pedagógica, com base nas diversas teorias educacionais. Neste caso, a sua seleção será marcada pelo contexto social e cultural, pelo nível de escolaridade da sua turma (também relacionado com a faixa etária dos alunos) e ainda pela posição ética e política do professor.



Figura 7. A estrutura do CCR (*Center for Curriculum Redesign*)
Fonte: Fadel; Bialik; Trilling (2015, p. 67).

Por exemplo, Fadel, Bialik e Trilling (2015) desenvolvem um modelo curricular de competências para a educação do século XXI, baseado em quatro dimensões, agregando a dimensão do meta-

aprendizado, como mostrado na figura 7, e estabelecendo as competências que os alunos devem obter no processo de ensino-aprendizagem.

Na sala de aula, essas quatro dimensões estão entrelaçadas, e o aprendizado eficaz é uma rica mistura de elementos de todas elas. Por exemplo, os estudantes podem praticar suas habilidades de liderança e colaboração no trabalho em equipe de desenvolvimento de robôs (aplicando uma variedade de conhecimentos de ciência, tecnologia, engenharia, programação de computador, e muito mais) que podem resolver um problema específico do mundo real, como detectar e extinguir remotamente um pequeno fogo, e podem, ainda, refletir sobre seu progresso no aprendizado por meio desse projeto. Na verdade, as melhores experiências de aprendizagem nas escolas do mundo todo já integram esses diferentes aspectos do aprendizado, sem necessariamente se referir a eles de maneira explícita (FADEL; BIALIK; TRILLING, 2015, p.67-68)

Outras referências de teorias pedagógicas (BESSA, 2008) importantes para a educação, em geral, e para o ensino da Física, em particular, são: A aprendizagem segundo o método de Maria Montessori (LILLARD; ELSE-QUEST, 2006), o método natural de Cèlestin Freinet (SANTAELLA RODRÍGUEZ; MARTÍNEZ HEREDIA, 2017; , a teoria das competências de Philippe Perrenoud (2007), a teoria interpessoal de Carl Rogers (ROGERS; FREIBERG, 1996), a dinâmica da personalidade de Kurt Lewin (1973), a teoria educacional de John Dewey (2011, 2015) e, claro, a pedagogia libertadora do mestre Paulo Freire (1996; 1987).

Será necessário trazer aqui algumas referências à obra de Freire, sua visão da educação problematizadora é essencial na construção de uma prática pedagógica inovadora. Ira Shor, ao se referir ao significado da Pedagogia do Oprimido, escreve:

[...] quando Paulo publicou Pedagogia do Oprimido fez mais do que apenas oferecer um livro perturbador a respeito da educação, pois nele podemos encontrar uma epistemologia, uma pedagogia e uma sociologia da educação vinculadas a

um chamamento em favor da democratização da sociedade e da escola; um programa ambicioso que estabelece a ligação entre a sala de aula e a política de poder na sociedade; que tem instigado os educadores e estudantes a que mudem a si mesmos na história e o modo como ensinam, dando origem a um movimento internacional de educadores que querem transformar as sociedades dentro das quais ensinam [...] (SHOR, 2006 in SAUL; SILVA, 2011, p. 4)

Freire entende que a educação só pode alcançar mudanças sociais transcendentais se também e previamente se transformar. O professor não é um mero transmissor de conhecimento, nem os alunos aprendem apenas por acumulá-lo: “Ensinar não é transferir conhecimento, mas criar as possibilidades para sua produção ou sua construção” (FREIRE, 1996, p. 1). Sua pedagogia está:

Centrada no educando, construtivista, e questionadora da desigualdade, a teoria-prática de Freire afirmou que todas as formas de educação são políticas. Nenhuma pedagogia pode ser neutra porque todas estão embutidas nas relações de poder das sociedades, todas formam seres humanos e desenvolvem a consciência, de uma forma ou de outra, dependendo da ideologia dos conteúdos, das relações sociais, dos discursos, e dos processos de ensino aprendizagem atinentes ao Currículo. Não questionar o status quo de desigualdade na escolarização significa ensinar que tudo está bem do jeito que está, e que não há condições prementes que exijam intervenção cívica por parte de alunos e professores (SHOR, 2018, p. 1346).

A seguir, nas figuras 8, 9, 10 apresenta-se um resumo gráfico de sua proposta contida na Pedagogia da autonomia, organizado segundo a estrutura dos três capítulos de sua obra: “*Não há docência sem discência*”, “*Ensinar não é transferir conhecimento*” e “*Ensinar é uma especificidade humana*”. Somente os enunciados das exigências que têm de ensinar mostram a força de seu discurso.

Não há docência sem discência		
Ensinar exige:	Ensinar exige:	Ensinar exige:
• Rigorosidade metódica • Respeito aos saberes dos educandos • A corporeificação das palavras pelo exemplo	• Pesquisa • Estética e ética • Risco, aceitação do novo e rejeição a qualquer forma de discriminação	• Criticidade • Reflexão crítica sobre a prática • O reconhecimento e assunção da identidade cultural

Figura 8. Não há docência sem discência. Fonte: Freire (1996).

Ensinar não é transferir conhecimento		
Ensinar exige:	Ensinar exige:	Ensinar exige:
• Consciência do inacabamento • Reconhecimento de ser condicionado • Curiosidade	• Bom senso • Humildade, tolerância e luta em defesa dos direitos dos educadores • Apreensão da realidade	• Alegria e esperança • A convicção de que a mudança é possível • Respeito à autonomia do ser do educando

Figura 9. Ensinar não é transferir conhecimento. Fonte: Freire (1996).

Ensinar é uma especificidade humana		
Ensinar exige:	Ensinar exige:	Ensinar exige:
• Segurança, competência profissional e generosidade • Comprometimento • Liberdade e autoridade	• Compreender que a educação é uma forma de intervenção no mundo • Tomada consciente de decisões • Saber escutar	• Reconhecer que a educação é ideológica • Disponibilidade para o diálogo • Querer bem aos educandos

Figura 10. Ensinar é uma especificidade humana. Fonte: Freire (1996).

Sobre como vincular a pedagogia de Freire ao ensino da Física, não dizem Ostermann e e Calvalcanti, na obra já citada.

A transposição da pedagogia freireana para a educação formal e, ainda, para o ensino de ciências (em especial, Física), não é trivial e requer pesquisa. As sistematizações que se originaram de vários projetos vinculados à pedagogia freireana, em espaços formais, apontam para alguns aspectos que podem ser valiosos quando se considera a ideia de transpor essa pedagogia para a escola (OSTERMANN; CALVALCANTI, 2011, p. 48)

Em síntese, um professor de ciências que deseja transformar sua prática pedagógica para ensinar Física a partir da complexidade, poderia começar por colocar a pedagogia crítica, problematizadora e emancipatória de Freire no centro de suas ações, recorrendo também a outras fontes, que sejam confluentes, assumindo as melhores coincidências para auxiliar no desenvolvimento do processo de aprendizagem do aluno.

Aprender é um processo complexo, que garante conhecer, de alguma forma, a realidade concreta ou, pelo menos, interpretar aquelas situações e fenômenos que cercam o aluno, o que só faz sentido (será significativo) se for fruto de uma abordagem crítica a essa realidade.

O que foi aprendido não deve ser o resultado de uma memorização imposta, de um mero acúmulo bancário de conhecimento, nem de práticas repetitivas e descontextualizadas, mas sim o produto de um pensamento crítico e criativo do conhecimento, que é alcançado por meio de um processo de compreensão, reflexão e crítica.

METODOLOGIAS ATIVAS E RECURSOS DIDÁTICOS PARA APRENDER FÍSICA

Além dos conteúdos e das teorias de ensino e de aprendizagem, é tão ou mais importante, para aprimorar resultados na construção de competências e habilidades nas disciplinas de ciências naturais, a transformação da prática pedagógica, das metodologias, as técnicas e recursos de ensino e de aprendizagem.

Nas *Orientações Curriculares para o Ensino Médio* (MEC, 2006) se estabelece com toda clareza a complexidade do processo educacional, pois:

A relação didática se estabelece na escola quando há um projeto de ensino com intenção de aprendizagem. Essa relação é construída por um conjunto de regras implícitas e explícitas, que determinam as obrigações e as responsabilidades que ocorrem entre professor e aluno.

Nessa relação didática existe um terceiro componente: o conhecimento a ser ensinado, que já passou por uma série de transformações e reduções até chegar nos programas e nos livros didáticos. Assim, a relação didática é muito complexa e vai além das variáveis professor, aluno e conteúdo porque:

- o professor depende de seus colegas de profissão, de seu ambiente de trabalho, e tem seus saberes, concepções e convicções já estabelecidos; e
- o aluno depende do contexto social; de suas expectativas para alcançar objetivos pessoais e coletivos; e das relações entre aluno e professor; aluno e aluno; aluno e classe; aluno e conhecimentos a serem ensinados; aluno e saberes individuais; e aluno e representações sociais (MEC, 2006, p. 48)

Essa relação didática é ilustrada na figura 11, onde **A** é o aluno, **P** o professor, **S** o saber e **Sa** a situação de aprendizagem. As ações de ensino e o processo de aprendizagem, estão ligados e influenciados pela elaboração de conteúdos e metodologias.

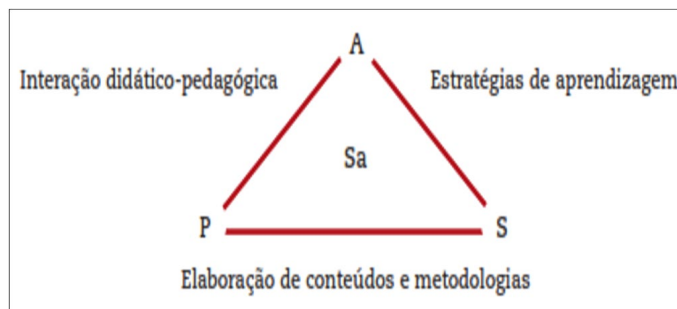


Figura 11. Relação didática formada por um complexo conjunto de elementos que influenciam seu funcionamento. Fonte: MEC (2006, p. 48)

No paradigma tradicional do ensino de ciências na escola secundária, o ensino e a avaliação da aprendizagem são mecânicos e instrumentais, baseados na decoreação e na repetição de conceitos e procedimentos. Os estudantes são “ensinados” a resolver problemas dos livros, geralmente sem contexto, substituindo dados em fórmulas ou equações, com poucos raciocínios e menos inferência; preparados para passar nas provas de admissão à universidade.

Salvador Gil (2006) cita diversos estudos realizadas nos EUA que apresentam resultados surpreendentes quanto à eficácia das aulas teóricas (WIEMAN, C.; PERKINS, 2005). Alguns desses estudos consistiam em questionar os alunos após a saída das aulas. Uma fração importante dos alunos só conseguiu definir de forma geral o tema aí tratado. Em pesquisas realizadas em muitas universidades com diferentes tipos de professores, os alunos normalmente respondem a menos de 10% dos tópicos e conceitos discutidos em sala de aula.

Também há uma tendência de muitos professores pensarem que expor claramente um tópico em sala de aula automaticamente

esclarece esses conceitos para os alunos. Essa atitude ignora a complexidade do processo de aprendizagem e a modificação de conceitos e valores nos alunos (GIL, 2006, p. 3).

Além disso, é feita referência a outras pesquisas (WIEMAN; PERKINS, 2005; HAMMER, 1997; MAZUR, 1997; ARONS, 1990) que mostram que muitos alunos podem resolver problemas quantitativos sem ter uma compreensão conceitual dos tópicos subjacentes. Os alunos são especialistas em manipulação de fórmulas, embora não consigam encontrar soluções para problemas com pequenas variações que requerem sua análise conceitual.

Outro risco das aulas teóricas tradicionais, quando não são devidamente complementadas com discussões participativas ou laboratórios, é que tendem a acentuar a distorção do pensamento sobre a ciência como um conjunto de informações obtidas por autoridades de destaque e desvinculadas de seu método e dinâmica (ibid., p. 4).

Soma-se a isso, como comentado acima, a existência de concepções alternativas e teorias implícitas, fortemente arraigadas, como uma ideia organizada dentro de um sistema mais ou menos articulado de conhecimentos prévios, seja ela correta ou não do ponto de vista científico, gerando equívocos nos alunos e tornando sua aprendizagem significativa difícil, pois é construída em bases falsas.

Então, na década de 80, surge um método que visa, em primeiro lugar, reconstruir e substituir conceitos alternativos por meio de um processo de acomodação cognitiva, denominado *Teoria da Mudança Conceitual* (POSNER et al., 1982). A sua fundamentação teórica encontra-se na psicologia cognitiva (especialmente com autores como Vergnaud, Ausubel, Piaget e Vigotsky) e mesmo na filosofia da ciência (Bachelard, Kuhn e Lakatos).

As mudanças conceituais podem ocorrer tanto pelo uso de mecanismos implícitos e aditivos, quanto por mecanismos de

aprendizagem intencionais, se existe uma interação contínua entre o indivíduo e um amplo ambiente cultural. Os primeiros têm relação com os mecanismos de assimilação e acomodação da teoria de Piaget (1969), os segundos com o raciocínio analógico da teoria sociocultural de Vygotsky (1978) e a apropriação de práticas culturais de teorias situadas de Rogoff (1990).

Conseguir uma mudança nessas teorias pessoais não é uma tarefa fácil e requer uma verdadeira mudança conceitual, em alguns casos essa mudança conceitual irá simplesmente requerer a adaptação do quadro anterior aos modelos aceitos pela comunidade científica e em outros, a substituição total das concepções anteriores para um novo modelo mais convincente. Seja qual for a situação, é o professor que deve criar as condições necessárias na sala de aula para que o aluno experimente a insatisfação com as ideias anteriores e consequentemente a necessidade de construir um novo quadro explicativo, para finalmente conseguir a internalização de novas ideias inteligíveis e muito mais fecundo (FERNÁNDEZ, 2014, p. 203)

Mas, também não convém esquecer que as dificuldades dos alunos em aprender Física; especialmente quando se trata de compreender as inovações e contradições que as teorias modernas e contemporâneas trazem consigo, em oposição às teorias clássicas, para as quais a própria escola há anos estabelece ideias pré-concebidas difíceis de substituir; também vêm de outras condições e dimensões coletivas como “a metodológica, centrada nas estratégias de raciocínio; a procedimental; a epistemológica; atitudinal e a propriamente afetiva que permeia o clima da sala de aula” (SOLBES, 2009)

Neste sentido a Base Nacional Comum Curricular (BRASIL, 2019) propõe algumas mudanças: “selecionar e aplicar metodologias e estratégias didático-pedagógicas diversificadas, recorrendo a ritmos diferenciados e a conteúdos complementares, se necessário, para trabalhar com as necessidades de diferentes grupos de alunos,

suas famílias e cultura de origem, suas comunidades, seus grupos de socialização etc.". A maioria das vezes, a realidade prevalece, pois os professores ficam sobrecarregados com horários de aula, com pouca ou nenhuma oportunidade de preparar atividades inovadoras, já que, desde sempre, toda a responsabilidade pela apresentação dos conteúdos recai sobre seus ombros.

