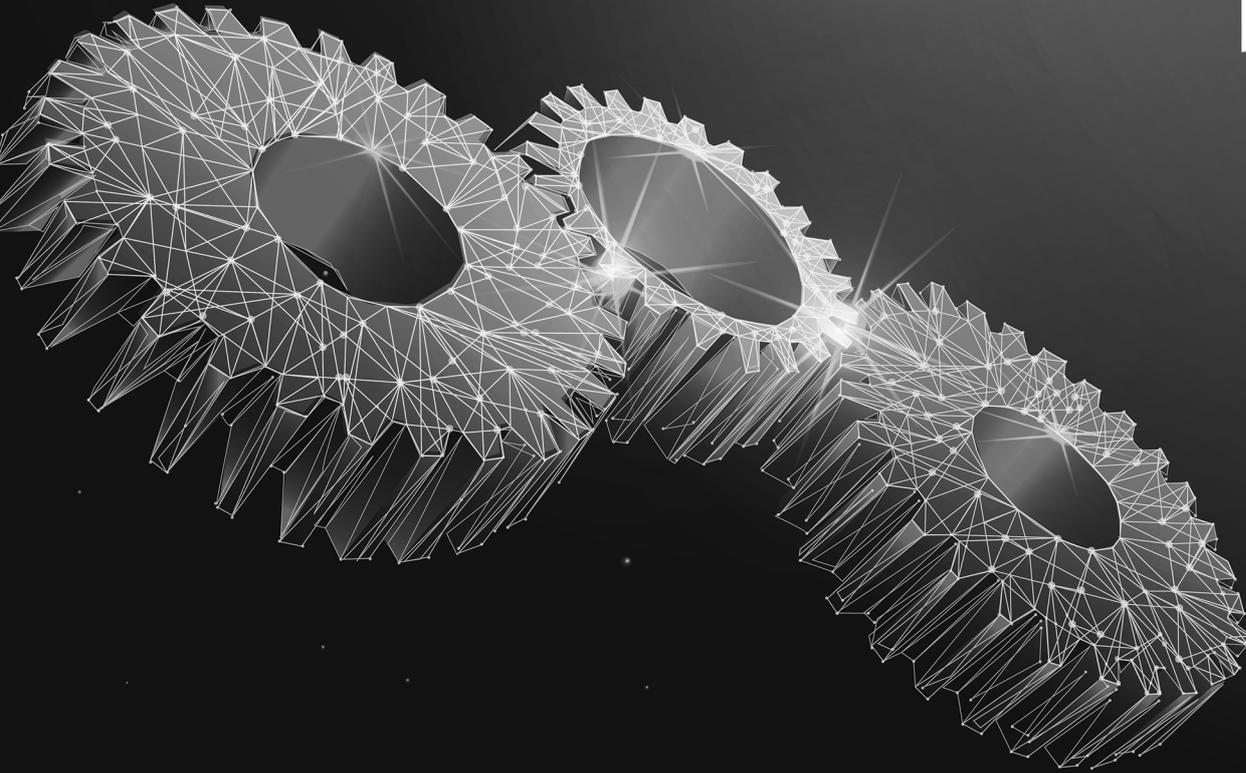


Estudos Teórico-Methodológicos nas Ciências Exatas, Tecnológicas e da Terra 2

Júlio César Ribeiro
Carlos Antônio dos Santos
(Organizador)



Estudos Teórico-Methodológicos nas Ciências Exatas, Tecnológicas e da Terra 2

Júlio César Ribeiro
Carlos Antônio dos Santos
(Organizador)

Editora Chefe

Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira

Assistentes Editoriais

Natalia Oliveira

Bruno Oliveira

Flávia Roberta Barão

Bibliotecário

Maurício Amormino Júnior

Projeto Gráfico e Diagramação

Natália Sandrini de Azevedo

Camila Alves de Cremona

Karine de Lima Wisniewski

Luiza Alves Batista

Maria Alice Pinheiro

Imagens da Capa

Shutterstock

Edição de Arte

Luiza Alves Batista

Revisão

Os Autores

2020 by Atena Editora

Copyright © Atena Editora

Copyright do Texto © 2020 Os autores

Copyright da Edição © 2020 Atena Editora

Direitos para esta edição cedidos à Atena Editora pelos autores.



Todo o conteúdo deste livro está licenciado sob uma Licença de Atribuição *Creative Commons*. Atribuição 4.0 Internacional (CC BY 4.0).

O conteúdo dos artigos e seus dados em sua forma, correção e confiabilidade são de responsabilidade exclusiva dos autores, inclusive não representam necessariamente a posição oficial da Atena Editora. Permitido o *download* da obra e o compartilhamento desde que sejam atribuídos créditos aos autores, mas sem a possibilidade de alterá-la de nenhuma forma ou utilizá-la para fins comerciais.

A Atena Editora não se responsabiliza por eventuais mudanças ocorridas nos endereços convencionais ou eletrônicos citados nesta obra.

Todos os manuscritos foram previamente submetidos à avaliação cega pelos pares, membros do Conselho Editorial desta Editora, tendo sido aprovados para a publicação.

Conselho Editorial

Ciências Humanas e Sociais Aplicadas

Prof. Dr. Álvaro Augusto de Borba Barreto – Universidade Federal de Pelotas

Prof. Dr. Alexandre Jose Schumacher – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso

Prof. Dr. Américo Junior Nunes da Silva – Universidade do Estado da Bahia

Prof. Dr. Antonio Carlos Frasson – Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Prof. Dr. Antonio Gasparetto Júnior – Instituto Federal do Sudeste de Minas Gerais

Prof. Dr. Antonio Isidro-Filho – Universidade de Brasília

Prof. Dr. Carlos Antonio de Souza Moraes – Universidade Federal Fluminense

Profª Drª Cristina Gaio – Universidade de Lisboa

Prof. Dr. Deyvison de Lima Oliveira – Universidade Federal de Rondônia
Prof. Dr. Edvaldo Antunes de Farias – Universidade Estácio de Sá
Prof. Dr. Elson Ferreira Costa – Universidade do Estado do Pará
Prof. Dr. Eloi Martins Senhora – Universidade Federal de Roraima
Prof. Dr. Gustavo Henrique Cepolini Ferreira – Universidade Estadual de Montes Claros
Profª Drª Ivone Goulart Lopes – Istituto Internazionele delle Figlie de Maria Ausiliatrice
Prof. Dr. Jadson Correia de Oliveira – Universidade Católica do Salvador
Prof. Dr. Julio Candido de Meirelles Junior – Universidade Federal Fluminense
Profª Drª Lina Maria Gonçalves – Universidade Federal do Tocantins
Prof. Dr. Luis Ricardo Fernandes da Costa – Universidade Estadual de Montes Claros
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. Marcelo Pereira da Silva – Pontifícia Universidade Católica de Campinas
Profª Drª Maria Luzia da Silva Santana – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul
Profª Drª Paola Andressa Scortegagna – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Drª Rita de Cássia da Silva Oliveira – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Prof. Dr. Rui Maia Diamantino – Universidade Salvador
Prof. Dr. Urandi João Rodrigues Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará
Profª Drª Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande
Prof. Dr. William Cleber Domingues Silva – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Prof. Dr. Willian Douglas Guilherme – Universidade Federal do Tocantins