Enquanto esta realidade se impõe e persiste, produto de diferentes fatores, colocam-se inúmeras propostas para tentar superá-la. Novas pesquisas, novas diretrizes curriculares, programas de atualização de formação contínua, todos apontam na mesma direção. Na BNCC (BRASIL, 2019), por exemplo, se estabelece, na área de ciências e suas tecnologias, como uma competência do saber-fazer, em estudantes de ensino médio:

Investigar situações-problema e avaliar aplicações do conhecimento científico e tecnológico e suas implicações no mundo, utilizando procedimentos e linguagens próprios das Ciências da Natureza, para propor soluções que considerem demandas locais, regionais e/ou globais, e comunicar suas descobertas e conclusões a públicos variados, em diversos contextos e por meio de diferentes mídias e tecnologias digitais de informação e comunicação (TDIC) (BRASIL, 2019, p. 560)

Então, o que deve mudar para que o estudante não seja formado como um mero repetidor das informações que o professor lhe deu, ou que ele viu no livro didático? Como deve ser essa nova estratégia pedagógica, para favorecer o aprendizado da Física a partir de situações complexas? O que são metodologias pedagógicas ativas?

Uma resposta simples seria; são aqueles que dão uma maior participação ativa, maior destaque nas aulas, para os alunos em seus próprios processos de ensino-aprendizagem. Umas mais elaboradas são as seguintes:

A aprendizagem ativa envolve os alunos no processo de aprendizagem por meio de atividades e/ou discussão em sala de aula, em vez de ouvir passivamente um especialista. Ela enfatiza o pensamento de ordem superior e frequentemente envolve trabalho em equipe (FREEMAN et al., 2014).

Elas são um conjunto de práticas pedagógicas com o intuito de adaptar a aprendizagem escolar para as necessidades e características do século XXI. Com as metodologias ativas, o aluno é colocado no centro do processo de aprendizagem. Os estudantes têm espaço para planejar seu próprio trabalho, compartilhando com o professor a responsabilidade pelo seu aprendizado. O professor, por sua vez, passa a ser um mediador na construção do conhecimento. Além disso, há a possibilidade de os estudantes sinalizarem interesses pessoais e necessidades específicas, que serão consideradas no planejamento das experiências de aprendizagem (SANTILLANA, 2020).

Com isso também, as atividades de aprendizagem organizadas não desgastam o professor na preparação e apresentação de informações que os alunos podem acessar por outros meios e recursos. O professor assume realmente o papel de mediador do processo, com o propósito de promover o diálogo e a colaboração entre os alunos. Ele poderá dedicar melhor o seu tempo ao aperfeiçoamento dos métodos utilizados, desenhando atividades envolventes e inovadoras que visem o desenvolvimento em seus alunos de aptidões e competências a nível cognitivo, bem como social, emocional e cultural.

São várias as metodologias ativas que têm sido ensaiadas para o ensino da Física e outras ciências naturais (LOBO; TERÁN, 2019; STUDART, 2019; SANTOS, 2017; GIL, 2016; BUSQUETS; SILVA; LARROSA, 2016). Apenas alguns são referenciados para ilustrar as características e resultados obtidos com diferentes metodologias.

O trabalho apresentado por Lobo e Terán, no 14º Simpósio Sul-rio-grandense de Professores de Ciências e Matemática realizado em Pelotas-RS, trata-se da aplicação do PBL (*Problem - Based learning*), conhecido e aplicado no Brasil como um aprendizado baseado em resolução de *Situações-problemas*, em um curso de óptica do programa de formação de professores de Física e Matemática da Universidade de Los Andes.

O método consiste em elaborar questões abertas e sem resposta imediata acerca de um tema, gerando uma maneira de instigar a criatividade dos estudantes, o raciocínio lógico e a aplicação dos conteúdos discutidos pelo professor durante a disciplina. Nas situação-problema (SP) “o professor é orientador, um mediador, ouvindo as ideias dos estudantes e direcionado o rumo da aula em prol da solução do problema” (SCHAPPO, 2017).

Segundo os autores, o modelo utilizado é caracterizado por: O aluno aprende em situações e problemas reais, incentiva e promove no aluno um processo formativo de aprender a aprender em um ambiente de aprendizado de qualidade, promove o trabalho cooperativo, tornando a aprendizagem um esforço coletivo, o aluno é um participante ativo do processo de formação, o processo de aprendizagem é um ambiente de interação e comunicação permanente entre professor e aluno, o aprendizado é personalizado, porque as diferenças são levadas em consideração e as diferentes formas de aprendizado, maior satisfação dos alunos porque eles aprendem com facilidade, desenvolva os potenciais e talentos da pessoa (LOBO; TERÁN, 2019).

Se recomendou aos estudantes orientar seu trabalho com a V de Gowin, mostrada na figura 12, que é uma ferramenta construtivista útil para guiar a construção do conhecimento (GOWIN, 1981; AUSUBEL; NOVAK; GOWIN, 1983).

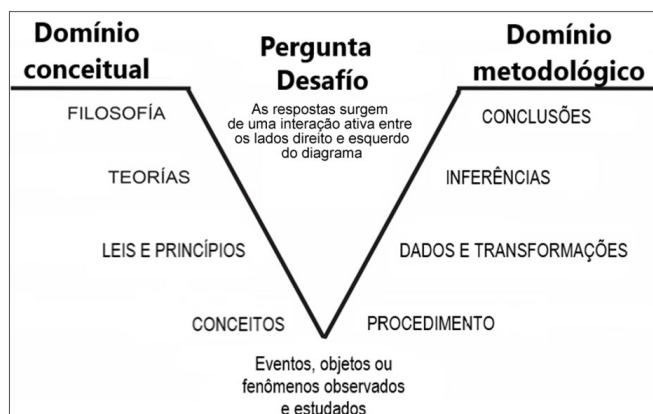


Figura 12. V de GOWIN, chamada também de V do conhecimento.
Fonte: Lobo; Terán (2018)

Como resultados do estudo destacam: Os alunos atingiram os objetivos de aprendizagem, para os quais tiveram que realizar uma busca de informações, acompanhada também de momentos de reflexão e discussão. Eles tomaram decisões sobre como operar, revisaram muitas possibilidades e as executaram e relataram de forma consistente. Eles não apenas aprenderam sobre os conteúdos conceituais e procedimentais imersos na situação do problema, mas também ganharam experiência como futuros professores de Física e Matemática sobre como fazer trabalho colaborativo em problemas que não são bem estruturados e usando uma ferramenta tão versátil quanto é a V de Gowin.

O trabalho de Studart (2019), baseado em aulas dadas na disciplina *Processos e Sequências de Ensino e Aprendizagem* da grade curricular do Mestrado Nacional Profissional de Ensino de Física, aborda dois modelos de pedagogia ativa com uso das tecnologias: a Sala de Aula Invertida e o Ensino Híbrido.

Ao se referir a esta última modalidade, o autor ressalta que:

Trata-se de um programa de ensino formal em que o aluno aprende parcialmente: a) por meio de oferta online de conteúdo e instrução com algum elemento de controle do aluno sobre ritmo, tempo e lugar, itinerário; b) e em um lugar físico longe de casa (escola, sindicato, igreja, centro de ciências etc.). Dessa forma, as duas modalidades estão interligadas de modo a proporcionar uma experiência integrada de ensinagem (STUDART, 2019, p. 6).

O diagrama da Figura 13 mostra vários modelos de ensino híbrido do *Instituto Clayton Christensen* (HORN; STAKER, 2015; BACICH et al., 2016).

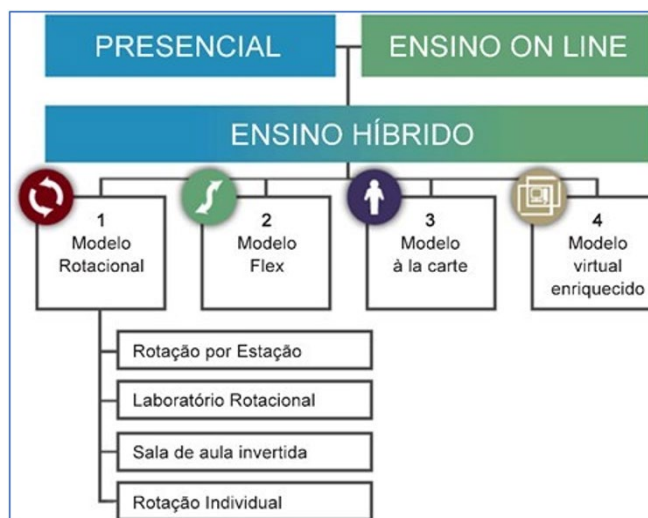


Figura 13. Modelos de ensino híbrido.
Fonte: Horn; Staker (2015) apud Studart (2019)

O *Modelo Rotacional*, o mais utilizado pelos docentes, inclui qualquer curso desenvolvido com diferentes metodologias, mas pelo menos uma delas é online. Por exemplo, a *Rotação por Estação* (figura 14) “ocorre dentro da sala de aula ou em um conjunto de classes revezadas, as atividades girando em torno de um ensino conduzido pelo professor focado na aprendizagem individual” (STUDART, 2019, p. 6).

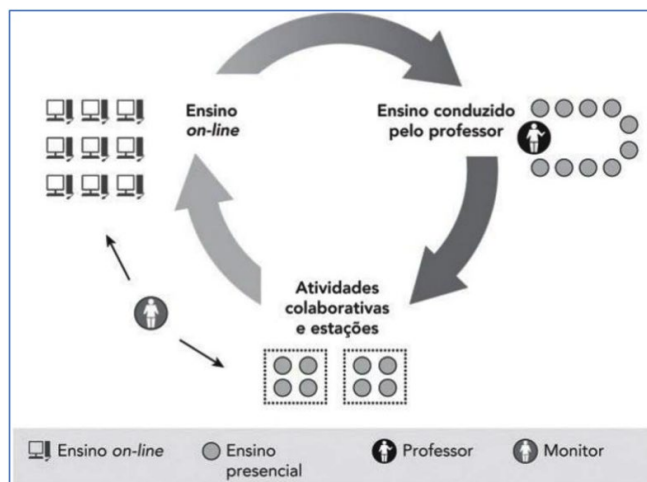


Figura 14. Modelo híbrido de rotação por estação.
Fonte: Horn; Staker (2015)

O autor indica que o *Laboratório Rotacional* corresponde ao modelo antigo em que a rotação é feita no laboratório de informática tradicional, mas atualmente essas atividades são realizadas comumente na própria sala de aula. Cita a Bacichi et al. (2016) que consideram as propostas *Flex*, *à la Carte* e *Virtual Enriquecido* como disruptivas, e propõem uma organização na educação básica incomum à realidade brasileira.

Sobre a metodologia de *Sala de Aula Invertida*, Studart coloca como referência o conceito de seus criadores Bergmann e Sams (2016) onde; aquilo que é feito na aula é agora feito em casa e o que é tradicionalmente feito como tarefa de casa (*homework*) é agora completado na aula.

Studart também se apoia em Schmitz (2017) para explicar as etapas a serem seguidas no modelo da sala de aula invertida, a figura 15, tirada do seu trabalho de mestrado na

UFSM, as ilustra. Sintetizando, as três etapas da metodologia são: antes, durante e após a aula. As atividades que o aluno, centro do processo, deve fazer são:

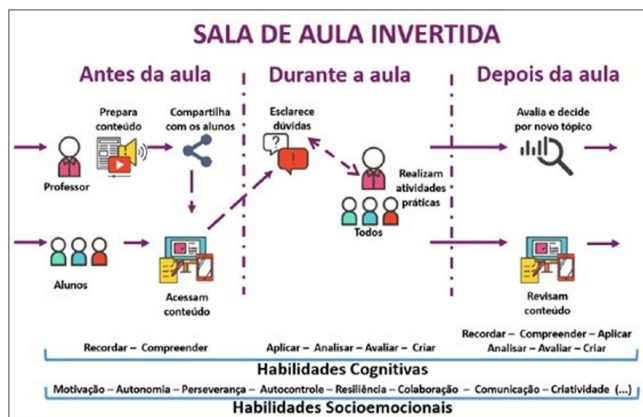


Figura 15. O modelo de sala invertida, diagrama indicando as habilidades a serem desenvolvidas em cada uma das três etapas do processo.

Fonte: Schmitz (2017) apud Studart (2019).

Antes da aula: obtém informações (vídeos, leituras, busca na internet); levanta dúvidas; faz tarefas simples; começa a se envolver. Durante a aula: discute com o professor e colegas; tira dúvidas; realiza atividades preferencialmente colaborativas (resolução de problemas, experimentos, simulações, games etc.). Depois da aula: reflete sobre sua aprendizagem; faz relatórios, escreve textos etc.; amplia sua aprendizagem.

Por outro lado, no estudo de Santos (2017) utilizaram-se dois métodos de aprendizagem ativa, *Ensino sob Medida* (EsM) e *Instrução pelos Colegas* (IpC), em cursos de Física do Ensino Médio e, a partir dessa experiência, produzem-se um guia de implementação dos métodos voltado para professores.

Segundo o autor, foi Gregor Novak (1999), na universidade de Indiana, EUA, quem desenvolveu um sistema intitulado *Just-in-Time Teaching*, conhecido no Brasil como *Ensino sob Medida* (EsM), que estipula momentos de interação professor/aluno antes da aula, com o objetivo de apresentar o conteúdo privilegiando os assuntos em que os alunos tiveram mais dificuldades, reduzindo o tempo de exposição e, ao mesmo tempo, aumentando a qualidade das exposições (SANTOS, 2017).

Para explicar o método citam a Oliveira, Veit e Araújo (2015),

O desenvolvimento do EsM se dá através de tarefas preparatórias para as aulas. Pelo método tradicional de ensino, usualmente o professor gasta muito tempo em aula explicando conceitos simples que o aluno poderia compreender sozinho com alguma leitura prévia. Para otimizar o tempo de sala de aula, o EsM prevê que o professor indique, com algum tempo de antecedência, um material para ser estudado pelos alunos, que pode ser, por exemplo, um capítulo de um livro-texto, alguma referência na internet ou um material de autoria do próprio docente. Após o estudo desse material, focado nos tópicos mais importantes a serem discutidos em aula, os alunos devem responder eletronicamente, dentro de um prazo estipulado pelo professor, algumas questões conceituais, que compõem aquilo que Araujo e Mazur (2013) denominam de Tarefa de Leitura.

As respostas dos alunos às tarefas preparatórias estabelecem um valioso feedback para o professor ajustar e organizar sua aula, focando nas principais dificuldades manifestadas pelos alunos (NOVAK et al., 1999; MAZUR, 1997). Mas isso não é feito em uma aula tradicional, em que o professor é o centro das atenções. Pelo contrário, a aula é composta de vários momentos com atividades diversas, tais como: minixposições orais por parte do professor (10-15 min) intercaladas com demonstrações; exercícios com planilhas eletrônicas; atividades “mãos na massa” em minilaboratórios, etc. As respostas dos alunos às tarefas preparatórias são discutidas pelo professor ao longo da aula, tanto nas exposições dialogadas quanto nas atividades realizadas pelos próprios alunos. (OLIVEIRA; VEIT; ARAÚJO, 2015, p. 185-186 *apud* SANTOS, 2017)

Também o ilustram conforme a Figura 16, e explicam que o aluno deve receber um material de leitura/atividade antes da aula e apresentar, a partir de um direcionamento, as dificuldades ao professor antes da aula sobre o assunto, para que o professor possa preparar as atividades que ajudem a sanar as dificuldades específicas.

O método Instrução pelos Colegas foi utilizado de modo complementar neste estudo, e consiste, “na aplicação de testes conceituais que seguem uma dinâmica em que o aluno não tem como não participar ativamente da aula. Os alunos respondem aos testes em aula, questão por questão, discutindo e tentando convencer seus colegas sobre as respostas que julgaram corretas” (SANTOS, 2017).

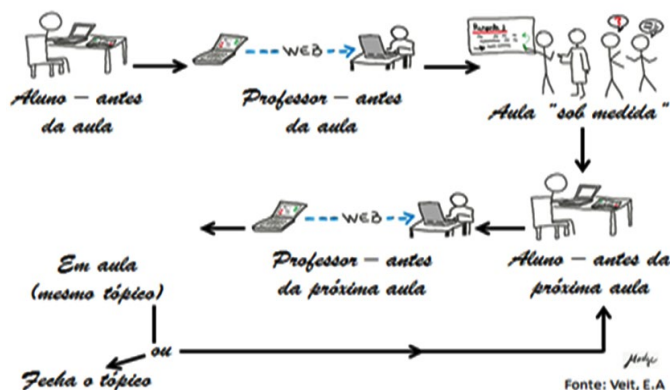


Figura 16. Esquema representativo da dinâmica do método EsM.
Desenhos por Madge Bianchi (IFC – Campus São Bento do Sul, SC).
Fonte: Santos (2017, p. 20)

Os resultados mais relevantes foram: Com o Ensino sob Medida, o professor pode orientar os estudos que seus alunos com atividades propostas para serem resolvidas fora de sala. Elas indicam ao professor quais assuntos devem ser trabalhados em aula, criando um envolvimento de seu aluno com a aula. A aplicação demonstrou que os alunos ganharam motivação e criaram expectativas pela aula de

física, perguntavam se teria mais questões conceituais para responder e participar da votação, e pesquisavam além do material de leitura para poder explicar aos seus colegas.

Busquets et al. (2016) propõem uma estratégia pedagógica chamada *Ensino de Ciências Através da Indagação (ECAI)*, descrevendo cinco ênfases que o professor pode dar em sua aplicação: ECAI com ênfase em (1) habilidade e compreensão; (2) em ciências profissionais; (3) graus de investigação; (4) no contexto; e (5) conhecimento do conteúdo. A proposta é voltada para a desmotivação dos alunos de química do ensino médio e consiste em uma abordagem ou estratégia socioconstrutivista focada no que o aluno pode fazer com a orientação de seu professor e/ou ajuda de seus colegas.

No primeiro caso, as habilidades procuradas são: projetar e conduzir uma investigação científica; usar ferramentas e técnicas apropriadas para coletar, analisar e interpretar dados; pense lógica e criticamente para fazer relações entre evidência e explicação; desenvolver descrições, explicações, previsões e modelos usando evidências para comunicar procedimentos e explicações científicas; reconhecer e analisar explicações e previsões alternativas, usar a matemática em todos os aspectos da investigação científica; mas também; compreender a ciência como um esforço humano, a natureza da ciência e a história da ciência.

O segundo enfatiza as práticas dos cientistas em seus laboratórios. A partir de pesquisas e artigos sobre investigação científica em sala de aula, é possível identificar essa ênfase na forma como os alunos de pós-graduação em ciências atuam quando trabalham, por exemplo, em laboratórios com outros cientistas. Nesse contexto, é o trabalho etnográfico em laboratórios e centros científicos, que, entendidos como locais onde os alunos de pós-graduação aprendem e fazem ciência,

que ajudam a pensar em ver a ciência como uma cultura em que as crianças e os jovens podem ser aculturados ou socializados.

A terceira forma de entender o ECAI implica que os professores podem planejar suas aulas a partir de uma investigação mais fechada e estruturada, também chamada de investigação parcial, para uma investigação mais aberta e menos estruturada, chamada de investigação completa.

A ECAI com ênfase no contexto de aprendizagem de pesquisa apoia a aprendizagem colaborativa, pois fornece um meio mais significativo de fazer investigação científica por várias razões, incluindo a promoção de um sentimento de pertencimento, o desenvolvimento de uma identidade com a ciência ou como um cientista / a, compartilhando um objetivo comum, adquirindo papéis e normas, ajudando uns aos outros, trocando idéias e desenvolvendo habilidade e compreensão em fazer investigação científica.

Por fim, o ECAI com foco no conhecimento científico, que promove a aquisição de uma compreensão do conhecimento científico como conteúdo, pois é importante para aqueles alunos que mais tarde farão ciências.

Além disso, Busquets et al. (2016) citam a definição de Hmelo-Silver e Eberbach (2012) sobre *aprendizagem por investigação* como uma técnica de ensino que localiza a aprendizagem em problemas ou questões significativas, com foco na aprendizagem dos alunos de conhecimento disciplinar, raciocínio e práticas epistêmicas enquanto estão envolvidos em investigações colaborativo (HMELO-SILVER; EBERBACH, 2012, p. 514).

As autoras concluem que usando esta abordagem, os alunos aprendem as habilidades para fazer investigação científica e desenvolver uma compreensão da natureza da investigação

científica, fazendo conexões entre “aprender ciências, aprender a fazer ciências e aprender sobre ciências” (NRC, 1996, p. 25).

A proposta de Salvador Gil (2016; CALDERÓN et al., 2015) faz parte de um projeto denominado “Rede Participativa. Ciência, Tecnologia e Meio Ambiente”, promovido pela UNSAM e financiado pelo Ministério da Educação, que visa desenvolver um programa de inovação na educação do ensino médio, nas áreas de física, matemática, ciência da computação, química e tecnologia ambiental.

De acordo com o autor, o sistema educacional argentino mantém certas características semelhantes às indicadas para o resto da América Latina, inclusive o Brasil, respeito ao ensino de ciências: pouca ou nenhuma experimentação, são ministrados em um clima de “formalidade”, “seriedade” e “rigidez” que subtrai o seu carácter lúdico e aventureiro, elementos importantes no seu desenvolvimento e motivação, ênfase na transmissão de resultados científicos a nível informativo, com pouca atenção aos procedimentos e metodologia científica, privilégio dos cálculos informações quantitativas sobre a compreensão qualitativa dos fenômenos, o ensino de ciências é realizado por meio do que alguns educadores chamam de “inoculação verbal”, as ideias anteriores dos alunos não são levadas em consideração, as iniciativas individuais são deixadas de lado e muitas vezes considerado interruptivas (GIL, 2016, p. 5).

Em resposta a este dilema da educação atual, são projetadas sequências que cumprem duas atividades principais: 1) *Aprendizagem por imersão* e 2) *Desenvolvimento de salas de aula-laboratórios de baixo custo usando TIC*.

A primeira, a aprendizagem por imersão, em que a aprendizado das ciências é debatido nas escolas através da realização de *miniprojetos de investigação*, visando a integração de conhecimentos e competências de diferentes disciplinas

(interdisciplinaridade). A ideia consiste em incorporar nos cursos, a realização de pequenos projetos de investigação, limitados no tempo e que possam ser abordados com o nível de conhecimento e capacidade que os alunos podem atingir com um esforço moderado e de acordo com o nível do curso. (CALDERÓN et al., 2015, p. 216).

O segundo, com salas-laboratórios de baixo custo utilizando as possibilidades que estas as ferramentas digitais TIC oferecem, para melhorar os laboratórios tradicionais ou para gerar novos ensaios, em temáticas não tradicionais.

Os resultados alcançados sugerem que essa abordagem é eficaz na introdução dos alunos ao mundo do desenvolvimento tecnológico e da pesquisa científica. Os autores acreditam que o método é uma alternativa válida e viável para construir a aprendizagem significativa das ciências e um complemento útil para a teoria convencional e aulas de problemas. No entanto, alertam que “não deve ser utilizado para fazer o mesmo que tradicionalmente se faz nos cursos de ciências, mas que é necessário introduzir novas abordagens pedagógicas para que seu uso seja mais eficaz” (CALDERÓN et al., 2015, p. 224).

Nessa proposta, destaca-se a realização de miniprojetos de pesquisa interdisciplinar, pois, em qualquer proposta inovadora de ensino / aprendizagem de qualquer uma das ciências, é muito importante articular conhecimentos disciplinares por meio de atividades colaborativas de professores e alunos. Evidentemente, a recomendação indicada a esse respeito pelo Orientações Curriculares para o Ensino Médio (MEC, 2006) deve ser levada em consideração:

A interdisciplinaridade é muitas vezes confundida com o trabalho coletivo ou como oposição às disciplinas escolares. Sabe-se que cada disciplina científica possui enfoques particulares, recortes dessa natureza que conduzem a uma organização de saberes padronizados passíveis de serem comunicados. A interdisciplinaridade não é a busca de

uma unificação desses saberes, pois admitir isso seria negar aspectos históricos e epistemológicos da construção desse conhecimento e negar as características específicas, com objetos de estudo bem definidos, como a Física, a Química e a Biologia. [...] Não basta uma justaposição de várias disciplinas para atingir a competência crítico-analítica mencionada. Trata-se da construção de um novo saber a respeito da realidade, recorrendo-se aos saberes disciplinares e explorando ao máximo os limites e as potencialidades de cada área do conhecimento. O quanto será ultrapassado do limite de cada disciplina dependerá do projeto inicialmente elaborado. O objeto de estudo é o mesmo, mas levará a um novo saber, que não é necessariamente da Física, da Química ou da Biologia, mas um saber mais amplo sobre aquela situação, aquele fenômeno. Essa interpretação da interdisciplinaridade pertence ao campo epistemológico, pois é a própria complexidade do objeto que se pretende conhecer que exige ultrapassar fronteiras disciplinares (MEC, 2006, p. 51-52).

Outro aspecto muito importante para o aprendizado da Física e outras ciências naturais, é a vinculada à atividade experimental. Na ciência, em particular na física moderna, não é fácil recorrer a atividades experimentais na escola e mesmo na universidade. Soma-se a isso a ausência de recursos didáticos para o ensino desses ramos da ciência nas instituições públicas. Portanto, é muito importante destacar a importância de propostas alternativas, com experimentos de baixo custo, elaborados com resíduos recicláveis ou utilizando ferramentas digitais como recursos, bem como o desenho de experimentos mentais.

Carrascosa et al. (2006), coloca uma proposta de *Práticas de laboratório como pesquisa* a partir de uma crítica as práticas de laboratório regulares. Os aspectos principais são numerados:

1. Apresentar situações de problema abertas com um nível de dificuldade apropriado para que os alunos possam tomar decisões para esclarecê-las e, assim, formar para transformar situações problemáticas abertas em problemas específicos.

2. Incentivar a reflexão dos alunos sobre a relevância e possível interesse das situações propostas, que dão sentido ao seu estudo, incluindo as possíveis implicações entre ciência, tecnologia, sociedade e meio ambiente (CTSA).
3. Promover análises qualitativas significativas que ajudem a compreender e restringir as situações levantadas (à luz do conhecimento disponível, o interesse do problema etc.) e a formular questões operacionais sobre o que se busca.
4. Propor a emissão de hipóteses como atividade central da investigação científica, capaz de orientar o tratamento das situações e explicitar, funcionalmente, os preconceitos dos alunos.
5. Dar toda a sua importância ao desenvolvimento de projetos e ao planeamento da atividade experimental pelos próprios alunos, dando à dimensão tecnológica o papel que merece neste processo.
6. Propor a análise criteriosa dos resultados (sua interpretação física, confiabilidade etc.), à luz do corpo de conhecimentos disponíveis, das hipóteses tratadas e dos resultados de outros pesquisadores (os de outras equipes de alunos e os aceitos pela comunidade científica, recolhida em livros e história).
7. Propor a consideração de perspectivas possíveis (repensar o estudo para outro nível de complexidade, problemas derivados) e contemplar, em particular, as implicações CTSA do estudo realizado (aplicações possíveis, repercussões negativas).
8. Solicitar um esforço de integração que considere o contributo do estudo realizado para a construção de um corpo coerente de conhecimentos, bem como as possíveis implicações noutras áreas do conhecimento.

9. Atribuir especial importância à elaboração de relatórios científicos que reflitam o trabalho desenvolvido e possam servir de base para evidenciar o papel da comunicação e do debate na atividade científica.
10. Aumentar a dimensão coletiva do trabalho científico, organizando equipes de trabalho e facilitando a interação entre cada equipe e a comunidade científica, representada na aula pelas restantes equipas, o corpo de conhecimentos já construído (recolhido nos manuais escolares e, sobretudo, de forma significativa, nos livros da ciência e de história), o professor como especialista etc.

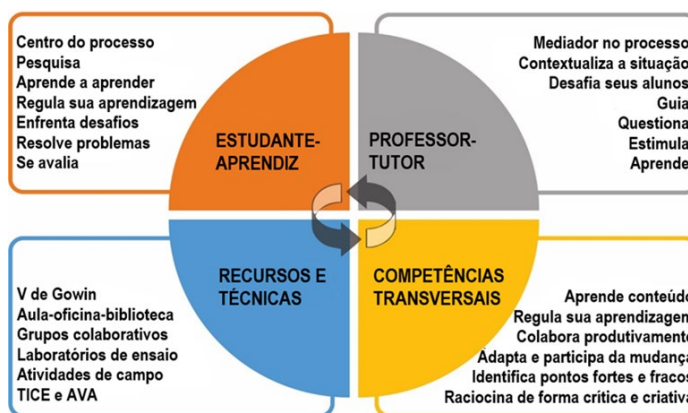


Figura 17. Diagrama de síntese de elementos para aprendizagem ativo de ciências a partir da complexidade.

Fonte: Lobo; Terán (2019)

Por fim, considerando as metodologias ativas e inovadoras descritas, o diagrama (tomado de LOBO; TERÁN, 2019) da figura 17 é colocado como uma síntese das características de um modelo de aprendizagem de ciências, em particular da física, adaptado aos requisitos normativos, didáticos e pedagógicos.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A utilização de esquemas de ensino baseados na memorização de fórmulas, aplicados a situações ultra simplificadas, com pouca ou nenhuma relação com o mundo “real”, com ênfase em leis determinísticas e sem referencial, leva a uma aprendizagem sem contexto, mecânica e não significativa, como a teoria da aprendizagem significativa crítica de Moreira (2005, 2011) deixa claro.

Assim, por exemplo, aqueles alunos que aprenderam sobre o fenômeno da “queda livre” sem levar em conta o atrito (força de atrito ou suporte aéreo), geralmente não serão capazes de dar uma explicação adequada para situações um pouco mais complexas, como: queda de um paraquedista antes e depois de abrir seu paraquedas, pois esse movimento ocorre em um meio viscoso de densidade variável que o modelo didático apagou.

Pretende-se evitar, desde cedo, a construção conceitual de um mundo regido por leis deterministas e gerais, para que o aluno as associe com casos particulares de ideias mais amplas, mas não contraditórias, embora envolvam incertezas e irregularidades, típicas da física quântica e relativística. A compreensão do mundo “real” a partir de sua complexidade, segundo a concepção de Morin (2011)

Além disso, para o mesmo aluno que aprendeu com muitas deficiências as teorias, princípios e leis que explicariam todos os fenômenos físicos, após é atingido com as teorias modernas da física, com ideias contraditórias com essas ideias simplificadas e clássicas do mundo que ele construiu durante muitos anos.

Fadel et al. (2015) alertam que:

um dos principais obstáculos da mudança dos objetivos, padrões e currículos da educação é a inércia histórica. Mesmo

quando enxergamos a importância de variar as competências além dos conhecimentos básicos e das habilidades, é difícil inserir com eficiência novas disciplinas e habilidades em um sistema já estabelecido e cheio de conteúdo. É quase impossível realizar inovações ambiciosas com tais limitações. (FADEL et al., 2015)

Propomos uma revisão da forma tradicional como o conteúdo é apresentado no Ensino Médio para garantir uma discussão atualizada e contextualizada da visão oferecida pela física sobre o universo e os fenômenos que nele ocorrem, a partir da visão de complexidade que nos mostra do Universo como objeto de estudo, a partir das linhas curriculares do BNC *para Ciências Naturais e suas Tecnologias* (MEC, 2019) y as *Orientações curriculares para o ensino médio - OCEM* (MEC, 2006). Isso permitiria introduzir uma imagem do mundo que envolve o aluno simultaneamente das teorias clássica e moderna da Física (pelo menos no nível conceitual), adicionando um conjunto de detalhes que são silenciados nos modelos simplificados da Física Clássica.