Ciências Agrárias e Multidisciplinar

Prof. Dr. Alexandre Igor Azevedo Pereira – Instituto Federal Goiano
Profª Drª Carla Cristina Bauermann Brasil – Universidade Federal de Santa Maria
Prof. Dr. Antonio Pasqualetto – Pontifícia Universidade Católica de Goiás
Prof. Dr. Cleberton Correia Santos – Universidade Federal da Grande Dourados
Profª Drª Daiane Garabeli Trojan – Universidade Norte do Paraná
Profª Drª Diocléa Almeida Seabra Silva – Universidade Federal Rural da Amazônia
Prof. Dr. Écio Souza Diniz – Universidade Federal de Viçosa
Prof. Dr. Fábio Steiner – Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul
Prof. Dr. Fágner Cavalcante Patrocínio dos Santos – Universidade Federal do Ceará
Profª Drª Girlene Santos de Souza – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
Prof. Dr. Jael Soares Batista – Universidade Federal Rural do Semi-Árido
Prof. Dr. Júlio César Ribeiro – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Profª Drª Lina Raquel Santos Araújo – Universidade Estadual do Ceará
Prof. Dr. Pedro Manuel Villa – Universidade Federal de Viçosa
Profª Drª Raissa Rachel Salustriano da Silva Matos – Universidade Federal do Maranhão
Prof. Dr. Ronilson Freitas de Souza – Universidade do Estado do Pará
Profª Drª Talita de Santos Matos – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Prof. Dr. Tiago da Silva Teófilo – Universidade Federal Rural do Semi-Árido
Prof. Dr. Valdemar Antonio Paffaro Junior – Universidade Federal de Alfenas

Ciências Biológicas e da Saúde

Prof. Dr. André Ribeiro da Silva – Universidade de Brasília
Profª Drª Anelise Levay Murari – Universidade Federal de Pelotas
Prof. Dr. Benedito Rodrigues da Silva Neto – Universidade Federal de Goiás
Prof. Dr. Douglas Siqueira de Almeida Chaves – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro

Prof. Dr. Edson da Silva – Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri
Prof^a Dr^a Eleuza Rodrigues Machado – Faculdade Anhanguera de Brasília
Prof^a Dr^a Elane Schwinden Prudêncio – Universidade Federal de Santa Catarina
Prof^a Dr^a Eysler Gonçalves Maia Brasil – Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira
Prof. Dr. Ferlando Lima Santos – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
Prof^a Dr^a Gabriela Vieira do Amaral – Universidade de Vassouras
Prof. Dr. Gianfábio Pimentel Franco – Universidade Federal de Santa Maria
Prof. Dr. Helio Franklin Rodrigues de Almeida – Universidade Federal de Rondônia
Prof^a Dr^a Iara Lúcia Tescarollo – Universidade São Francisco
Prof. Dr. Igor Luiz Vieira de Lima Santos – Universidade Federal de Campina Grande
Prof. Dr. Jesus Rodrigues Lemos – Universidade Federal do Piauí
Prof. Dr. Jônatas de França Barros – Universidade Federal do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. José Max Barbosa de Oliveira Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará
Prof. Dr. Luís Paulo Souza e Souza – Universidade Federal do Amazonas
Prof^a Dr^a Magnólia de Araújo Campos – Universidade Federal de Campina Grande
Prof. Dr. Marcus Fernando da Silva Praxedes – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
Prof^a Dr^a Mylena Andréa Oliveira Torres – Universidade Ceuma
Prof^a Dr^a Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. Paulo Inada – Universidade Estadual de Maringá
Prof^a Dr^a Regiane Luz Carvalho – Centro Universitário das Faculdades Associadas de Ensino
Prof^a Dr^a Renata Mendes de Freitas – Universidade Federal de Juiz de Fora
Prof^a Dr^a Vanessa Lima Gonçalves – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Prof^a Dr^a Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande

Ciências Exatas e da Terra e Engenharias

Prof. Dr. Adélio Alcino Sampaio Castro Machado – Universidade do Porto
Prof. Dr. Alexandre Leite dos Santos Silva – Universidade Federal do Piauí
Prof. Dr. Carlos Eduardo Sanches de Andrade – Universidade Federal de Goiás
Prof^a Dr^a Carmen Lúcia Voigt – Universidade Norte do Paraná
Prof. Dr. Douglas Gonçalves da Silva – Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia
Prof. Dr. Eloi Rufato Junior – Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Prof. Dr. Fabrício Menezes Ramos – Instituto Federal do Pará
Prof^a Dra. Jéssica Verger Nardeli – Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho
Prof. Dr. Juliano Carlo Rufino de Freitas – Universidade Federal de Campina Grande
Prof^a Dr^a Luciana do Nascimento Mendes – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. Marcelo Marques – Universidade Estadual de Maringá
Prof^a Dr^a Neiva Maria de Almeida – Universidade Federal da Paraíba
Prof^a Dr^a Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. Takeshy Tachizawa – Faculdade de Campo Limpo Paulista

Linguística, Letras e Artes

Prof^a Dr^a Adriana Demite Stephani – Universidade Federal do Tocantins
Prof^a Dr^a Angeli Rose do Nascimento – Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro
Prof^a Dr^a Carolina Fernandes da Silva Mandaji – Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Prof^a Dr^a Denise Rocha – Universidade Federal do Ceará

Prof. Dr. Fabiano Tadeu Grazioli – Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões
Prof. Dr. Gilmei Fleck – Universidade Estadual do Oeste do Paraná
Profª Drª Keyla Christina Almeida Portela – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso
Profª Drª Miranilde Oliveira Neves – Instituto de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará
Profª Drª Sandra Regina Gardacho Pietrobon – Universidade Estadual do Centro-Oeste
Profª Drª Sheila Marta Carregosa Rocha – Universidade do Estado da Bahia

Conselho Técnico Científico

Prof. Me. Abrãao Carvalho Nogueira – Universidade Federal do Espírito Santo
Prof. Me. Adalberto Zorzo – Centro Estadual de Educação Tecnológica Paula Souza
Prof. Me. Adalto Moreira Braz – Universidade Federal de Goiás
Prof. Dr. Adaylson Wagner Sousa de Vasconcelos – Ordem dos Advogados do Brasil/Seccional Paraíba
Prof. Dr. Adilson Tadeu Basquerote Silva – Universidade para o Desenvolvimento do Alto Vale do Itajaí
Prof. Me. Alexsandro Teixeira Ribeiro – Centro Universitário Internacional
Prof. Me. André Flávio Gonçalves Silva – Universidade Federal do Maranhão
Profª Ma. Anne Karynne da Silva Barbosa – Universidade Federal do Maranhão
Profª Drª Andreza Lopes – Instituto de Pesquisa e Desenvolvimento Acadêmico
Profª Drª Andrezza Miguel da Silva – Faculdade da Amazônia
Prof. Dr. Antonio Hot Pereira de Faria – Polícia Militar de Minas Gerais
Prof. Me. Armando Dias Duarte – Universidade Federal de Pernambuco
Profª Ma. Bianca Camargo Martins – UniCesumar
Profª Ma. Carolina Shimomura Nanya – Universidade Federal de São Carlos
Prof. Me. Carlos Antônio dos Santos – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Prof. Ma. Cláudia de Araújo Marques – Faculdade de Música do Espírito Santo
Profª Drª Cláudia Taís Siqueira Cagliari – Centro Universitário Dinâmica das Cataratas
Prof. Me. Daniel da Silva Miranda – Universidade Federal do Pará
Profª Ma. Daniela da Silva Rodrigues – Universidade de Brasília
Profª Ma. Daniela Remião de Macedo – Universidade de Lisboa
Profª Ma. Dayane de Melo Barros – Universidade Federal de Pernambuco
Prof. Me. Douglas Santos Mezacas – Universidade Estadual de Goiás
Prof. Me. Edevaldo de Castro Monteiro – Embrapa Agrobiologia
Prof. Me. Eduardo Gomes de Oliveira – Faculdades Unificadas Doctum de Cataguases
Prof. Me. Eduardo Henrique Ferreira – Faculdade Pitágoras de Londrina
Prof. Dr. Edwaldo Costa – Marinha do Brasil
Prof. Me. Eliel Constantino da Silva – Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita
Prof. Me. Ernane Rosa Martins – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás
Prof. Me. Eivaldo de Sousa Costa Junior – Prefeitura Municipal de São João do Piauí
Profª Ma. Fabiana Coelho Couto Rocha Corrêa – Centro Universitário Estácio Juiz de Fora
Prof. Dr. Fabiano Lemos Pereira – Prefeitura Municipal de Macaé
Prof. Me. Felipe da Costa Negrão – Universidade Federal do Amazonas
Profª Drª Germana Ponce de Leon Ramírez – Centro Universitário Adventista de São Paulo
Prof. Me. Gevair Campos – Instituto Mineiro de Agropecuária
Prof. Dr. Guilherme Renato Gomes – Universidade Norte do Paraná
Prof. Me. Gustavo Krahl – Universidade do Oeste de Santa Catarina
Prof. Me. Helton Rangel Coutinho Junior – Tribunal de Justiça do Estado do Rio de Janeiro
Profª Ma. Isabelle Cerqueira Sousa – Universidade de Fortaleza