Muitos dos argumentos apresentados ao longo do capítulo, preparados com a intenção de analisar e discutir o aprendizado da Física, podem ser estendidos sem grandes ajustes para o resto das ciências naturais, particularmente Química e Biologia e, talvez, em certa medida, Matemática.

A discussão da interdisciplinaridade, como mecanismo para garantir uma visão complexa de dois fenômenos naturais, foi insuficiente. Incentivamos a ampliação deste estudo e recomendamos a revisão sobre interdisciplinaridade e formação de professores em Araújo (2017; ARAÚJO; ALVES, 2014).

Ainda existem aspectos muito importantes que não foram discutidos neste trabalho, mas que sabemos serem decisivos no ensino-aprendizagem de ciências, um deles, a formação inicial de professores de ciências naturais. Nesse sentido, Galiuzzi (2000) constatou que nos cursos de formação de professores de Química,

Física e Biologia há uma desarticulação entre os conteúdos específicos e as disciplinas de natureza pedagógica. A desarticulação encontrada nos cursos de formação acarreta um grande problema para o novo professor em sala de aula, pois nos cursos de licenciatura os conteúdos específicos apresentam-se em ordem de prioridade.

AGRADECIMENTO

Uma versão mais corta deste trabalho foi apresentada pelos autores na *VI Escola Brasileira de Ensino de Física (VI EBEF)*, realizada de 19 a 23 de agosto de 2019 em Cariacica – Espírito Santo, com a ajuda financeira do **PPGEC**-Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências: Química da Vida e Saúde da FURG.

REFERÊNCIAS

- ABRAHAM, R. H. The Genesis of Complexity. *World Futures: The Journal of Global Education*, v. 67, n. 4-5, p. 380-394. 2011. DOI: 10.1080/02604027.2011.585915. Disponível em: <https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/02604027.2011.585915>
- ACEVEDO, J.A. Comprensión Newtoniana de la Caída de Cuerpos: Un Estudio de su Evolución en el Bachillerato. *Enseñanza de las Ciencias*, 1989, v.7, n. 3, p. 241-246.
- ANTONOWSKI, R.; ALENCAR, M. V.; ROCHA, L. C. T. Difficulties to learn and to teach modern physics. *Scientific Electronic Archives*. v. 10, n. 4, 2017. Disponível em: <https://sea.ufr.edu.br/index.php?journal=SEA&page=article&op=view&path%5B%5D=384>.
- ARAÚJO, Cláudio R. P. Um Diálogo entre Piaget, Vygotski e Wallon sobre as categorias de Desenvolvimento e Aprendizagem. *Id on Line Rev. Mult. Psic.* V.14, N. 49 p. 489-503, fevereiro/2020. DOI: 10.14295/online.v14i49.2369. Disponível em: <https://online.emnuvens.com.br/id/article/view/2369>.

ARAÚJO, Rafael Rodrigues de. *Entre sonhos e realidades: A Auto-Eco-Formação Interdisciplinar de Professores em Ciências da Natureza*. Rio Grande, FURG, 2017. Tese (Doutorado em Educação em Ciências: Química da Vida e Saúde) – Associação Ampla FURG/UFEGS/UFSM – Universidade Federal do Rio Grande, 2017. 155 p.

ARAÚJO, Rafael Rodrigues de; ALVES, Cristiane da Cunha. Na Busca da Interdisciplinaridade: Percepções sobre a Formação Inicial de Professores de Ciências da Natureza, *Ciência e Natura*, Santa Maria, v. 36, n. 3, et-dez. 2014, p. 349 – 357. DOI: 10.5902/2179460X13445.

ARMSTRONG, Th. *Las inteligencias múltiples en el aula*. México: Manantial. 1999.

ARONS, B. *A Guide to Introductory Physics Teaching*. New York: John Wiley, 1990.

ASHBY W. R. *An introduction to cybernetics*, New York: J. Wiley and Sons, 1956. DOI: 10.5962/bhl.title.5851. Disponível em: <https://ia800206.us.archive.org/6/items/introductiontocy00ashb/introductiontocy00ashb.pdf>.

AUSUBEL, David P.; NOVAK, Joseph, D.; HANESIAN, Helen. *Psicología Educativa: Un punto de vista cognoscitivo*. Trad. SANDOVAL, Mario 2º ed. México: TRILLAS. 1983. 623 p.

BACICH, L.; TANZI-NETO, A.; TREVISANI, F.M. (orgs.). *Ensino Híbrido: personalização e tecnologia na educação*. Porto Alegre: Penso, 2016.

BANDURA, A.; AZZI, R. G.; POLYDORO, S. *Teoria Social Cognitiva: conceitos básicos*. Porto Alegre: ArtMed, 2008. 176 p.

BATTISTI, César Augusto. O método de análise cartesiano e o seu fundamento. *Scientiae Studia*, São Paulo, v. 8, n. 4, p. 571-596, Dec. 2010. DOI: 10.1590/S1678-31662010000400004. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1678-31662010000400004&lng=en&nrm=iso, acessado em 02 fev. 2020.

BERTALANFFY, L. V. *Teoria Geral dos Sistemas: Fundamentos, desenvolvimento e aplicações*. Trad. F. Guimaraes. Petrópolis: Vozes, 2010.

BESSA, Valéria da Hora. *Teorias da Aprendizagem*. Curitiba: IESDE Brasil, 2008. 204 p.

BONIL, J.; SANMARTÍ, N.; TOMÁS, C.; PUJOL, R. M. Un nuevo marco para orientar respuestas a las dinámicas sociales: El paradigma de la complejidad. *Investigación en la Escuela*, n. 53, p. 10-20, 2004, Sevilla (España).

BORGES, M. D. Física Moderna e Contemporânea: uma experiência didática com a teoria da relatividade restrita. Dissertação de Mestrado. Porto Alegre, 2005.

BRASIL. *BNCC – Base Nacional Comum Curricular: Educação é a base*. CONSED-Conselho Nacional de Secretários de Educação, MEC-Ministério da Educação, 2019. Disponível em: http://basenacionalcomum.mec.gov.br/images/BNCC_EI_EF_110518_versaofinal_site.pdf ou em: <http://basenacionalcomum.mec.gov.br/abase/>.

BRASIL. *Orientações curriculares para o ensino médio; volume 2: Ciências da natureza, matemática e suas tecnologias / Secretaria de Educação Básica*. – Brasília: Ministério da Educação, Secretaria de Educação Básica, 2006. Disponível em: http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/book_volume_02_internet.pdf

BRETT, Ely; SUÁREZ, William. *Teoría y Práctica Física*. Caracas: Discolar. 2017.

BROCKINGTON, G. A realidade escondida: a dualidade onda-partícula para estudantes do ensino médio. Dissertação de Mestrado. Universidade de São Paulo, 2005.

BUSQUETS, Tamara; SILVA, Marta, LARROSA, Paulina. Reflexiones sobre el aprendizaje de las ciencias naturales: Nuevas aproximaciones y desafíos. *Estudios Pedagógicos*, n. especial 40 años, 2016, p. 117-135.

CALDERÓN, Silvia E.; NÚÑEZ, Pablo; DI LACCIO, José L.; IANNELLI, Leila M.; GIL, Salvador. Aulas-laboratorios de bajo costo, usando TIC. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, v. 12, n.1, 2015, p. 212-226.

CARRASCOSA, J. El problema de las concepciones alternativas en la actualidad (Parte II). El cambio de concepciones alternativas. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, v. 2, n. 3, 2005, p. 388-402.

CARRASCOSA, Jaime; GIL PÉREZ, Daniel; VILCHES, Amparo. Papel de la Actividad Experimental en la Educación Científica. *Cad. Brás. Ens. Fís.*, v. 23, n. 2: p. 157-181, ago. 2006.

CARVALHO NETO, R. A. Aspecto predictivo da Mecânica Clássica e da Mecânica Quântica: uma proposta teórico-metodológica para alunos do ensino médio. Dissertação de Mestrado. Salvador, 2006.

CASTILHO, M. I. Uma introdução conceitual à relatividade especial no ensino médio. Dissertação de mestrado. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2005.

CHIARELLI, R.A. Física Moderna e Contemporânea no ensino médio: é possível abordar conceitos de Mecânica Quântica. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2006.

CHITOLINA, Diogo. *Desenvolvimento de um Ambiente Virtual de Ensino e Aprendizagem para o Ensino da Relatividade*. Dissertação de Mestrado. Programa: Ensino de Física - PROFIS Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2017.

COELHO, Patricia Margarida Farias; COSTA, Marcos Rogério Martins; MATTAR NETO, João Augusto. Saber Digital e suas Urgências: reflexões sobre imigrantes e nativos digitais. *Educação e Realidade*, Porto Alegre, v. 43, n. 3, p. 1077-1094, Set. 2018. DOI: 10.1590/2175-623674528. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2175-62362018000301077&lng=en&nrm=iso acessado em: 20 Dec. 2018.

CRUZ, A. G. Como Ensinar Física Moderna, no Ensino Médio: Discussões e Sugestões. Monografia do Curso de Licenciatura Plena em Física. Faculdade de Física. Universidade Federal de Uberlândia. 2004.

DA SILVA, J. R. N.; ARENGHI, L. E. B.; LINO, A. Porque inserir física moderna e contemporânea no ensino médio? Uma revisão das justificativas dos trabalhos acadêmicos. *Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia*, v. 6, n.1, abr. 2013. DOI: 10.3895/S1982-873X2013000100004.

DA SILVA, L.F.; ASSIS, A. Física Moderna no Ensino Médio: um experimento para abordar o efeito fotoelétrico. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, v. 29, n. 2, pp. 313 – 324. Ago. 2012. DOI: 10.5007/2175-7941.2012v29n2p313.

DAVIS, Brent; SUMARA, Dennis. *Complexity and Education: Inquiries into Learning, Teaching and Research*. Lawrence Erlbaum Associates- Routledge: Mahwah, NJ, USA. 2006.

DAVIS, C. L. F.; DE ALMEIDA, L.R.; RIBEIRO, M.P.O.; RACHMAN, V.C.B. Abordagens vygotskiana, walloniana e piagetiana: diferentes olhares para a sala de aula. *Psic. da Ed.*, São Paulo, 34, 1º sem. de 2012, pp. 63-83. Disponível em: <https://revistas.pucsp.br/psicoeduca/article/viewFile/28043/19749>.

DE LA TAILLE, Y.; DE OLIVEIRA, M. K.; DANTAS, H. *Piaget, Vigotski, Wallon: Teorias psicogenéticas em discussão*. São Paulo: SUMMUS EDITORIAL. 2019.

DELORS, J. Educação: um tesouro a descobrir. São Paulo: Cortez, UNESCO, MEC, 1998.

DEWEY, J. *How We Think*. Boston: D. C. Heath & co., Publishers. 1910, Cópia em: The Project Gutenberg EBook, 2011. Disponível em: <https://www.gutenberg.org/files/37423/37423-h/37423-h.htm>.

DEWEY, J. *Democracy and Education*. Cópia em: The Project Gutenberg EBook, 2015. Disponível em: http://www.gutenberg.org/files/852/852-h/852-h.htm#link2H_SUMM8.

DE JESUS, M. A. *Produção de materiais paradidáticos para a inserção da física moderna e contemporânea no ensino médio*. Dissertação de Mestrado. Programa: Ensino de Física - PROFIS Universidade Federal de Rondônia, Ji-Paraná, 2015.

DE JESUS, J. D. S. *Estudo da Radiação X: Desenvolvendo uma Estratégia de Ensino para a Aprendizagem Significativa*. Dissertação de Mestrado. Programa: Ensino de Física - PROFIS Universidade Estadual de Feira de Santana, Bahia, 2015.

EVANGELISTA, R. L. *Problematizando o Ensino de Física Moderna e Contemporânea: Uma Proposta Didática Baseada nos Três Momentos Pedagógicos Utilizando a Astronomia como Temática Central*. Dissertação de Mestrado. Programa: Ensino de Física - PROFIS Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória, 2016.

FADEL, C.; BILIAK, M.; TRILLING, B. *Educação em quatro dimensões: as competências que os estudantes precisam ter para atingir o sucesso*. Trad. Lilian Bacich. Center for Curriculum Redesign; Instituto Península; Instituto Ayrton Senna. Boston, 2015. Disponível em: <https://curriculumredesign.org/wp-content/uploads/Educacao-em-quatro-dimensoes-Portuguese.pdf>. Acesso em: 20/09/2020.

FANARO, M.; OTERO, M.R.; ARLEGO, M. Teaching the foundations of quantum mechanics in secondary school: a proposed conceptual structure. *Investigações em Ensino de Ciências*, v. 14, 2009.

FERNÁNDEZ, Patricia Esther. *Teorías y modelos en la enseñanza -aprendizaje de la Física Moderna*. Tesis de Doctorado. Facultad de Matemática, Astronomía y Física, Universidad Nacional de Córdoba. 2014.

FLAVELL, J.H. Metacognition and Cognitive Monitoring: A New Area of Cognitive Developmental Inquiry. *American Psychologist*, v. 34 n. 705-712 p. 906, 11 Oct 1979.

FLAVELL, J. H. *El desarrollo cognitivo*, Madrid: Editorial Antonio Machado. 1993.

FREIRE, Paulo. *Pedagogia da autonomia: saberes necessários à prática educativa*. São Paulo: Paz e Terra, 1996.

FREEMAN, S.; EDDY, S.L.; MC DONOUGH, M.; SMITH, M.K.; OKOROAFOR, N.; JORDT, H.; WENDEROTH, M.P. Active learning increases student performance in

science, engineering, and mathematics. *PNAS*, v. 111, n. 23, p. 8410-8415, 2014. DOI: 10.1073/pnas.1319030111. Disponível em: <http://bit.ly/2IN7quX>.

FREIRE, Paulo. *Pedagogia do oprimido*. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1987.

FUCHS, E. I.; HADJIMICHEF D.; MASSONI, N. T. Uma proposta para introduzir a Teoria da Relatividade Restrita no ensino médio: abordagem histórico - epistemológica e conceitual. *Textos de Apoio ao Professor de Física*, v. 27 n. 6, Porto Alegre: UFRGS, 2016.

GALIAZZI, M.C. *Educar pela pesquisa: espaço de transformação e avanço na formação do professor de Ciências*. Porto Alegre, PUCRS, 2000. Tese (Doutorado em Educação) - Faculdade de Educação - Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, 2000.

GARDNER, Howard. *Estructuras de la Mente: La teoría de las inteligencias múltiples*. Bogotá: Fondo de Cultura Económica. 2001, 297 p.

GARDNER, Howard. *La inteligencia reformulada: Las inteligencias múltiples en el siglo XXI*. Trad. SÁNCHEZ, G. Madrid: Paidós. 2010, 352 p.

GASPAR, Alberto. *Compreendendo a Física - Vol. 3: Eletromagnetismo e Física Moderna*. São Paulo: Ática, 2017.

GIL, Salvador. Enseñanza de las ciencias, desafíos y oportunidades. *Jornada Pedagógicas UNSAM - Universidad Nacional de San Martín – Buenos Aires – Argentina*. 28 septiembre 2006.

GIL PEREZ, D.; SENENT, F.; SOLBES, J. ANALISIS CRITICO DE LA INTRODUCCION DE LA FISICA MODERNA EN LA ENSEÑANZA MEDIA. *Revista de la Enseñanza de la Física*. v. 2 n. 1, 1986, p. 16-21. Disponível em: <https://revistas.unc.edu.ar/index.php/revistaEF/article/view/15990>.

GOIS, E.; ORMEZZANO, G. Física Moderna e Contemporânea numa história em quadrinhos por estudantes do Ensino Médio. *Research, Society and Development*, v. 9, n. 10, out. 2020. DOI: 10.33448/rsd-v9i10.8239.

GOLEMAN D. *Emotional Intelligence: Why It Can Matter More Than IQ*. New York: Bantam Books, 1995.

GOMES, M. L. A. *Einstein e a Relatividade entram em Cena*. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal do Vale do São Francisco, Juazeiro, 2015.

GOWIN, D. Bob. *Educating*. Ithaca, New York: Cornell University Press, 1981.

GROCH, T. M.; BEZERRA JUNIOR, A. G. *O Ensino de Relatividade Restrita e Geral nos Livros Didáticos do PNLEM 2009*. In: Atas do XVIII Simpósio Nacional de Ensino de Física, 2009, Vitória.

GUERRA, A.; BRAGA, M.; REIS, J.C. Teoria da relatividade restrita e geral no programa de mecânica do ensino médio: uma possível abordagem. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, v. 29, n.4, p. 575-583, 2007.

HAMMER, David., Discovery learning and discovery teaching. *Cognition and instruction*, v. 15, n. 4, 1997, p. 485-529.

HAWKING, S. *O universo numa casca de noz*. Rio de Janeiro: Saraiva. 2001.

HEISENBERG, W. *Física e filosofia*. 2.. ed. Brasília: UnB, 1987. 158 p.

HMELO-SILVER, C.; EBERBACH, C. Learning theories and problem-based learning. In *Problembased learning in clinical education*. Netherlands: Springer, 2012, p. 3-17.

HORN, M.B.; STAKER, H. *Blended: Usando a inovação disruptiva para aprimorar a educação*. Porto Alegre: Penso, 2015.

ILLERIS, Knud. Uma compreensão abrangente sobre a aprendizagem humana. In ILLERIS, K. (Org.) *Teorias contemporâneas da aprendizagem*. Porto Alegre: Penso, 2013. 280 p.

ILLERIS, Knud. *How We Learn: learning and non-learning in school and beyond*. Oxon, Canadá: Routledge, 2007. 289 p.

JOU, David. Einstein y la complejidad. *Arbor: Ciencia, pensamiento y cultura*, n. 728, 2007, p.p. 877-887. Disponível em: <http://arbor.revistas.csic.es/index.php/arbor/article/view/150/150>.

KARAM, R. A. S. Relatividade restrita no início do ensino médio: elaboração e análise de uma proposta. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2005.

KARAM, R. A. S.; CRUZ, S. M. S. C. DE COIMBRA, D. Tempo relativístico no início do Ensino Médio. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, v. 28, n.3, p. 373-386, 2006.

KARAM, R. A. S.; CRUZ, S. M. S. C. de S. COIMBRA, D. Relatividades no Ensino Médio: o debate em sala de aula. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, v. 29, n.1, p. 105-114, 2007.

KELLY, G. A. *The psychology of personal constructs*. Vol. 1. A theory of personality. Vol. 2. Clinical diagnosis and psychotherapy. New York: W. W. Norton, 1955.

KÖHNLEIN, J. F. K.; PEDUZZI, L. O. Q. Uma discussão sobre a natureza da ciência no Ensino Médio: um exemplo com a teoria da relatividade restrita. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, v. 22, n. 1: p. 36-70, abr. 2005.

LACUEVA TERUEL, Aurora. et al. *Ciencia para vivir en comunidad*. 3er. Año. Tomo I-II Ciencias Naturales. Colección Bicentenario. 3 ed. Fundación Editorial El perro y la rana / Editorial Escuela, 2014a.

LACUEVA TERUEL, Aurora. et al. *Energía para la vida*. 4to. Año. Tomo I-II Ciencias Naturales. Colección Bicentenario. 3 ed. Fundación Editorial El perro y la rana / Editorial Escuela, 2014b.

LEFRANÇOIS, Guy R. *Theories of human learning: Mrs. Gribbin's Cat*. 7a. e. Cambridge, UK: Cambridge University Press, 2020. 547 p. DOI: 10.1017/9781108696333.

LEWIN, Kurt. *Dinámica de la Personalidad*. 2ª. ed. Madrid: Morata. 1973.

LILLARD, Angeline; ELSE-QUEST, Nicole. Evaluating Montessori Education. *Science*, v. 313, n. 5795, pp. 1893-1894. Set. 2006. DOI: 10.1126/science.1132362.

LOBO, H. E.; PACHECO, A. C.; BRICEÑO, J. R. Aprendizaje Complejo a través de las TIC en las Universidades Venezolanas. *RELACult*, v. 05, ed. especial, abr., 2019, artigo nº 1194.

LOBO, H. E.; TERÁN, J. C. *Do Problem-Based learning (PBL) às situações problema: Abordagem pedagógica diferente no ensino de ciências*. 14º Simpósio Sul-rio-grandense de Professores de Ciências e Matemática - Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Sul Riograndense-CaVG/IFSul. Pelotas, 2019.

LOCH, J. Física Moderna e Contemporânea no planejamento dos professores de Física das Escolas Públicas do Estado do Paraná. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal do Paraná. Curitiba, 2011.

LOCH, J.; GARCIA, N.M.D. Física Moderna e Contemporânea na Sala de Aula do Ensino Médio. In: Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências. VII ENPEC, 2009. Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis. Atas.

MACIEL, G. S. *Proposta de uma Sequência Didática sobre Tópicos de Física Quântica através do Uso de Simulações Computacionais y da Determinação da Constante de Planck com LEDS Aplicado ao Ensino Médio*. Dissertação de Mestrado. Programa: Ensino de Física - PROFIS Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória, 2016.

MALDONADO, C. E. *Visiones sobre la Complejidad*, Bogotá: Ediciones El Bosque. 2001

MALDONADO, C. E.; GÓMEZ, N.A. *El mundo de las ciencias de la complejidad: Una investigación sobre qué son, su desarrollo y sus posibilidades*. Colección Complejidad. Bogotá: Editorial Universidad del Rosario, 2011.

MANTOVANI, S. B. *Sequência Didática como Instrumento para a Aprendizagem Significativa do Efeito Fotoelétrico*. Dissertação de Mestrado. Programa: Ensino de Física - PROFIS Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho (Sede), São Paulo, 2015.

MARCHENA, Adriana et al. *Construyamos el Futuro*. 5to. Año. Tomo I-II Ciencias Naturales. Colección Bicentenario3 ed. Fundación Editorial El perro y la rana / Editorial Escuela, 2014.

MASON, Mark (Ed.). *Complexity Theory and the Philosophy of Education*, Wiley-Blackwell: West Sussex, UK. Book Compilation. Philosophy of Education Society of Australasia. 2008.

MATURANA, H.; VARELA F. *El árbol del conocimiento*. Buenos Aires: Editorial Universitaria, Lumen, 2003.

MAZUR, E. *Peer Instruction: User's manual*, Upper Saddle River, N.Y.: Prentice Hall, 1997.

MEDEL ESQUIVEL, Ricardo. *Ciencias 2. Física: Guía para el maestro*. Mexico: Ediciones Castillo, 2013. Disponível em: https://issuu.com/mayonesa/docs/libro_para_el_maestro_castillo

MENESES, L.C., Uma Física para o Novo Ensino Médio. *Física na Escola*. v. 1, n.1, p.7, out. 2000.

MONCADA MIJIC, Felipe; SANHUEZA CID, Loreto; VALDÉS ARRIAGADA, Pablo. *Ciencias Naturales: EJE FÍSICA. 1º MEDIO*. Edición Especial para el Ministerio de Educación. Providencia: Ediciones SM, Chile, 2017.

MONCADA MIJIC, Felipe; SANHUEZA CID, Loreto; VALDÉS ARRIAGADA, Pablo. *Ciencias Naturales: FÍSICA. 1º y 2º MEDIO*. Edición Especial para el Ministerio de Educación. Providencia: Editorial CPE, Chile, 2017.

MOREIRA, Marco Antônio. *Aprendizaje significativo: teoría y práctica*. Madrid: Aprendizaje Visor, 2000, 100 p.

MOREIRA, Marco Antônio. La Teoría de los Campos Conceptuales de Vergnaud: La enseñanza de las ciencias y la investigación en el área. *Investigaciones en Enseñanza de las Ciencias*, v. 7, n. 1, 2002.

MOREIRA, Marco Antônio. La Teoría del Aprendizaje Significativo Crítico: un referente para organizar la enseñanza contemporánea. *UNIÓN. Revista Iberoamericana de Educación Matemática*, n. 31, Sep. 2012, p. 9-20.
Disponível em: http://www.fisem.org/www/union/revistas/2012/31/archivo_5_de_volumen_31.pdf.

MOREIRA, Marco Antônio. Grandes Desafios para o Ensino da Física na Educação Contemporânea. *Revista do Professor de Física*, v. 1, n. 1, p. 1-13, 7 ago. 2017. DOI: 10.26512/rpf.v1i1.7074. Disponível em: <https://periodicos.unb.br/index.php/rpf/article/view/7074>

MOREIRA, Marco Antônio. Aprendizaje significativo crítico (Critical meaningful learning). *Indivisa. Boletín de Estudios e Investigación*, n. 6, 2005, p. 83-102. La Salle Centro Universitario, Madrid, España. Disponível em: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=771/77100606>.

MORIN, Edgar. *Cultura de massas no século XX: o espírito do tempo*. Rio de Janeiro: Forense-Universitária, 1977.

MORIN, Edgar. *El Método II: La vida de la vida*. Ediciones Cátedra: Madrid, 1983.

MORIN, Edgar. *El Método I: La Naturaleza de la naturaleza*. Segunda edición. Colección Teorema. Ediciones Cátedra: Madrid, 1986.

MORIN, Edgar. *El Método III: El conocimiento del conocimiento*. Colección Teorema. Ediciones Cátedra: Madrid, 1988.

MORIN, Edgar. *Introducción al pensamiento complejo*. Gedisa Editorial: Barcelona, 1990.

MORIN, Edgar. *El Método IV. Las Ideas*. Colección Teorema. Ediciones Cátedra: Madrid, 1992.

MORIN, E. *Tierra-Patria*. Editorial Kairós: Barcelona, 1993.

MORIN, E. Conferencia dictada en el Salón Dorado de la Casa de Gobierno, el 5 de abril de 1999, en el marco del Ciclo de Conferencias de la Escuela de Gobierno para Jóvenes. Buenos Aires (Argentina).

MORIN, E. *Os sete saberes necessários a educação do futuro*. Cortez Editora: São Paulo, UNESCO, 2000.

MORIN, E. *Introdução ao pensamento complexo*. Trad. Eliane Lisboa. Sulina: Porto Alegre. 2011.

MORIN, E.; CIURANA, E. R.; MOTTA, R.D. *Educar na Era Planetária*. Cortez Editora: São Paulo, UNESCO, 2003.

MOYANO, María L. (Ed.). *FÍSICA 1º, 2º, 3º BGU*. MINISTERIO DE EDUCACIÓN. Quito: Don Bosco Obras Salesianas de Comunicación. 2020.

MUÑOZ RODRÍGUEZ, Jimmy. *FÍSICA 3º - 4º MEDIO*. Santiago de Chile: Editora ZIG-ZAG, 2012.

NICOLESCU, B. A prática da transdisciplinaridade. In: *Educação e transdisciplinaridade: Pluridade*, p. 129-142. Brasília: UNESCO, 2000.

NICOLESCU, B. Um Novo Tipo de Conhecimento – Transdisciplinaridade. In: *Educação e transdisciplinaridade: Pluridade*, p. 9-26. Brasília: UNESCO, 2000.

NOVAK, G. M. et al. *Just-in-Time Teaching*: blending active learning whit web technology. [S.l.] 1999. Upper Saddle River, NJ: Prentice Hall, 188 p.

NRC - National Research Council. (1996). National Science Education Standards. Washington DC, 1996.

OLIVEIRA, Vagner; VEIT, Eliane Ângela; ARAÚJO, Ives Solano. Relato de experiência com os métodos Ensino sob Medida (Just-in-Time Teaching) e Instrução pelos Colegas (Peer Instruction) para o Ensino de Tópicos de Eletromagnetismo no nível médio. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, v. 32, n. 1, p. 180-206, abr. 2015.

OSTERMANN, F.; CAVALCANTI, C. J. de H. *Teorias de Aprendizagem* Porto Alegre: Evangraf; UFRGS, 2011. 58 p. Disponível em: http://www.ufrgs.br/sead/servicos-ead/publicacoes-1/pdf/Teorias_de_Aprendizagem.pdf.

OSTERMANN, F.; MOREIRA, M. A. Uma revisão bibliográfica sobre a área de pesquisa “física moderna e contemporânea no ensino médio”. *Investigações em Ensino de Ciências*, v. 5, n. 1, mar. 2001.

OSTERMANN, F.; MOREIRA, M. A. Física Contemporânea en la Escuela Secundaria: Una Experiencia en el Aula Involucrando Formación de Profesores. *Enseñanza de las Ciencias*, n.18, n. 3, 2000, p. 391-404.

OYOLA, Nathalie F.; TOBAR G., Carolina. *Física 2º Medio*: Texto del Estudiante. Providencia: Ediciones SM Chile, 2018. Disponível em: https://issuu.com/elbasurita/docs/f_sica_2_medio_-_texto_del_estudia

PEREIRA A.; OSTERMANN, F. Sobre o Ensino de Física Moderna e Contemporânea: Uma Revisão da Produção Acadêmica Recente. *Investigações em Ensino de Ciências*, v. 14, n. 3, 2009. Disponível em: <https://www.if.ufrgs.br/cref/ojs/index.php/ienci/article/view/349>.

PERRENOUD, Philippe. Diez Nuevas Competencias para Enseñar: Invitación al Viaje, México: Graó -Colofón, 2007. 168 p.

PIAGET, J. *Psicología y Pedagogía*. Barcelona: Ariel, 1969.

PINTO, R.; ALIBEIRAS, J.; GÓMEZ, R. Tres enfoques sobre la investigación en concepciones alternativas. *Enseñanza de las Ciencias*, v. 14, n. 2, 1996, p. 221-232.

POLTRONIERI, V. M. *Uma Proposta de Abordagem para o Ensino de Cinemática Relativística no Ensino Médio Baseada em Aprendizagem Significativa de Ausubel*. Dissertação de Mestrado. Programa: Ensino de Física - PROFIS Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória, 2017.

PORTO, D. A. *A Inserção de Conteúdos de Física Moderna em Turmas de 3º Ano do Ensino Médio Integrado do IF Sertão - Pe*: Uma abordagem com práticas experimentais usando materiais de baixo custo. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal do Vale do São Francisco, Juazeiro, 2015.

POSNER, G., STRIKE, K.; HEWSON, P.; GERTZOG, W. Accomodation of a scientific conception: Toward a theory of conceptual change. *Science Education*, v. 66, n. 2, 1982, p. 211-227.

POZO, J.I. Y, sin embargo, se puede enseñar ciencia. *Infancia y Aprendizaje*, n. 38, 1987, p. 109-113

PRIGOGINE, I. *From Being to Becoming: Time and Complexity in the Physical Sciences*. San Francisco: W. H. Freeman & Co. 1980

PRIGOGINE, I. Nobel Lecture in Chemistry. Time, Structure and Fluctuations, 1977. Disponível em: <https://www.nobelprize.org/prizes/chemistry/1977/prigogine/lecture/>

REGO, T. C. Vygotsky: uma perspectiva Histórico-Cultural da Educação. Rio de Janeiro, Vozes, 2002, 138 p.