Profª Ma. Jaqueline Oliveira Rezende – Universidade Federal de Uberlândia
Prof. Me. Javier Antonio Albornoz – University of Miami and Miami Dade College
Prof. Me. Jhonatan da Silva Lima – Universidade Federal do Pará
Prof. Dr. José Carlos da Silva Mendes – Instituto de Psicologia Cognitiva, Desenvolvimento Humano e Social
Prof. Me. Jose Elyton Batista dos Santos – Universidade Federal de Sergipe
Prof. Me. José Luiz Leonardo de Araujo Pimenta – Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria Uruguay
Prof. Me. José Messias Ribeiro Júnior – Instituto Federal de Educação Tecnológica de Pernambuco
Profª Drª Juliana Santana de Curcio – Universidade Federal de Goiás
Profª Ma. Juliana Thaisa Rodrigues Pacheco – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Drª Kamilly Souza do Vale – Núcleo de Pesquisas Fenomenológicas/UFGA
Prof. Dr. Kárpio Márcio de Siqueira – Universidade do Estado da Bahia
Profª Drª Karina de Araújo Dias – Prefeitura Municipal de Florianópolis
Prof. Dr. Lázaro Castro Silva Nascimento – Laboratório de Fenomenologia & Subjetividade/UFPR
Prof. Me. Leonardo Tullio – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Ma. Lilian Coelho de Freitas – Instituto Federal do Pará
Profª Ma. Liliani Aparecida Sereno Fontes de Medeiros – Consórcio CEDERJ
Profª Drª Lívia do Carmo Silva – Universidade Federal de Goiás
Prof. Me. Lucio Marques Vieira Souza – Secretaria de Estado da Educação, do Esporte e da Cultura de Sergipe
Prof. Me. Luis Henrique Almeida Castro – Universidade Federal da Grande Dourados
Prof. Dr. Luan Vinicius Bernardelli – Universidade Estadual do Paraná
Prof. Dr. Michel da Costa – Universidade Metropolitana de Santos
Prof. Dr. Marcelo Máximo Purificação – Fundação Integrada Municipal de Ensino Superior
Prof. Me. Marcos Aurelio Alves e Silva – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo
Profª Ma. Maria Elanny Damasceno Silva – Universidade Federal do Ceará
Profª Ma. Marileila Marques Toledo – Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri
Prof. Me. Ricardo Sérgio da Silva – Universidade Federal de Pernambuco
Prof. Me. Rafael Henrique Silva – Hospital Universitário da Universidade Federal da Grande Dourados
Profª Ma. Renata Luciane Polsaque Young Blood – UniSecal
Prof. Me. Sebastião André Barbosa Junior – Universidade Federal Rural de Pernambuco
Profª Ma. Silene Ribeiro Miranda Barbosa – Consultoria Brasileira de Ensino, Pesquisa e Extensão
Profª Ma. Solange Aparecida de Souza Monteiro – Instituto Federal de São Paulo
Prof. Me. Tallys Newton Fernandes de Matos – Faculdade Regional Jaguaribana
Profª Ma. Thatianny Jasmine Castro Martins de Carvalho – Universidade Federal do Piauí
Prof. Me. Tiago Silvio Dedoné – Colégio ECEL Positivo
Prof. Dr. Welleson Feitosa Gazel – Universidade Paulista

Estudos teórico-metodológicos nas ciências exatas, tecnológicas e da terra

2

Editora Chefe: Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira
Bibliotecário: Maurício Amormino Júnior
Diagramação: Camila Alves de Cremo
Edição de Arte: Luiza Alves Batista
Revisão: Os Autores
Organizadores: Júlio César Ribeiro
Carlos Antônio dos Santos

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) (eDOC BRASIL, Belo Horizonte/MG)

E82 Estudos teórico-metodológicos nas ciências exatas, tecnológicas e da terra 2 [recurso eletrônico] / Organizadores Júlio César Ribeiro, Carlos Antônio dos Santos. – Ponta Grossa, PR: Atena, 2020.

Formato: PDF
Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader
Modo de acesso: World Wide Web
Inclui bibliografia
ISBN 978-65-5706-251-7
DOI 10.22533/at.ed.517201008

1. Ciências exatas e da terra. 2. Engenharia. 3. Tecnologia.
I. Ribeiro, Júlio César. II. Santos, Carlos Antônio dos.

CDD 507

Elaborado por Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422

Atena Editora
Ponta Grossa – Paraná – Brasil
Telefone: +55 (42) 3323-5493
www.atenaeditora.com.br
contato@atenaeditora.com.br

APRESENTAÇÃO

A obra “Estudos Teórico-metodológicos nas Ciências Exatas, Tecnológicas e da Terra”, em seu 2º volume, é composta por 19 capítulos que ressaltam a importância dos estudos teórico-metodológicos nos mais diversos campos desta grande área do conhecimento.

Os trabalhos foram dispostos em três eixos. Na primeira parte, são apresentados estudos envolvendo aplicações científicas como nanopartículas, algoritmos e fluidodinâmica computacional.

Na segunda parte, são abordados estudos voltados à análise de atributos químicos do solo, uso eficiente da água, acúmulo nutricional e crescimento de plantas, utilização de resíduos como antioxidantes para biodiesel, produção de biossurfactantes, dentre outros assuntos de extrema relevância para o conhecimento básico e aplicado nessa grande área.

Na terceira e última parte, são expostos trabalhos relacionados à tecnologia no ensino e na educação voltadas às áreas de Ciências Exatas, Tecnológicas e da Terra, como a utilização de ensino híbrido e assistivo em programação, além de um panorama da participação feminina no seguimento educacional técnico e superior.

Os organizadores e a Atena Editora agradecem aos autores que compartilharam seus conhecimentos e pesquisas para comporem a presente obra. Desejamos que este livro possa servir de instrumento para reflexões significativas que contribuam para o aprimoramento do conhecimento e desenvolvimento de novas pesquisas.

Boa leitura!

Júlio César Ribeiro
Carlos Antônio Dos Santos

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1	1
APLICAÇÕES CIENTÍFICAS E TECNOLÓGICAS DE NANOPARTÍCULAS DE Ag	
Washington Benedicto Zava Durães Freire Alessandro Botelho Bovo Vagner Alexandre Rigo	
DOI 10.22533/at.ed.5172010081	
CAPÍTULO 2	8
ESTUDO DO ACOPLAMENTO ELETRÔNICO DAS TRANSIÇÕES ÓPTICAS EM NANOPARTÍCULAS DE Bi/Bi ₂ O ₃ ATRAVÉS DE MEDIDAS DE ABSORÇÃO ÓPTICA E FOTOLUMINESCÊNCIA DE EXCITAÇÃO	
Miguel Angel González Balanta Pablo Henrique Menezes Silvio José Prado Victor Ciro Solano Reynoso Raul Fernando Cuevas Rojas	
DOI 10.22533/at.ed.5172010082	
CAPÍTULO 3	18
ESTUDO DA FLUIDODINÂMICA COMPUTACIONAL DE UM LAVADOR DE GÁS DO TIPO VENTURI EM 3D	
Gabriel Dias Ramos Débora Morais da Silva Reimar de Oliveira Lourenço Aderjane Ferreira Lacerda	
DOI 10.22533/at.ed.5172010083	
CAPÍTULO 4	30
VERIFICAÇÃO DO DESEMPENHO DE UM SEPARADOR GÁS-SÓLIDO, ATRAVÉS DA VARIAÇÃO DE SUA GEOMETRIA, COM A UTILIZAÇÃO DA FERRAMENTA DE CFD EM 3D	
Débora Morais da Silva Gabriel Dias Ramos Reimar de Oliveira Lourenço Aderjane Ferreira Lacerda	
DOI 10.22533/at.ed.5172010084	
CAPÍTULO 5	39
ACTOR-CRITIC REINFORCEMENT LEARNING TO TRACTION CONTROL OF AN ELECTRICAL VEHICLE	
Maikol Funk Drechsler Thiago Antonio Fiorentin Harald Göllinger	
DOI 10.22533/at.ed.5172010085	
CAPÍTULO 6	52
ANÁLISE DE ATRIBUTOS QUÍMICOS EM CONDIÇÕES DE CULTIVO DE MANDIOCA NO MUNICÍPIO DE MARACANÃ, PA	
Natália de Medeiros Lima Janile do Nascimento Costa Gabrielle Costa Monteiro Mateus Higo Daves Alves Antônio Reynaldo de Sousa Costa Francisco Martins de Sousa Junior Fernanda Medeiros de Lima	

Lucas Eduardo de Sousa Oliveira
Auriane Consolação da Silva Gonsalves
Orivan Maria Marques Teixeira
Pedro Moreira de Sousa Junior

DOI 10.22533/at.ed.5172010086

CAPÍTULO 7 58

USO EFICIENTE DA ÁGUA ALIVIA OS EFEITOS DA SECA EM MUDAS DE AÇAIZEIRO INOCULADAS COM RIZOBACTÉRIA

Gledson Luiz Salgado de Castro
Marcela Cristiane Ferreira Rêgo
Gleiciane Rodrigues dos Santos
Telma Fátima Vieira Batista
Gisele Barata da Silva

DOI 10.22533/at.ed.5172010087

CAPÍTULO 8 64

Burkholderia pyrrocinia INDUZ ACÚMULO NUTRICIONAL E PROMOVE CRESCIMENTO DE MUDAS DE AÇAIZEIRO

Gledson Luiz Salgado de Castro
Gleiciane Rodrigues dos Santos
Marcela Cristiane Ferreira Rêgo
Telma Fátima Vieira Batista
Gisele Barata da Silva

DOI 10.22533/at.ed.5172010088

CAPÍTULO 9 70

APLICAÇÃO DO RESÍDUO DO FRUTO DE TUCUMÃ (*ASTROCARYUM ACULEATUM*) COMO ANTIOXIDANTE PARA O BIODIESEL

Kércia Sabino de Macêdo
Leylane da Silva Kozlowski
Larissa Aparecida Corrêa Matos
Nayara Lais Boschen
Romildo Nicolau Alves
Paulo Rogério Pinto Rodrigues
Guilherme José Turcatel Alves

DOI 10.22533/at.ed.5172010089

CAPÍTULO 10 80

A LARANJA (*Citrus sinensis*) COMO FONTE ENZIMÁTICA PARA A PRODUÇÃO DE BIODIESEL

Matheus Gomes Linhares
Lucas Gomes Linhares
Jean Carlos Gama de Oliveira
Luma Misma Alves Câmara
Leonardo Alcântara Alves

DOI 10.22533/at.ed.51720100810

CAPÍTULO 11 91

DETERMINAÇÃO DE PARÂMETROS FÍSICO-QUÍMICOS EM AMOSTRAS DO FERMENTADO DE JABUTICABA (*Myrciaria jaboticaba* Vell Berg) DO MUNICÍPIO DE VARRE-SAI-RJ

Phelipe Bezerra Nascimento
Pablo da Silva Siqueira
Matheus Valério de Freitas Souza
Alex Sandro Rodrigues Moraes Pereira
Wellington Gabriel de Alvarenga Freitas

CAPÍTULO 12 99

REGRESSÃO QUANTÍLICA NA ESTIMAÇÃO DA EFICIÊNCIA TÉCNICA DA AGRICULTURA FAMILIAR EM MINAS GERAIS

Gabriela França Oliveira
Raimundo Cardoso de Oliveira Neto
Ana Carolina Campana Nascimento
Moysés Nascimento
Camila Ferreira Azevedo

DOI 10.22533/at.ed.51720100812

CAPÍTULO 13 110

TECNOLOGIA NA EDUCAÇÃO: UMA PROPOSTA METODOLÓGICA ATRAVÉS DA PLATAFORMA EDPUZZLE COMO RECURSO PEDAGÓGICO PARA AVALIAÇÃO

Cássia Vanesa de Sousa Silva
Givaldo Oliveira dos Santos

DOI 10.22533/at.ed.51720100813

CAPÍTULO 14 119

A HISTÓRIA DA CONDESSA SURDA DE LOVELACE: UM RELATO DE EXPERIÊNCIA DE ENSINO HÍBRIDO E ASSISTIVO DE PROGRAMAÇÃO

Márcia Gonçalves de Oliveira
Ana Carla Kruger Leite
Mônica Ferreira Silva Lopes
Clara Marques Bodart
Gabriel Silva Nascimento

DOI 10.22533/at.ed.51720100814

CAPÍTULO 15 132

A LEI DE ARREFECIMENTO DE NEWTON SOB O OLHAR DA TRANSPOSIÇÃO DIDÁTICA

Camyla Martins Trindade
Aline Gabriela dos Santos
Cristiano Braga de Oliveira
Adriano Santos da Rocha

DOI 10.22533/at.ed.51720100815

CAPÍTULO 16 142

INSERÇÃO DE EXPERIMENTOS PARA RESOLUÇÃO DE SITUAÇÕES-PROBLEMA NO ENSINO DE QUÍMICA

Valdiléia Teixeira Uchôa
José Luiz Silva Sá
Antônio Carlos Araújo Fontenele
Ana Cristina Carvalho de Alcântara
Maciel Lima Barbosa
Herbert Gonzaga Sousa
Kerlane Alves Fernandes
Ana Karina Borges Costa
Ana Gabriele da Costa Sales
Patrícia e Silva Alves
Antônio Rodrigues da Silva Neto
Gabriel e Silva Sales