REYNOSO, C. *Modelos o metáforas: Crítica del paradigma de la complejidad de Edgar Morin* UNIVERSIDAD DE BUENOS AIRES GRUPO ANTROPOCAOS, 2009. Disponível em: <http://carlosreynoso.com.ar/archivos/territorio/Reynoso-Modelos-o-metaforas.pdf>

RODRÍGUEZ Z, L. G. Problematicación de la complejidad de los sistemas de pensamiento: un modelo epistemológico para la investigación empírica de los paradigmas. *Revista Latinoamericana de Metodología de las Ciencias Sociales*, v.7, n. 2, e. 025. 2017 DOI: 10.24215/18537863e025. Disponível em: <https://www.relmecs.fahce.unlp.edu.ar/article/view/RELMECSe025>

RODRÍGUEZ Z., L. G.; RODRÍGUEZ Z., P. G. El espacio controversial de los sistemas complejos. *Estud.filos* n. 50, Diciembre de 2014, Universidad de Antioquia pp. 103-129. Disponível em: <http://www.scielo.org.co/pdf/ef/n50/n50a07.pdf>.

ROGERS, Carl; FREIBERG, H. Jerome. *Libertad y creatividad en la educación*. Trad. SOLER, Joan Barcelona: Paidós. 3ª ed., 1996. 450 p.

ROGOFF, B. Apprenticeship in thinking: Cognitive development in social context. New York: Oxford University Press, 1990.

ROSAS, Ricardo; SEBASTIÁN, Christian. Piaget, Vigotski y Maturana: constructivismo a tres voces. Buenos Aires: AIQUE Grupo Editor. 2008.

SAN JUAN, M. A. F. La física al encuentro de la complejidad. *Arbor*: Ciencia, pensamiento y cultura, n. 728, 2007, p.p. 889-898. Disponível em: <http://arbor.revistas.csic.es/index.php/arbor/article/view/151/151>

SANMARTÍ, N.; PUJOL, R. M. ¿Qué comporta “capacitar para la acción” en el marco de la escuela?, *Investigación en la Escuela*, n. 46. p. 49-5, 2002, Sevilla (España).

SANTAELLA RODRÍGUEZ, Esther; MARTÍNEZ HEREDIA, Nazaret. La Pedagogía Freinet como alternativa al Método Tradicional de la Enseñanza de las Ciencias. *Revista de Currículum y Formación de Profesorado*, v. 21, n. 4, set-dez, 2017, p. 359-379. Universidad de Granada, España.

SANTILLANA. *Metodologias ativas: o que são e qual o valor delas para a educação?* out 2020. Site do Grupo Santillana. Disponível em: <https://www.gruposantillana.com.br/conteudos/metodologias-ativas-o-que-sao-e-qual-o-valor-delas-para-a-educacao-2>.

SANTOS, Boaventura de Sousa. *Um discurso sobre as ciências*. 16. ed. Porto: Edições Afrontamento, 2010. 59 p.

SANTOS, William de Sant’Anna dos. *Métodos Ativos de Aprendizagem aplicados em aulas de Física do ensino médio*. Dissertação (mestrado). Orientador: Antonio Candido de Camargo Guimarães Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física. Universidade Federal do Rio de Janeiro, Campus UFRJ-Macaé, 2017.

SAUL, Ana Maria; SILVA, Antônio Fernando Gouvêa. O Pensamento de Paulo Freire no Campo de Forças das Políticas de Currículo: A Democratização da Escola. *Revista e-curriculum*, São Paulo, v. 7, n. 3, dezembro 2011, EDIÇÃO ESPECIAL DE ANIVERSÁRIO DE PAULO FREIRE. Disponível em: <https://revistas.pucsp.br/index.php/curriculum/article/view/7597>.

SCHAPPO, Marcelo G. Resolução de situações-problema no ensino de Física. Um lance de futebol, astronomia e matemática. *Física na Escola*, v. 15, n. 1, 2017.

SCHITTLER, D.; MOREIRA, M. A. Física Moderna e Contemporânea no primeiro ano do Ensino Médio: Laser de Rubi um exemplo de Unidade de Ensino Potencialmente Significativa. *Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia*, v. 9, n. 3. dez. 2016. DOI: 10.3895/rbect.v9n3.2407.

SCHRÖDINGER, Erwin. *¿Qué es la Vida?* Trad. Ricardo Guerrero, Barcelona, España: Tusquets 2015.

SEBASTIÁ, J.M. *Cognitive constraints and spontaneous interpretations in Physics*. Second International Seminar Misconceptions and Educational Strategies in Science and Mathematics. Cornell University: Ithaca, New York, 1987.

SHOR, Ira. Um Presente não Intencional do Brasil para o Mundo: A Pedagogia do Oprimido de Paulo Freire, Cinquenta Anos Depois. *Revista e-Curriculum*, São Paulo, v. 16, n. 4, out. /dez 2018. DOI: 10.23925/1809-3876.2018v16i4p1341-1348. Disponível em: <https://revistas.pucsp.br/curriculum/article/view/40817>.

SIGMAN, Mariano; LIPINA, Sebastián. *La pizarra de Babel*: puentes entre neurociencia, psicología y educación. Buenos Aires: Libros del Zorzal, 2011, 352 p.

SILVA, C. M. L. F. Uma proposta para o ensino da teoria da relatividade especial no nível médio. Dissertação de Mestrado. Natal, 2006.

SILVA, Romualdo. Reflexiones sobre o ensino da física moderna no ensino médio. *Revista Bases de la Ciencia.*, v. 2, n. 1, pp. 59– 64. Jan-Abr. 2017. DOI: 10.33936/rev_bas_de_la_ciencia.v2i1.733.

SINARCAS, V.; SOLBES, J. Dificultades en el Aprendizaje y la Enseñanza de la Física Cuántica en el Bachillerato. *Enseñanza de las Ciencias*: Revista de investigación y experiencias didácticas, v. 31, n. 3, 2013, p. 9-25.

SIQUEIRA, R. da P. Do visível ao indivisível: uma proposta de física de partículas elementares para o ensino médio. Dissertação de Mestrado. São Paulo, 2006.

SOLBES, J. Dificultades de aprendizaje y cambio conceptual, procedimental y axiológico (I): resumen del camino avanzado. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, v.6, n. 1, 2009a, p. 2-20.

SOLBES, J. Dificultades de aprendizaje y cambio conceptual, procedimental y axiológico (II): nuevas perspectivas. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, v. 6, n. 2, 2009b, p. 190-212.

SOLBES, J.; MONTSERRAT, R.; FURIÓ, C. El desinterés del alumnado hacia el aprendizaje de la ciencia: implicaciones en su enseñanza. *Didáctica de las Ciencias Experimentales y Sociales*, n. 21. 2007, p. 91-117.

SONZA, A. P. Uma introdução de tópicos de Física Moderna no Ensino Médio. Dissertação de Mestrado. Santa Maria, 2007.

SPHOR C. B. O tema da supercondutividade no nível médio: desenvolvimento de material hipermídia fundamentado em epistemologias contemporâneas. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre: 2008.

TERRAZZAN, E. A. A inserção da Física Moderna e Contemporânea no Ensino de Física na escola de 2 ° grau. Caderno Catarinense de Ensino de Física, Florianópolis, v. 9, n. 3, p.209-214, dez.1992.

TORRES, Carlos Magno A.; FERRARO, Nicolau Gilberto; SOARES, Paulo Antônio de Toledo; PENTEADO, Paulo Cesar Martins. *Física ciência e tecnologia. Ensino médio 3: Eletromagnetismo e Física Moderna*. São Paulo: Moderna, 2016.

TURING, A.M. (1936), On Computable Numbers, with an Application to the Entscheidungsproblem, *Proceedings of the London Mathematical Society*, v. 2 (1937), n. 42, p. 230-65, DOI: 10.1112/plms/s2-42.1.230. Disponível em: <https://londmathsoc.onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1112/plms/s2-43.6.544>

VERGNAUD, G. A trama dos campos conceituais na construção dos conhecimentos. *Revista do GEMPA*, Porto Alegre, n. 4, 1996, p. 9-19.

WALDROP, M. M. (1992). *Complexity: The Emerging Science at the Edge of Order and Chaos*. New York: Touchstone.

WEAVER, W. Science and Complexity. Classical Papers. E:CO v. 6 n. 3, 2004, p. 65-74. Publicação original em: *American Scientist*, 1948, v. 36, p. 536-544. DOI:10.1007/978-1-4899-0718-9_30. Disponível em: https://link.springer.com/chapter/10.1007%2F978-1-4899-0718-9_30; <https://www.yumpu.com/en/document/read/12440551/science-and-complexity-classical-papers-section> e <https://people.physics.anu.edu.au/~tas110/Teaching/Lectures/L1/Material/WEAVER1947.pdf>

WERTHEIN, Jorge; CUNHA, Célio do. *Fundamentos da nova educação*. Brasília: UNESCO, 2000. 84p.

WIEMAN, C.; PERKINS K. Transforming Physics Education. *Physics Today*, Nov. 2005, p.36. VON FOERSTER, H. *La semilla de la cibernética*. Barcelona: Gedisa. 1994.

WIENER, N. *Cibernética y sociedad*. Buenos Aires: Editorial Sudamericana. 1988.

WIENER, N. *Cybernetics: or the Control and Communication in the Animal and the Machine*. Cambridge, Massachusetts: The MIT Press. 1965.

WOLFF, J. F. de S. O ensino da relatividade especial no nível médio: uma abordagem histórica e conceitual. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2005.

SOBRE OS ORGANIZADORES

Jesús Ramón Briceño Barrios

Doctor en Física (Universidad de Turín-Italia) con una Maestría en Ingeniería de Control (ULA) y la Escolaridad del Doctorado en Instrumentación (UCV). Doctor en Ciencias de la Educación (UFT). Actualmente Profesor visitante del Mestrado Nacional Profesional em Ensino de Física – MNPEF, Universidade Federal do Rio Grande (FURG), Brasil. Profesor Titular (jubilado) adscrito al Departamento de Física y Matemática y al CRINCEF, Centro Regional de Investigación Científica y de la Enseñanza de la Física (NURR-ULA), siendo uno de sus miembros fundadores y habiendo ocupado el cargo de Coordinador de Nuevas Tecnologías del 2001 al 2004, ocupó además el cargo de Coordinador General del Centro y actualmente se desenvuelve como coordinador de investigación educativa. Investigador reconocido desde el 2003 (PEI 2003, intercalados cada dos años hasta el 2019), así como también PPI nivel I en el 2006 y nivel II en el 2007. Ha publicado libros en Venezuela y Brasil sobre temas de la enseñanza aprendizaje de la Física, la complejidad y las Nuevas Tecnologías, y algunos artículos de carácter científico y pedagógico en el campo de las ciencias y en particular en Física, así como sobre la complejidad y las tecnologías digitales educativas. Fue Coordinador de los Laboratorios de Física y Coordinador del área de Física. Actuó como Coordinador del Diplomado en Enseñanza de la Física dictado en el NURR-ULA Fue el Coordinador del Convenio ULA-UPEL para la Maestría en Educación, mención Enseñanza de la Física, además de Coordinador del proyecto de Maestría en Didáctica de las Ciencias Naturales y Exactas. Tutor y Jurado de Trabajos de Pre Grado, Maestría y Doctorado, habiendo sido además responsable de Proyectos financiados por el CDCHT-ULA, CODEPRE-ULA y FONACIT. Coordinó el FLACC – Fórum Latinoamericano Ciência com Consciencia, realizado entre septiembre y octubre de 2020. Falleció en Pelotas, RS, Brasil el 16 de diciembre de 2020.

Hebert Elias Lobo Sosa

Doctor en Educación (ULA-2014), Magíster Artium en Ciencias Aplicadas, Física (LUZ-2007), Especialista en Docencia de la Educación Superior (LUZ-2005), Ingeniero Civil (ULA-1986). Actualmente Profesor visitante del PPGEC-Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências: Química da Vida e Saúde, Universidade Federal do Rio Grande (FURG), Brasil. Profesor Titular (jubilado) del Núcleo Universitario Rafael Rangel de la Universidad de Los Andes (1986-2008). Miembro invitado del Grupo de Pesquisa CIEFI - Comunidade de Indagação

em Ensino de Física Interdisciplinar (2018). Cofundador e Investigador Activo del GRINCEF – Grupo de Investigación Científica y de Enseñanza de la Física (2001), actualmente CRINCEF – Centro de Investigación Regional en Ciencias, su Enseñanza y Filosofía. Se desempeñó además como Vicerrector-Decano (2016-2018) y Coordinador de Secretaría (2004-2008) del NURR-ULA. Autor de textos universitarios en mecánica, óptica, electricidad, magnetismo y ondas, así como en el área de nuevas tecnologías para la enseñanza de la Física. Tutor y Jurado de Trabajos de Pre Grado, Maestría y Doctorado. Coordinador del proyecto de Maestría en Didáctica de las Ciencias Naturales y Exactas (2015-2016). Investigador responsable de Proyectos financiados por el CDCHT-ULA, CODEPRE-ULA y FONACIT. Premio Estimulo al Investigador PEI - ULA convocatorias (2003 – 2019). También reconocido en el PEII – ONCTI (2005-2017). E-mail: helobos.brasil@gmail.com ; helobos@furg.br

Frank S. Daboin Méndez

Lcdo. en Educación, mención Física y Matemática, Universidad de Los Andes-Venezuela, MSc. En Educación, Mención Enseñanza de la Física, UPEL-Venezuela. Doctorando en Educación por la Universidad de Los Andes-Venezuela. Escolaridad Culminada. Profesor Asistente e investigador PEI-ULA y PEII-ONCTI. Miembro y secretario del Centro Regional de Investigación en Ciencias, su Enseñanza y Filosofía (CRINCEF). Línea de Investigación: Enseñanza de la Física. Además, miembro del Laboratorio de Investigaciones Semióticas y Literarias (LISYL) de la ULA NURR. E-mail: fisicachess@gmail.com

SOBRE OS AUTORES E AS AUTORAS

Valmir Heckler

Doutor em Educação em Ciências pelo PPG Educação em Ciências da Universidade Federal do Rio Grande (FURG), Mestre em Ensino de Física pelo IF da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), Licenciado em Ciências: Habilitação em Física e Matemática. Possui experiência profissional no Ensino de Ciências na Educação Básica, Ensino Superior, Gestão de Curso de graduação e Pós-graduação. Está Secretário de Educação a Distância da FURG, é professor no Programa de Educação em Ciências (PPGEC/FURG). Docente da Universidade Federal do Rio Grande (FURG) na área de Ensino de Física e Educação a Distância. Líder do grupo de pesquisa CIEFI - Comunidade de Indagação em Ensino de Física Interdisciplinar, tem como temáticas principais de Pesquisa: TIC na Educação em Ciências; Educação a Distância (EaD), pesquisa-formação online de professores, Experimentação em Ciências, Indagação online, Projetos investigativos na Escola. E-mail: valmirheckler@gmail.com

Ana Carolina Pacheco Millan

Licenciada en Educación - Universidad de Los Andes Venezuela (2013). Tiene experiencia en el área de Letras, con énfasis en idiomas extranjeros. Estudiante de maestría en el Programa de Maestría en Gestión Educativa, CRIHES - ULA - NURR, Venezuela, en suspenso por causas de fuerza mayor que me obligaron a emigrar. Estudiante de maestría: Formation du Formateurs en FLE, Université de Nantes: Nantes, Pays de la Loire, FR, en curso. Profesora de idiomas (español, francés, inglés) en CNA - Pelotas, RS, Brasil. Profesora de la Universidad de Los Andes, NURR, Trujillo, Venezuela. E-mail: pachecomillananacarolina@gmail.com