DOI 10.22533/at.ed.51720100816

CAPÍTULO 17	154
LA INCIDENCIA DE CIENCIA, TECNOLOGÍA Y SOCIEDAD EN LA EXPERIMENTACIÓN EN LA FÍSICA	
Jesus Ramon Briceno Barrios	
Jeisson Nava	
Hebert Lobo	
Juan Terán	
Richar Durán	
Manuel Villareal	
DOI 10.22533/at.ed.51720100817	
CAPÍTULO 18	189
APRENDIZAGEM MATEMÁTICA BASEADA EM HISTÓRIA EM QUADRINHOS (HQs) PARA O ENSINO MÉDIO	
Cássia Vanesa de Sousa Silva	
Givaldo Oliveira dos Santos	
DOI 10.22533/at.ed.51720100818	
CAPÍTULO 19	201
ANÁLISE DA PARTICIPAÇÃO FEMININA NOS CURSOS TÉCNICOS E DE GRADUAÇÃO EM INFORMÁTICA DA REDE FEDERAL E DO CEFET/RJ NOVA FRIBURGO	
Gisele Moraes Marinho	
Simone Tardin Fagundes	
Carolina de Lima Aguilár	
DOI 10.22533/at.ed.51720100819	
SOBRE OS ORGANIZADORES.....	212
ÍNDICE REMISSIVO	213

LA INCIDENCIA DE CIENCIA, TECNOLOGÍA Y SOCIEDAD EN LA EXPERIMENTACIÓN EN LA FÍSICA

Data de aceite: 03/08/2020

Jesus Ramon Briceno Barrios

Universidade Federal do Rio Grande - FURG/
Professor visitante do IMEF - Programa de
Mestrado Nacional Profissional em Ensino de
Física – MNPEF -Polo 21/GRINCEF - ULA.

Jeisson Nava

Universidad Nacional Experimental “Simón
Rodríguez”. Programa de Doctorado en
Educación - Venezuela

Hebert Lobo

Universidade Federal do Rio Grande - FURG/
Professor visitante do Instituto de Educação
– PPGEC-Programa de Pós-Graduação em
Educação em Ciências: Química da Vida e Saúde
/CIEFI-FURG/GRINCEF - ULA.

Juan Terán

Universidade Federal do Rio Grande - FURG/
Programa de Pós-Graduação em Educação em
Ciências: Química da Vida e Saúde/Bolsista da
Organização dos Estados Americanos – OEA/
GRINCEF - ULA

Richar Durán

Universidade Estadual de Ponta Grossa - UEPG/
Programa de Pós-Graduação em Ensino de
Ciências e Educação Matemática/Bolsista da
Organização dos Estados Americanos – OEA/
GRINCEF - ULA

Manuel Villareal

ULA/CRINCEF-Universidad de los Andes -
Venezuela

RESUMEN: Esta investigación tiene como objetivo visualizar la enseñanza de la Física desde la perspectiva de la Ciencia, la Tecnología y la Sociedad (CTS) como una alternativa para capacitar científica y críticamente a los estudiantes de una manera contextualizada y, por lo tanto, vincular la CTS resultante de los trabajos en filosofía y sociología de la ciencia y las dificultades reveladas en la enseñanza de la Física, que siempre han representado un problema importante, debido a la visión errada que de ella se tiene y se difunde. Por lo tanto, se propuso crear un módulo o guion teórico experimental para generar criterios epistemológicos y metodológicos, actuando como una propuesta para la formación de estudiantes de forma científica y tecnológica, con una apariencia contextualizada y atractiva. La metodología considerada adecuada para este trabajo fue de tipo mixto y la información se obtuvo mediante la aplicación de cuestionarios, encuestas y entrevistas a un grupo de profesores de Física de instituciones de secundaria. También se realizaron pruebas previas y posteriores en estudiantes seleccionados al azar, con lo que se pudo demostrar que los entrevistados entendieron la

utilidad de la experimentación en Física y su relación con la vida cotidiana. Por otro lado, los docentes entendieron los criterios que incluyen las pautas requeridas por el desarrollo de experimentos de Física vinculados a CTS para estudiantes.

PALABRAS-CLAVE: Ciencia, Tecnología y Sociedad, guion teórico experimental, criterios epistemológicos, experimentación en física.

INCIDÊNCIA DE CIÊNCIA, TECNOLOGIA E SOCIEDADE NA EXPERIMENTAÇÃO EM FÍSICA

RESUMO: Esta pesquisa tem como objetivo visualizar o ensino de Física na perspectiva da Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS) como uma alternativa para formar científica e criticamente os alunos de forma contextualizada e, portanto, vincular o CTS resultantes dos trabalhos de filosofia e sociologia da ciência e das dificuldades reveladas no ensino de física, que sempre representaram um grande problema, devido à visão equivocada e à sua difusão. Portanto, propôs-se a criação de um módulo ou roteiro teórico experimental para gerar critérios epistemológicos e metodológicos, atuando como proposta de formação de alunos de forma científica e tecnológica, com aparência contextualizada e atraente. A metodologia considerada adequada para este trabalho foi de tipo misto e as informações foram obtidas através da aplicação de questionários, pesquisas e entrevistas a um grupo de professores de física de instituições do ensino médio. Também foram realizados testes pré e pós em estudantes selecionados aleatoriamente, com os quais foi possível demonstrar que os entrevistados compreendiam a utilidade da experimentação em Física e sua relação com a vida cotidiana. Por outro lado, os professores entenderam os critérios que incluem as diretrizes exigidas pelo desenvolvimento de experimentos de Física vinculados ao CTS para os alunos.

PALAVRAS-CHAVE: Ciência, tecnologia e sociedade, roteiro teórico experimental, critérios epistemológicos, experimentação em Física.

INCIDENCE OF SCIENCE, TECHNOLOGY AND SOCIETY IN EXPERIMENTATION IN PHYSICS

ABSTRACT: This research aims to visualize the teaching of Physics from the perspective of Science, Technology and Society (CTS) as an alternative to scientifically and critically train students in a contextualized way and, therefore, link the CTS resulting from the works in philosophy and sociology of science and the difficulties revealed in the teaching of Physics, which have always represented a major problem, due to the mistaken vision of it and its spread. Therefore, it was proposed to create a module or experimental theoretical script to generate epistemological and methodological criteria, acting as a proposal for the training of students in a scientific and technological way, with a contextualized and attractive appearance. The methodology considered adequate for this work was of a mixed type and the information

was obtained through the application of questionnaires, surveys and interviews to a group of physics teachers from secondary institutions. Pre and post tests were also carried out on randomly selected students, with which it was possible to demonstrate that the interviewees understood the usefulness of experimentation in Physics and its relationship with everyday life. On the other hand, the teachers understood the criteria that include the guidelines required by the development of Physics experiments linked to CTS for students.

KEYWORDS: Science, technology and society, experimental theoretical script, epistemological criteria, experimentation in physics.

1 | INTRODUCCION

La educación científica plantea entre uno de sus propósitos que los estudiantes logren compartir significados que le permitan interpretar su entorno social desde un punto de vista científico. En este sentido, la enseñanza de las ciencias naturales y en particular de la Física, desempeñan un rol activo en la formación integral del estudiante a través de la trilogía ciencia, tecnología y sociedad, dándole mayor participación en la búsqueda de información para resolver problemas de la vida real, despertando el interés del porqué ocurren las cosas, relacionando lo que aprende con otros contextos y situaciones que vive en el día a día.

Con el enfoque de la triada de Ciencia, Tecnología y Sociedad el conocimiento puede ir más allá de lo académico de la ciencia y la tecnología, favorecer la construcción de actitudes, valores y normas de conducta, atendiendo a la formación del hombre para tomar decisiones con fundamento y de manera responsable. Es decir, se trata de una cultura basada en el saber del porqué de los comportamientos o sucesos que ocurren en su medio social, dando explicaciones de los fenómenos que acontecen en él.

De acuerdo a ello, las actividades experimentales constituyen el elemento distintivo de la educación científica, permite el máximo de participación, tienen gran relevancia en el proceso de formación, contribuyen a motivar hacia la búsqueda de información, al desarrollo de potencialidades esenciales para la vida, pues conciben al individuo como eje fundamental del proceso social y transformador del orden científico, humanístico y tecnológico.

Entonces, como ya referido, la educación científica, con especial mención a la Física, debe verse desde la perspectiva de los cambios acelerados en la sociedad, permutas que en algunos casos no son fáciles de predecir. La enseñanza de la ciencia, principalmente de la física, en relación con cuestiones y contextos tecnológicos, así como sus implicaciones sociales, representa actualmente una orientación compartida por innumerables educadores e investigadores. Por otro lado, debe considerarse que la CTS se ha convertido en una referencia para muchas personas que trabajan en educación, ya sea en la creación de programas, estrategias o el desarrollo de recursos de enseñanza.

La consideración de la CTS en la educación científica, por lo tanto, tiene el objetivo principal de preparar a los estudiantes para enfrentar el mundo socio-tecnológico que cambia rápidamente, en el cual las habilidades relacionadas con los valores sociales y éticos son relevantes. En esta perspectiva, se pretende que la escuela contribuya a aumentar la participación de todos, jóvenes y ciudadanos adultos, en la toma de decisiones sobre cuestiones de interrelación ciencia-tecnología-sociedad, basadas en la participación de una democracia ilustrada y responsable (individual y colectivamente). Este objetivo es cada vez más difícil de alcanzar en muchos países, ya que ha habido una retracción en la demanda de educación superior precisamente en las áreas de Ciencia y Tecnología. Esta compleja realidad lleva a la necesidad de que la CTS siga siendo un camino de esperanza y futuro que necesita ser actualizado y evaluado (DAGNINO, 2010).

Al mismo tiempo, debe considerarse que la educación científica es una prioridad en la educación de los ciudadanos, ya que promueve el desarrollo del pensamiento crítico, reflexivo y creativo, vinculando el conocimiento y explorando el entorno con el principio de interpretar y explicar la naturaleza. Es por esta razón que las tendencias actuales en la educación científica comienzan a dar mayor importancia a aspectos tales como: considerar problemas en la vida cotidiana, relacionar la ciencia con lo social, tecnológico y ambiental, es decir, desarrollar la alfabetización científica en el contexto de la responsabilidad y la participación. En palabras de Morín (1990, p. 15), es necesario considerar el proceso en toda su complejidad: “La educación científica debe buscar una explicación de por qué ocurren los eventos o fenómenos y cómo ocurren; esto es lo que avanzará el conocimiento científico”.

En el campo educativo, los experimentos demostrativos y en especial la manipulación directa de equipos y materiales de laboratorio ofrecen a los estudiantes la oportunidad de desarrollar habilidades de comunicación, destrezas y cooperación. En ellos, el alumno puede apreciarse actuando en su totalidad: sus conocimientos, actitudes y desarrollo a través del progreso de cada una de las experiencias. Sin embargo, la realidad es que las prácticas y demostraciones casi no se realizan en ciencias físicas debido a la falta de equipos y materiales, a pesar de la gran relevancia de la aplicación de cada una para el estudio y aprendizaje de principios, teorías y leyes o cualquier tema de interés científico a tratar (BRICEÑO; RIVAS; LOBO, 2019).

Por otro lado, es necesario desmitificar y romper con una serie de mitos que aún existen en nuestra sociedad en relación con lo que es y el hacer Ciencia y Tecnología lo y que contribuyen a crear prejuicios erróneos y, en consecuencia, un rechazo de su aprendizaje por parte de los estudiantes.

Al mismo tiempo, debe tenerse en cuenta que los criterios se entienden como estructuras o pautas de referencia que permiten comparar y valorar acciones y/o decisiones, útiles para estimar las acciones de docentes y estudiantes durante el desarrollo de las clases teóricas y prácticas de las experimentaciones en Física. En este contexto,

los criterios epistemológicos y metodológicos constituyen referentes o estándares que permiten comparar las actividades de enseñanza y aprendizaje llevadas a cabo por profesores y estudiantes de física.

Los criterios epistemológicos se preocupan en mostrar la relación entre el ser del estudiante y su pensamiento para tratar de lograr el desarrollo del conocimiento, es decir, están orientados hacia el aprendizaje de la física. Por otro lado, los criterios metodológicos se refieren a procesos, modos de acción y, por lo tanto, operan enfatizando los aspectos procesales de la enseñanza en el desarrollo de clases y experimentos de física; es decir, se relacionan directamente con la experimentación, que tiene como objetivo aumentar las habilidades de los estudiantes para resolver problemas prácticos y les da la oportunidad de desarrollar habilidades de comunicación, habilidades manuales relacionadas con el manejo de equipos, satisfacer su curiosidad científica y promover el interés en la ciencia.

Por todo lo expresado, con el presente trabajo de investigación se buscó generar criterios epistemológicos y metodológicos que fundamentasen la experimentación en Física desde la concepción de Ciencia, Tecnología y Sociedad a partir de la aplicación y evaluación de un Manual de Experimentaciones de Laboratorio, para su realización se consideró oportuno debido al contexto y a la problemática relacionada con eso, la utilización de una metodología investigativa de tipo mixta.

2 | EL PROBLEMA

La educación científica constituye una prioridad en la formación del ciudadano ya que promueve el desarrollo del pensamiento crítico, reflexivo, creativo, vinculando el conocimiento y la exploración del entorno con el empezar a interpretar y explicar la naturaleza. Es por esta razón que las tendencias actuales de la enseñanza de las ciencias comienzan a darles mayor importancia a aspectos como: plantear problemas de la vida cotidiana, relacionar la ciencia con lo social, tecnológico y ambiental, es decir, desarrollar una alfabetización científica en un contexto de responsabilidad y participación. En palabras de Morín (1990: p. 15) se tiene que: “La enseñanza de las ciencias debe buscar la explicación del por qué se dan los eventos o fenómenos y cómo se producen; esto es lo que hará progresar al conocimiento científico”.

Una de las finalidades de la educación científica en el siglo XXI es justamente relacionar la educación con la Ciencia, Tecnología y la Sociedad (CTS). En ésta los aprendizajes se construyen sobre la necesidad de conocer, basada en la experiencia real de su entorno inmediato, su carácter crítico e interdisciplinario, favorece el estudio de la dimensión social de la ciencia y la tecnología como un todo, formando ciudadanos informados, responsables y críticos ante una sociedad cambiante.

En ese sentido, Nava (2013), señala que para el “logro de una cultura científica, la enseñanza debe ser abordada desde la escuela hasta la universidad, formando ciudadanos

y ciudadanas que sean conscientes de los problemas del contexto; una enseñanza que implique procesos de aprender, de pensar, promoviendo valores sociales, culturales y humanísticos” (p.5). Todo esto conlleva a reflexionar sobre la importancia que desempeña la educación científica en la formación del ciudadano para garantizar la calidad de vida de manera responsable, consciente, crítica y actualizada. La interrelación teórica y práctica desde el entorno constituye un nuevo planteamiento del currículum en todos los niveles de enseñanza, particularmente en el área de la Física, ya que promueve el interés de los estudiantes por abordar el estudio de aquellos hechos y aplicaciones científicas que tengan una mayor relevancia social. Estos contenidos deben ir destinados a construir conocimientos, desarrollar actitudes y hábitos que garanticen una adecuada inserción y vinculación con la ciencia, la tecnología y, por ende, con el contexto (LIMONTA, 2014).