Gladys M. Gutiérrez Nieto

Licenciada en Educación mención Física y Matemática, Magister Scientae en Física Aplicada, Universidad del Zulia (LUZ) Venezuela. Doctoranda del Programa de Doctorado en Educación, Universidad de Los Andes-Venezuela. Directora del CRINCEF. Profesora Titular. Docente Jubilada, Investigadora de la Universidad de Los Andes, PEI-ULA y PEII-ONCTI. Autora de Libros y Artículos Científicos. Línea de Investigación: Enseñanza de las Ciencias Naturales. Didáctica de la Física. E-mail: gladysg37@gmail.com

Ally Rafael Mendoza Rondón

Comunicador Social en la Universidad de Los Andes, Núcleo Universitario “Rafael “Rangel”. Magister Scientiarum en Literatura Latinoamericana. Universidad de Los Andes – NURR, Venezuela. Cursante del Doctorado en Educación. Universidad de Los Andes – Venezuela E-mail: allymendoza2013@gmail.com

Silvio Luiz Rutz Da Silva

Graduado em Ciências Química pela Universidade Estadual de Ponta Grossa em 1987. Concluiu o Mestrado em Engenharia de Materiais na Universidade Federal de São Carlos em 1993 e o Doutorado em Ciências dos Materiais na Universidade Federal do Rio Grande do Sul em 2001. Atualmente é Professor no Departamento de Física da Universidade Estadual de Ponta Grossa. Atua na Área de Materiais, com ênfase em propriedades mecânicas de superfícies modificadas por feixe de íons e ou imersão em plasma. Desenvolve atividades de Extensão que envolvem Divulgação Científica. Participa do Núcleo Extensionista Rondon da UEPG. Professor permanente no Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física - Polo UEPG do Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física (Atual Coordenador) e no Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Educação Matemática da UEPG, nos quais desenvolve pesquisas relacionadas a: sequências didáticas; Metodologias de ensino ativas; Aplicações de teorias de aprendizagem; Tecnologias e ensino de física. E-mail: slrutz@gmail.com

André Vitor Chaves de Andrade

Possui graduação em Licenciatura em Ciências Habilitação Em Química pela Universidade Estadual de Ponta Grossa (1987) e doutorado em Química pela Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho (2003). Atualmente é Professor Associado do Departamento de Física da Universidade Estadual de Ponta Grossa. Tem experiência na área de Física, com ênfase em Estrutura de Sólidos; Cristalografia, atuando principalmente nos seguintes temas: difração de raios x de materiais policristalinos, cristalografia computacional e cerâmicas estruturais e funcionais. Participa do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física da Universidade Estadual de Ponta Grossa - Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física da Sociedade Brasileira de Física - Pólo 35. Na Área de Ensino de Física atua nos Temas Aprendizagem Ativa, Ensino Híbrido e Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação aplicadas ao Ensino de Física. E-mail: avcandrade@gmail.com.

André Maurício Brinatti

Licenciado em Física pela Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho - UNESP - Rio Claro (1988), Mestre em Ciências, Área de Concentração: Física Aplicada, pela Universidade de São Paulo - Instituto de Física e Química de São Carlos - USP-IFQSC - São Carlos (1993) e Doutor em Ciências, Área de Concentração: Física Aplicada, pela Universidade de São Paulo - Instituto de Física de São Carlos - USP-IFSC - São Carlos (2001). Professor do Departamento de Física da Universidade Estadual de Ponta Grossa - UEPG, Professor Permanente dos Programas de Pós-Graduação: em Química Aplicada - UEPG; em Ciências/Física - UEPG; em Ensino de Física do Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física - MNPEF-SBF, Polo 35 - UEPG. Professor Colaborador do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Educação Matemática - UEPG. E-mail: brinatti@uepg.br

Richar Nicolas Duran

Licenciado en Educación, mención. Física y Matemáticas de la Universidad de Los Andes-Venezuela. Estudiante de maestría en Educación científica y Educación matemática de la Universidad Estatal de Ponta Grossa. (UEPG). Paraná-Brasil. Investigador del Centro Regional de Investigación en Ciencia, Su Enseñanza y Filosofía. (CRINCEF). E-mail: duranrikc@gmail.com

Rafaele Rodrigues de Araújo

Professora Adjunta do Instituto de Matemática, Estatística e Física da Universidade Federal do Rio Grande - FURG, desde abril de 2014. Doutora e mestre em Educação em Ciências pela Universidade Federal do Rio Grande - FURG. Licenciada em Física pela FURG. Vice-Líder do grupo de pesquisa CIEFI - Comunidade de Indagação em Ensino de Física Interdisciplinar. Atualmente é a Coordenadora Adjunta do Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências da FURG. Tem como linha de pesquisa o ensino de Física, interdisciplinaridade e a formação de professores. E-mail: rafaelearaujo@furg.br

Marcia Lorena Saurin Martinez

Doutoranda em Educação pelo Programa de Pós-Graduação em Educação (PPGE - UFPel). Possui Mestrado em Educação em Ciências pelo Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências (PPGEC - FURG) em 2015. Especialização para Professores de Matemática (ESP-MAT - UAB - FURG) em 2014. Graduação em Licenciatura em Matemática pela Universidade Federal do Rio Grande - FURG em 2012. Integrante do grupo de pesquisa Tecnologia e Educação à Distância (EaD-TEC) - FURG. Integrante do Grupo de Pesquisa OBEDUC-PACTO: Pacto Nacional pela Alfabetização na Idade

Certa Formação de professores e melhoria dos índices de leitura e escrita no ciclo de alfabetização (1º ao 3º ano do ensino fundamental) Participa do Projeto: Ciência, Universidade e Escola: investindo em novos talentos atuando no subprojeto TECNOMAT: Tecnologias no Ensinar e no Aprender Matemática. Atuou como bolsista do PIBID (Programa Institucional de Bolsa de Iniciação à Docência) da área de Licenciatura em Matemática da FURG, financiado pela Fundação Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) no período de 2010 a 2013. Foi bolsista em 2007 no projeto ESCUNA na Escola Municipal de Ensino Fundamental Porto Seguro. Atuou como voluntária na Olimpíada Brasileira de Matemática das Escolas Públicas em 2008. Possui experiência na área de licenciatura em Física atuando como voluntária no curso pré-vestibular PAIDÉIA em 2006 e 2007. E-mail: mms_rg@yahoo.com.br

Carlos Mármol

Ingeniero Electricista. Magister en Educación mención Enseñanza de la Física. Estudiante del Doctorado en Educación de la ULA. Actualmente, Profesor instructor adscrito al Departamento de Física y Matemáticas. Ha participado en eventos científicos Nacionales como Organizador y Ponente. Cuenta con publicaciones en el área de Didáctica de las Ciencias. Es miembro activo del CRINCEF. Investigador PEII-ONTI y ULA. E-mail: marmoncar33@gmail.com

Evelyn Urbina

Cursante del Doctorado en Educación ULA. Magister Scientiae en Literatura Latinoamericana. Licenciada en Educación mención Lenguas Extranjeras. Actualmente Profesora agregado adscrita al Departamento de Lenguas Modernas en la ULA-NURR. Línea de investigación: Didáctica de las Lenguas-Culturas Extranjeras. E-mail: evelyn3324@gmail.com

Carelia Hidalgo López

Doutora em Educação Ambiental pela Universidad Pedagógica Experimental Libertador - UPEL (IPC-2012). Mestre em Educação Ambiental pela Universidad Experimental de los Llanos Occidentales Ezequiel Zamora - UNELLEZ (2000). Possui cursos de atualização em Agroecologia. Engenheira Agrônoma pela Universidad Centroccidental Lisandro Alvarado - UCLA (1992). Professora Visitante no Programa de Pós-Graduação Mestrado e Doutorado da UPEL (IPC e IPB) e UNELLEZ, Guanare, Acarigua, Apure e Cojedes, nos quais aborda temas como Agroecologia, Gestão Ambiental, Fundamentos da Educação Ambiental, Meio Ambiente e Desenvolvimento, entre outros. Atuou como Professora de Ecologia e Elementos do Ecossistema na UCLA de 1998 a 2018

com dedicação exclusiva, em categoria Titular a partir de 2017. Coordenadora da Comissão de Meio Ambiente da UCLA de 2007 a 2018. Professora de Educação Ambiental no Colégio Universitário Fermín Toro - CUFT, de 1994 a 2015. Fundadora e membro ativo do Centro de Demonstração de Tecnologias Agroecológicas do Semiárido (CenecoAgro). Promotora em 2013 para a criação e coordenação até 2018 da Rede Venezuelana de Universidades pelo Meio Ambiente (REDVUA). Criadora e facilitadora da Unidade Curricular de Educação Ambiental para a Sustentabilidade, no Programa de Capacitação e Atualização de Professores da UCLA de 2012 a 2017. Professora convidada em cursos de educação ambiental na Universidad Peruana Cayetano Heredia. Convidada para atividades de desenvolvimento rural, agroecologia, gestão e educação ambiental em diversas instituições públicas e privadas, para ministrar cursos, oficinas ou conferências. Atualmente é Professora Visitante e pesquisadora no Programa de Pós-Graduação em Educação Ambiental - PPGEA, vinculado ao Instituto de Educação - IE da Universidade Federal do Rio Grande - FURG. E-mail: careliahidalgo@gmail.com

William Leonardo Gomez Lotero

Doutorando e Mestre em Educação Ambiental pela Universidade Federal de Rio Grande (RS). Possui graduação em Administração Ambiental pela Universidad Distrital Francisco José de Caldas (2016, Colômbia), especialização em Gerenciamento da Segurança e Saúde no Trabalho pela Universidad ECCI (2017, Colômbia). . Pesquisador e membro dos Grupos de Pesquisas: Direito e Educação Ambiental - GPDEA e Tecnologia da Informação (TI) vinculados à FURG e ao Diretório dos Grupos de Pesquisas no Brasil - DGP/CNPq. Tem experiência na área de Ciências Ambientais, com ênfase em Educação Ambiental, Ciência e Tecnologia, Políticas Públicas, Sustentabilidade e Gestão Ambiental. E-mail: wgomez@furg.br

Evelitza Urbina

Cursante del Doctorado en Educación ULA. Magister en Enseñanza de la Física. Licenciada en Educación mención Física y Matemáticas. Actualmente Profesora instructora adscrita al Departamento de Física y Matemáticas en la ULA-NURR. Línea de investigación: Las TIC en la Didáctica de la Física. Miembro del CRINCEF. E-mail: evelitzaurbina@gmail.com

Aline Guerra

Possui graduação em Física pela Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul (1996) e doutorado em Ciências da Tecnologia Nuclear (Aplicações) pela Universidade de São Paulo (2001). Atualmente é professora

Universidade Federal de Rio Grande - FURG como professora associada iv . Tem experiência na área de Engenharia Nuclear, com ênfase em Aplicações Industriais de Radioisótopos, atuando principalmente nos seguintes temas: ensino de física, física medica e ensino de física médica, controle de qualidade em radiologia diagnostica e proteção radiológica. E-mail: alinedytz@furg.br

Roger Balza

MSc. en Literatura Latinoamericana, Universidad de Los Andes. Doctorante del Doctorado en Educación, Universidad de Los Andes, Núcleo Universitario Rafael Rangel. L.B “Patrocinio Peñuela Ruiz”. Venezuela. Cursante del Doctorado en Educación. Universidad de Los Andes – Venezuela E-mail: rogerbalzarui@gmail.com

Daniel da Silva Silveira

Licenciado em Matemática pela Universidade Federal do Rio Grande - FURG (2008). Mestre em Educação em Ciências pela FURG (2012). Doutor em Educação em Ciências pela FURG (2017). Professor do Instituto de Matemática, Estatística e Física (IMEF) e do Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências, Coordenador do Curso de Licenciatura em Ciências EaD, Membro do Comitê de Ética em Pesquisa e também do Comitê de Extensão da FURG. Integra o Grupo de Pesquisa Educação a Distância e Tecnologia (EaD-TEC) da FURG, bem como a Rede Nacional de Educação e Ciência: Novos Talentos da Rede Pública, vinculada a Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ). Tem experiência docente na área de Matemática e Educação Matemática e realiza suas pesquisas na área da formação de professores com ênfase em Educação Matemática, Tecnologias na Educação e Ensino de Ciências. E-mail: danielsilvarg@gmail.com

Daniele Amaral Fonseca

Graduada em Licenciatura em Matemática pela Universidade Federal do Rio Grande - FURG. Atualmente integrante do Grupo de Pesquisa Educação a Distância e Tecnologia (EaD-TEC) da FURG. Graduada em Matemática Aplicada da FURG. Estudante do Curso de Especialização para Professores de Matemática e Mestranda do Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências. E-mail: danielreamaral4@gmail.com

Andressa Escobar Machado

Licenciada em Matemática pela Universidade Federal do Rio Grande (2019), integrante do Grupo de Pesquisa Educação a Distância e Tecnologia (EaD-TEC) da FURG. Tem experiência na área de Matemática, com ênfase em Ma-

temática e tecnologias digitais, atuando principalmente nos seguintes temas: matemática, tecnologias digitais, cálculo diferencial e integral e criptografia. E-mail: andressa.aem@gmail.com

Rohmer Samuel Rivera Moreno

Político Rohmer Rivera Moreno, Responsable de la línea sobre “Semiótica y Análisis del Discurso Político” del Laboratorio de Investigaciones Semióticas y Literarias, Universidad de Los Andes. Doctorante del Doctorado en Educación, Universidad de Los Andes. E-mail: rohmersamuelrivera@gmail.com

Juan Carlos Terán Briceño

Licenciado en Educación, mención Física y Matemática (2011), Magister en Educación, mención Enseñanza de la Física (2014). Actualmente cursa como becario de la OEA el Doctorado en el PPGEC-Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências: Química da Vida e Saúde, Universidade Federal do Rio Grande (FURG), Brasil. Profesor Asistente de la Universidad de Los Andes-Venezuela (2017). Miembro del Centro de Investigación Regional en Ciencias, su Enseñanza y Filosofía (CRINCEP-NURR-ULA). Premio Estimulo al Investigador PEI convocatorias (2011 – 2019). También reconocido en el PEII – ONCTI como investigador clase B desde el 2010 hasta la fecha. E-mail: juanfisico23@gmail.com

Gionara Tauchen

Professora Associada da Universidade Federal do Rio Grande-FURG; Diretora de Pós-Graduação/Pró-Reitoria de Pesquisa e Pós-Graduação; docente permanente dos Programas de Pós-Graduação em Educação e em Educação em Ciências: Química da Vida e Saúde; líder do grupo Rede de Estudos e Pesquisas em Educação Superior (www.repes.furg.br) e integrante do GIEPES - Grupo internacional de estudos e pesquisas em Educação Superior (UNICAMP) do GEFFOP Grupo de estudos sobre filosofia da educação e formação de professores (UNB). Possui graduação em Pedagogia (UFSM), mestrado em Educação (UFSM) e doutorado em Educação (PUC/RS) e Pós-doutorado em Ensino-aprendizagem na Universidade Eduardo Mondlane (UEM), Moçambique. Coordenou o Programa de Pós-Graduação em Educação (2011-2013), participa do GT- CLACSO: Universidades e Políticas de Educação Superior (2016-2019) e integra a Comissão intercontinental para a creditação no espaço do ensino superior em língua portuguesa da Associação das Universidades de Língua Portuguesa (AULP), coordenou a Comissão Especial de Avaliação do Programa de formação de professores de educação superior de países africanos ProAfri Edição Moçambique

e é coordenadora institucional do Programa Bolsas Brasil (PAEC/OEA). Membro do Comitê de Assessoramento da FAPERGS na área da Educação e Psicologia. É vice-presidente do Conselho Municipal de Educação do Rio Grande. É parecerista de inúmeros periódicos nacionais e estrangeiros e integra o Conselho Científico da Editora CRV, da Edgraf FURG e da Editora da UPF. E-mail: giotauchen@gmail.com