Enseñar y aprender Física bajo la perspectiva Ciencia, Tecnología y Sociedad (CTS) es considerada una alternativa para formar científica y tecnológicamente a los estudiantes de forma contextualizada, es decir, cada una de las temáticas que se abordan en esta área del conocimiento va vinculada a problemas o avances propios de la realidad. Esta ciencia natural se apoya en observaciones experimentales y mediciones cuantitativas, presenta un conjunto de experiencias y conocimientos prácticos que contribuyen al entendimiento del mundo físico (RICHTER, 2002).

Esta manera de enseñar y aprender ciencias, en particular la Física, contribuye a la formación del individuo, la construcción de significados, ya que se adquiere un mayor conocimiento al participar activamente en el proceso experimental, relacionando el contenido con su entorno social, brindándoles la oportunidad de asumir su propia responsabilidad en el aprender a aprender, pero siempre contando con la orientación del docente.

Es necesario acotar que, si las instituciones educativas no cuentan con un laboratorio dotado de materiales y equipos para la ejecución de las prácticas, el docente debe buscar alternativas para su aplicación, utilizando materiales accesibles y de bajos costos, capacitando a los estudiantes para el conocer, describir, comprobar y visualizar fenómenos de la naturaleza. Sin embargo, en la realidad se observa que las clases de Física se limitan a la teoría y no se realizan las demostraciones y/o experimentos (NAVA, 2013).

Por lo antes expuesto, esta investigación pretendió aplicar las actividades experimentales que configuran el Manual de experimentos de Laboratorio sustentado en el enfoque de CTS y evaluar su capacidad de favorecer la construcción de un conocimiento significativo vinculado con la cotidianidad. Es decir, se pretende lograr y evaluar un acercamiento al estudio de la Física de manera más dinámica, asentada en el asimilar, el aprender partiendo de su aplicabilidad en el mundo que le rodea, haciendo que el estudiante interaccione en las experiencias que facilitan el razonamiento, el análisis y la actividad creadora. En ese orden de ideas, surgieron las siguientes interrogantes:

¿Cuáles son los conocimientos que poseen los docentes de la asignatura Física con respecto a los conceptos fundamentales de los fenómenos mecánicos, térmicos y del enfoque ciencia, tecnología y sociedad?

¿Existe diferencia estadísticamente significativa entre el aprendizaje de Física logrado por los estudiantes que estudian Física sin la orientación de una guía o Manual de experimentos basado en CTS con respecto a los estudiantes que realizan prácticas de laboratorio guiadas por dicho Manual?

¿Cuál es el aprendizaje de Física que manifiestan haber logrado los estudiantes que realizaron practicas experimentales guiadas por el Manual de Laboratorio basado en CTS.?

¿Como valoran los estudiantes la experiencia de realizar las practicas de Física mediante la orientación de un Manual de Laboratorio basado en CTS?

¿Cuáles criterios epistemológicos y metodológicos pueden fundamentar la experimentación en Física orientada por un Manual de experimentos de Laboratorio basado en el enfoque de Ciencia, Tecnología y Sociedad?

3 | JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

En la clase de Ciencias Naturales, en particular la Física, la experimentación constituye un aspecto fundamental, puesto que, en él, los estudiantes manipulan, observan, analizan y construyen su propio conocimiento. Es decir, descubren sus potencialidades y aptitudes hacia esta área científica, asumiéndolo con responsabilidad de manera espontánea y consciente encontrando explicaciones de lo que ocurre en su naturaleza.

Es necesario resaltar que la asignatura de Física es una disciplina importante en el proceso educativo, cuyo propósito central es de contribuir a la formación intelectual y científica del individuo, lo cual indica que todas las actividades que se realicen en ella bajo una fundamentación pedagógica, en forma sistemática y continua, propicia el desarrollo integral del estudiante relacionándolo con su entorno social.

Desde esta perspectiva, se pretende generar criterios epistemológicos y metodológicos que fundamenten la experimentación en Física desde la concepción de Ciencia, Tecnología y Sociedad a partir de la aplicación y evaluación de un Manual de Laboratorio de Educación Media General, para que el aprendizaje de esta ciencia sea abordada de manera teórica, práctica y vinculada con la realidad, facilitando la comprensión de los fenómenos a estudiar, estimulando la investigación, potenciando, analizando y sintetizando el pensamiento crítico de los estudiantes, lo cual constituye un gran aporte, que conducirá cambios de actitud positivas en beneficio de una mejor calidad en la Educación.

4 | METODOLOGIA

Se consideró apropiado para los elementos y el contexto involucrado en el trabajo, llevarlo a cabo desde una perspectiva cualitativa y cuantitativa, lo que se justifica porque, como sostienen Hernández, Fernández y Baptista (2010), un enfoque metodológico mixto proporciona una mayor amplitud, profundidad, diversidad y riqueza en el momento del análisis y la interpretación.

Como medio de recopilación de información, se utilizaron el cuestionario, la encuesta, la entrevista, y para validar los resultados, se realizó un proceso de triangulación entre los informantes. La población estaba compuesta por quince (15) docentes de instituciones de secundaria y cuarenta (40) estudiantes seleccionados de manera informal, estos se dividieron en un grupo experimental y un grupo de control, al primero de ellos se aplicaron las estrategias elaboradas y en el segundo las actividades fueron desarrolladas de manera tradicional, la investigación se realizó durante el año escolar 2018.

5 | VALORACIÓN DEL APRENDIZAJE Y DE LAS ACTIVIDADES EXPERIMENTALES DE FÍSICA

En este apartado se representa la fase de evaluación de esta investigación. La cual fue organizada en dos partes: la primera mediante una prueba estadística para evaluar el aprendizaje y la diferencia de medias para evidenciar el efecto del tratamiento y, la segunda, una apreciación interpretativa del aprendizaje y de la experiencia desde las voces de los estudiantes.

A. Valoración desde la Diferencia de Medias

Esta fase consistió en un diseño estadístico con prueba de hipótesis para evidenciar la diferencia de medias en el aprendizaje entre los grupos experimental y de control. Evaluar el aprendizaje de los estudiantes es considerado por Vaccarini (2014) el proceso sistemático y continuo mediante el cual se determina el grado en que se están logrando los objetivos de aprendizaje propuesto en cada unidad curricular.

Los cálculos de la diferencia de medias requieren los siguientes datos:

H_0 : Hipótesis nula, H_1	Hipótesis de investigación	\bar{X}_A : Media del grupo experimental
\bar{X}_B : Media del grupo de control	N_A : Número de individuos del grupo experimental	N_B : Número de individuos del grupo de control
S_A^2 : Varianza del grupo experimental	S_B^2 : Varianza del grupo de control	

Sección A	Sección B
$n_A = 21$	$n_B = 19$
$X_A = 13,24$	$X_B = 9,21$
$S_A^2 = 6,59$	$S_B^2 = 2,84$

Tabla 1. Datos para la prueba de hipótesis.

Procedimiento para realizar la prueba de hipótesis

1. Formulación de la hipótesis

Hipótesis Nula: $H_0: \bar{X}_A = \bar{X}_B$

Hipótesis de Investigación: $H_1: \bar{X}_A > \bar{X}_B$, es decir, $H_1: 13,24 > 09,21$

2. Nivel de significancia: Para efectos de la presente investigación, en ambos casos se consideró un error de 5%; es decir, $\alpha = 0,05$

3. Estadístico de prueba: se seleccionó la T de Student, por tratarse de muestras pequeñas e independientes y bajo el supuesto de que la Hipótesis Nula es verdadera.

$$t_c = \frac{\bar{X}_A - \bar{X}_B}{\sqrt{\frac{n_A S_A^2 + n_B S_B^2}{n_A + n_B - 2} \left(\frac{1}{n_A} + \frac{1}{n_B} \right)}}$$

4. Criterio de decisión: La fórmula ofrece como criterio de decisión rechazar H_0 si $t_c < -t_\alpha$ o si $t_c > t_\alpha$

5. Cálculo del estadístico de prueba con los datos obtenidos de los grupos. Se sustituyeron los valores en la fórmula y se realizaron los cálculos respectivos. Como resultado se obtuvo un valor para **$t_c = 5,797$** .