Sabrina Amaral Pereira

Doutora em Educação em Ciências: Química da Vida e Saúde. Mestre em Biologia de Ambientes Aquáticos Continentais e graduação em Ciências Biológicas Licenciatura e Bacharelado pela Universidade Federal do Rio Grande - FURG. Tem experiência na área de Ecologia de Ambientes Aquáticos Continentais, atuando junto ao Programa Ecologia e Sustentabilidade Ambiental - PROECOS/FURG. Atualmente desenvolve pesquisas junto ao grupo Rede de Estudos e Pesquisas em Educação Superior (REPES), com ênfase no estudo do Ensino de Ecologia na Educação Superior e no pensamento complexo de Edgar Morin. E-mail: sabri.pereira@hotmail.com

Yohan Ramón Godoy Grarterol

Docente en el área de Física y Matemática, egresado de la Universidad de los Andes (ULA); Ha laborado en diferentes instituciones a nivel de educación Media General y Universitaria; con trabajos de investigación publicados en revistas indexadas de la Universidad de los Andes (ULA) y otras instituciones a nivel internacional. Colaboró desde enero de 2017 hasta diciembre de 2019 como coordinador en la línea de Investigación Semiótica y Discurso Científico del Laboratorio de Investigaciones Semióticas y Literarias (LISYL) del Núcleo Universitario "Rafael Rangel" de la Universidad de los Andes (ULA). Actualmente está culminando la Maestría en Ciencias de la Educación Mención Planificación de la Educación en la Universidad Nacional Abierta Local Trujillo y desde diciembre de 2019 pertenece al CRINCEF como miembro activo en calidad de investigador invitado. E-mail: johannsmat@gmail.com

Manuel Antonio Villarreal Uzcátegui

Profesor Titular de la Universidad de Los Andes-Venezuela. Doctor en Ciencias Físicas por la Universidad de Los Andes. Magister Scientiarum en Química Aplicada. Miembro del Centro Regional en Ciencias, su Enseñanza y Filosofía (CRINCEF NURR-ULA). E-mail: mavu8473@gmail.com

ÍNDICE REMISSIVO

A

ações 11, 17, 18, 22, 70, 74, 82, 118, 119, 120, 125, 129, 134, 141, 142, 143, 145, 161, 165, 166, 169, 170, 171, 172, 173, 174, 175, 176, 177, 178, 180, 182, 183, 184, 208, 209, 210, 215, 217, 218, 234, 239, 240, 244, 258, 267, 268, 307, 311, 312, 315, 316, 349, 384, 385, 391, 402, 418, 420
aulas 13, 20, 194, 196, 233, 234, 235, 236, 237, 238, 239, 240, 241, 242, 243, 244, 245, 246, 247, 258, 259, 260, 261, 265, 268, 269, 270, 271, 272, 273, 305, 354, 381, 404, 405, 410, 420, 421, 423, 426, 430, 433, 435, 453

C

Ciências 10, 11, 16, 19, 21, 22, 25, 69, 131, 147, 160, 161, 163, 164, 165, 166, 167, 169, 172, 174, 177, 181, 183, 184, 185, 317, 344, 345, 361, 365, 381, 388, 390, 401, 402, 405, 423, 425, 432, 440, 441, 442, 443, 445, 446, 448, 451, 457, 459, 460, 461, 463, 464, 465, 466
complejidad 12, 13, 16, 27, 29, 31, 34, 36, 40, 41, 42, 43, 44, 45, 46, 47, 49, 50, 51, 52, 53, 57, 58, 59, 60, 61, 63, 64, 65, 66, 80, 91, 92, 93, 95, 100, 101, 102, 117, 150, 151, 152, 153, 155, 156, 157, 187, 188, 189, 190, 191, 192, 193, 194, 195, 196, 197, 198, 199, 200, 201, 219, 222, 223, 224, 225, 226, 227, 228, 229, 230, 277, 278, 279, 285, 286, 287, 288, 289, 290, 291, 292, 293, 294, 295, 296, 297, 298, 299, 301, 319, 328, 332, 334, 336, 367, 368, 370, 373, 442, 447, 449, 452, 453, 457

Complejidad 11, 27, 37, 42, 65, 66, 67, 90, 91, 92, 93, 103, 108, 116, 149, 150, 152, 159, 188, 190, 201, 202, 221, 222, 278, 448, 449
complexidade 14, 22, 24, 70, 72, 74, 75, 76, 77, 78, 79, 82, 83, 85, 87, 88, 89, 90, 91, 119, 120, 121, 122, 123, 125, 126, 127, 128, 129, 130, 132, 133, 142, 143, 144, 145, 147, 178, 204, 207, 216, 218, 219, 258, 266, 347, 356, 360, 380, 382, 383, 384, 385, 386, 387, 388, 389, 390, 391, 394, 395, 399, 400, 403, 418, 419, 421, 436, 437, 438, 439, 440
Complexidade 11, 17, 19, 24, 69, 70, 76, 80, 144, 204, 380, 388, 390
complexo 9, 11, 12, 14, 18, 19, 20, 23, 25, 73, 74, 79, 82, 83, 84, 85, 87, 120, 121, 122, 123, 125, 128, 131, 132, 133, 136, 140, 144, 147, 166, 182, 186, 204, 207, 209, 212, 217, 218, 264, 267, 311, 341, 342, 343, 353, 354, 356, 358, 359, 361, 362, 364, 386, 389, 390, 391, 394, 399, 412, 418, 420, 450, 466
conversação 13, 304, 309, 310, 311, 313
Cosmos 12, 149, 150, 157, 361, 403
crecimiento
económico 13
cultural 11, 24, 31, 38, 39, 55, 92, 93, 100, 101, 104, 105, 106, 109, 112, 126, 127, 282, 322, 323, 325, 330, 331, 333, 340, 369, 392, 400, 401, 411, 414, 422, 424

D

desarrollo 13, 35, 48, 49, 54, 55, 94, 95, 97, 98, 109, 110, 113, 150, 196, 197, 198, 200, 222, 226, 228, 229, 230, 286, 318, 319,

320, 321, 322, 323, 324, 325, 326, 327,
328, 329, 330, 331, 332, 333, 334, 335,
336, 337, 338, 339, 340, 368, 372, 376,
377, 445, 449
diálogo 11, 24, 57, 85, 87, 88, 89, 90, 92,
107, 139, 166, 168, 170, 171, 178, 179,
180, 183, 192, 199, 212, 213, 214, 218,
225, 229, 332, 338, 355, 399, 424
dinamismo 13, 57, 58, 209, 277, 289, 293
distanciamento 13, 23, 123, 232, 235, 238,
239
docente 11, 13, 119, 131, 132, 133, 134,
135, 141, 144, 145, 161, 170, 172, 173,
175, 176, 177, 178, 180, 181, 183, 189,
200, 258, 307, 310, 312, 313, 317, 381,
410, 430, 464, 465

E

Educação 10, 12, 16, 17, 19, 21, 23, 24,
90, 144, 145, 146, 148, 165, 184, 185, 186,
203, 204, 205, 206, 207, 208, 209, 210,
212, 213, 214, 216, 217, 218, 219, 220,
232, 233, 239, 275, 276, 303, 304, 305,
309, 316, 317, 357, 380, 395, 401, 434,
441, 442, 443, 444, 445, 446, 448, 450,
451, 452, 457, 459, 460, 461, 462, 463,
464, 465, 466
Educação ambiental 12
educação
superior 13
educación 12, 14, 16, 27, 46, 66, 91, 94,
98, 101, 146, 185, 187, 188, 193, 194, 196,
198, 199, 201, 202, 208, 219, 220, 222,
223, 224, 225, 228, 229, 230, 289, 292,
340, 366, 367, 368, 369, 370, 373, 374,
376, 377, 378, 400, 453, 454, 466
emergências 12, 160, 182, 359
Ensino 10, 14, 16, 21, 90, 119, 120, 125,
129, 134, 141, 144, 145, 146, 147, 184,
185, 259, 303, 304, 305, 306, 308, 341,

363, 364, 365, 380, 381, 382, 383, 401,
402, 405, 419, 426, 429, 430, 431, 432,
435, 440, 441, 442, 444, 445, 446, 447,
448, 449, 450, 451, 452, 453, 454, 455,
457, 458, 459, 460, 461, 462, 464, 465, 466

F

física 14, 38, 42, 56, 137, 144, 145, 152,
153, 154, 159, 197, 234, 268, 272, 286,
342, 343, 346, 350, 354, 355, 356, 357,
362, 363, 365, 373, 374, 375, 380, 381,
383, 385, 386, 392, 394, 395, 404, 405,
406, 407, 419, 432, 434, 436, 437, 438,
439, 440, 444, 445, 451, 453, 454, 460, 464
formação 11, 12, 22, 23, 25, 75, 87, 119,
120, 125, 126, 129, 131, 132, 133, 134,
138, 139, 140, 141, 142, 143, 144, 145,
147, 160, 161, 162, 163, 164, 166, 167,
172, 183, 184, 185, 186, 234, 235, 239,
240, 258, 273, 304, 307, 310, 311, 312,
315, 316, 343, 357, 361, 364, 381, 382,
384, 394, 398, 401, 410, 423, 425, 440,
441, 446, 459, 461, 464, 465
formação
docente 11

G

Glossário 12, 160, 161, 167

I

interdisciplinaridade 12, 24, 72, 161, 162,
163, 164, 165, 166, 167, 168, 173, 175,
176, 177, 179, 180, 181, 183, 184, 185,
186, 210, 213, 356, 435, 436, 440, 461

M

matemática 13, 42, 131, 155, 156, 192, 317,
345, 346, 349, 353, 355, 373, 374, 375,
376, 386, 403, 405, 432, 434, 443, 454,
461, 465

mecânica 14, 125, 132, 265, 267, 343, 348,
349, 350, 351, 353, 356, 357, 380, 381,
392, 393, 406, 407, 439, 447
mestizaje 11, 92, 95, 103, 104, 105, 106,
117
Mundo 12, 38, 103, 116, 149, 150, 157,
231, 274, 454

P

pensamento 11, 12, 14, 17, 18, 19, 22, 23,
24, 25, 71, 75, 76, 77, 78, 79, 82, 84, 87,
120, 121, 122, 123, 125, 126, 127, 129,
132, 133, 136, 140, 144, 147, 166, 178,
179, 182, 186, 204, 207, 208, 209, 212,
213, 214, 217, 218, 236, 310, 341, 342,
343, 344, 345, 347, 348, 353, 354, 355,
358, 359, 361, 362, 364, 384, 386, 388,
389, 390, 391, 398, 400, 410, 412, 418,
421, 424, 450, 466

pensamento complexo 11, 12, 14, 18, 19,
23, 25, 79, 82, 84, 87, 120, 121, 122, 123,
125, 132, 133, 136, 140, 144, 147, 182,
186, 204, 207, 209, 212, 217, 218, 341,
342, 343, 353, 358, 359, 361, 362, 386,
389, 390, 391, 412, 450, 466

pensamiento 11, 13, 14, 15, 16, 26, 27, 28,
31, 36, 37, 38, 39, 43, 49, 53, 54, 55, 56,
57, 58, 59, 60, 61, 62, 63, 65, 66, 93, 94,
95, 96, 98, 99, 102, 104, 105, 106, 107,
109, 111, 112, 113, 116, 117, 150, 153,
191, 192, 193, 194, 195, 196, 201, 202,
208, 219, 220, 222, 223, 224, 225, 226,
227, 228, 229, 230, 231, 278, 279, 281,
283, 289, 293, 297, 318, 330, 333, 334,
340, 366, 367, 368, 369, 370, 371, 372,
375, 377, 378, 447, 450, 452, 453

pesquisas 12, 23, 134, 141, 160, 161, 162,
163, 164, 165, 168, 178, 182, 183, 184,

185, 244, 405, 406, 420, 421, 423, 432,
460, 464, 465, 466
prática pedagógica 13, 126, 130, 132, 133,
307, 315, 384, 408, 414, 415, 418, 419
processo
educacional 11
professores 10, 12, 19, 22, 23, 24, 75, 81,
90, 120, 125, 131, 134, 135, 136, 137, 138,
139, 140, 141, 142, 143, 144, 145, 147,
160, 161, 162, 163, 164, 166, 167, 171,
172, 174, 181, 182, 183, 184, 185, 186,
233, 234, 235, 236, 237, 239, 240, 241,
242, 243, 245, 246, 259, 269, 270, 273,
274, 304, 305, 306, 308, 310, 311, 312,
313, 314, 315, 316, 356, 364, 381, 382,
383, 402, 403, 404, 406, 410, 416, 420,
423, 425, 426, 429, 433, 435, 440, 448,
459, 461, 462, 464, 465

R

realidade 9, 13, 19, 20, 22, 24, 70, 71, 72,
73, 76, 77, 80, 87, 89, 121, 128, 130, 146,
161, 167, 170, 172, 179, 183, 204, 206,
207, 208, 209, 210, 211, 212, 213, 218,
219, 234, 235, 236, 237, 241, 242, 253,
348, 355, 357, 359, 360, 381, 382, 383,
384, 389, 390, 391, 393, 397, 403, 418,
423, 428, 436, 443

reflexões 11, 118, 125, 135, 145, 166, 171,
396, 444

relativista 14, 353, 356, 357

S

simplificador 14, 22, 99, 123, 129, 133,
195, 224, 341, 342, 343, 344, 345, 348,
352, 354, 387

social 12, 13, 35, 37, 38, 42, 62, 75, 81, 82,
93, 94, 100, 101, 102, 106, 107, 108, 109,
110, 111, 112, 114, 127, 129, 132, 133,

138, 177, 196, 197, 199, 203, 204, 205,
206, 209, 210, 215, 218, 219, 228, 232,
233, 234, 235, 236, 238, 239, 242, 243,
244, 245, 260, 277, 278, 279, 283, 284,
285, 288, 290, 291, 292, 294, 296, 298,
301, 306, 320, 321, 322, 325, 326, 328,
329, 330, 331, 332, 333, 334, 335, 336,
337, 338, 340, 368, 386, 389, 392, 398,
400, 411, 414, 419, 424, 453

T

tecnologias 13, 21, 24, 136, 139, 140, 141,
148, 213, 235, 236, 237, 274, 304, 305,
306, 307, 308, 310, 311, 313, 315, 316,
343, 360, 405, 406, 423, 426, 443, 465

tecnologias digitais 13, 24, 136, 236, 237,
274, 304, 305, 306, 307, 308, 310, 313,
315, 316, 423, 465
transdisciplinar 14, 87, 95, 107, 130, 150,
197, 198, 199, 366, 371, 372, 386
transdisciplinariedad 12, 117, 157, 187, 188,
189, 194, 196, 197, 198, 199, 200, 201,
202, 222, 223, 224, 225, 226, 227, 228,
229, 230, 278, 368, 377, 378
transformação 12, 19, 22, 72, 161, 167, 172,
183, 203, 204, 205, 206, 207, 208, 217,
218, 311, 312, 316, 356, 359, 419, 446

V

Vídeo aulas 13, 242, 245, 270, 271

www.pimentacultural.com

Educação e Complexidade

Educación y Complejidad