6. Hallar el valor de t teórico o t_α para comparar y tomar la decisión. Primero se buscan los grados de libertad:

$$gl = (n_A + n_B) - 2$$

$$gl = (21 + 19) - 2$$

$$gl = 38$$

Con los grados de libertad se busca el valor de teórico de t_α correspondiente a 0,05 en la tabla t, el cual es 1,686, tal como se observa del grafico respectivo.

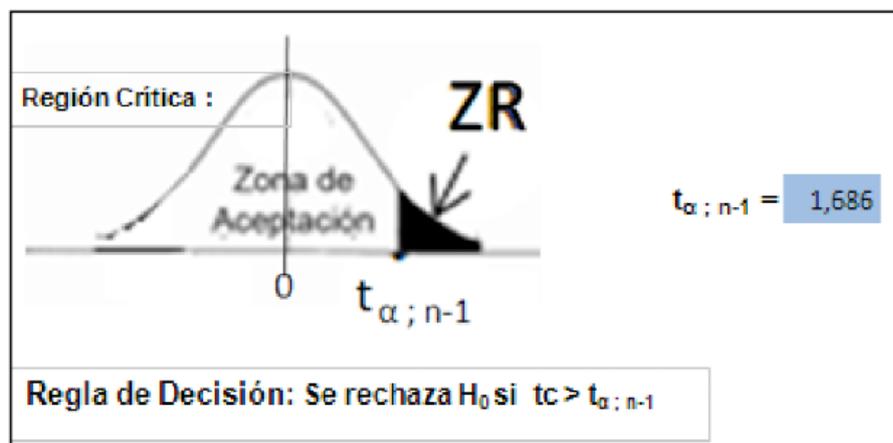


Diagrama 1. Gráfico que muestra el rechazo de la hipótesis inicial.

7. Aplicar la regla de decisión. Al comparar el valor absoluto ($t_c = 5,797$) con el valor de t teórico ($t_{\alpha} = 1,686$) se obtiene la Región Crítica que permite tomar la decisión en la prueba de hipótesis, Es evidente que $t_c > t_{\alpha; n-1}$, lo cual significa que se debe rechazar la hipótesis nula (H_0) y se acepta la hipótesis de investigación.

8. **Resultado.** Como resultado se obtuvo, entonces, que la **diferencia de los promedios es significativa estadísticamente** y ante tal evidencia se infiere que el grupo experimental logró un mejor y mayor aprendizaje de los contenidos de Física trabajados en la práctica con la orientación del Manual de Laboratorio de Física basado en CTS que el grupo control, el cual estudió los mismos contenidos sin la orientación del Manual.

B. Valoración del Aprendizaje y de las Actividades Experimentales Desde la Vivencia de los Estudiantes

Se entiende por vivencia la experiencia, suceso o hecho que vive una persona respecto de una cosa determinada, la que en este caso fue la realización de prácticas de Física guiadas por un manual de laboratorio fundamentado en CTS. Para obtener la valoración del aprendizaje y de las actividades desde la experiencia narrada por los mismos educandos, se seleccionó intencionalmente a seis estudiantes: dos de bajo rendimiento (aplazados), dos de rendimiento medio y dos de alto rendimiento y se planificó una entrevista cualitativa mediante preguntas amplias que les permitiera expresarse libremente.

Las preguntas que surgieron fueron las siguientes: ¿Qué tema se desarrolló en la actividad experimental?, ¿Qué aprendieron?, Para el desarrollo del tema ¿Cuáles actividades se aplicaron en la experimentación?, ¿Qué procedimiento aplicaron en la práctica?, ¿Qué conocimiento adquirió con esta actividad?, ¿Qué le pareció la práctica?, ¿Cómo se sintió haber realizado la actividad experimental?, ¿Qué aspecto le pareció con mayor dificultad para la realización de la práctica?, ¿Qué fue lo más sencillo para comprender en la actividad experimental?, ¿Le gustó este tipo de actividad experimental?

¿Por qué?

Las entrevistas se transcribieron y categorizaron. Para identificar a los estudiantes se utilizó un código alfanumérico que consistió en utilizar la E de entrevista, seguida de otra E por estudiante y un número del 1 al 6 para identificar cual estudiante habla, quedando de esta forma: EE1, EE2, EE3, EE4, EE5 y EE6.

De la categorización emergieron diversos aspectos, los cuales se organizaron en cuatro categorías principales: aprendizaje logrado, dificultades, valoración de la experiencia y vinculación con lo cotidiano. Cada categoría se analizó por separado con sus respectivas subcategorías. La presentación de la categoría y sus subcategorías se organizaron en cada una de las respectivas tablas donde pueden verse las categorías, subcategorías, algunas de las expresiones como evidencia y autores que la sustentan. Para el análisis, se muestran las expresiones de los estudiantes que las emitieron, se analiza su significado y se sustentó teóricamente con autores que tratan el tópico. Es decir, se realizó una triangulación de fuentes que le concede validez a los hallazgos.

b. Categoría Aprendizaje Logrado

En esta categoría se incluyeron todas las expresiones de los estudiantes que incluían la frase: “yo aprendí...” en el momento de la entrevista, frase que puede estar explícita o implícita en las oraciones transcritas. El aprendizaje logrado abarca las subcategorías: realizar cálculos, medir con instrumentos apropiados, distinguir conceptos y magnitudes, usar instrumentos de medición, presentar evidencias y confrontar ideas. A continuación, se considera cada una de ellas a grandes rasgos.

Subcategorías	Expresiones	Autores
Realizar Cálculos	EE2: “...a calcular nuestra masa, peso y estatura, de cada uno para saber la diferencia entre ambas”. EE3: “...a sacar los cálculos de la masa, peso de todos nosotros”, “...aprendimos a hacer los cálculos sobre las medidas de todos y teníamos que hacer el cálculo en total”.	Artigas y Nava (2007) Peña (2012) Rodríguez (2008)
Medir con instrumentos apropiados	EE1: “...También a medir a nuestros compañeros, medimos el piso, medimos el pizarrón, trabajamos con submúltiplos y múltiplos como unidades”. EE2: “...Hicimos las mediciones cualitativas y luego la comprobamos de forma cuantitativa”. EE3: “...medir algunas cosas que estaban en nuestra casa, como el cuarto y otras cosas que nosotros queríamos...” “...” y a medirnos nosotros mismos”. EE4: “Medición de los objetos como el pizarrón, la mesa, la hoja entre otros. Se estudio la medición de masa y peso”.	Peña (2012)

<p>Distinguir Conceptos y Magnitudes</p>	<p>EE1: “la clasificación de las magnitudes, viendo las categorías cuáles eran y cuáles no eran, señalando cuáles se correspondían de manera cualitativa y cuantitativa”. “También la práctica nos permitió entender, pues, que las magnitudes de velocidad son diferentes a la aceleración”</p> <p>EE2: “Aprendí que el peso es una medición diferente a la masa y que el volumen también es diferente a las anteriores. También no todos los objetos tienen la misma masa que normalmente los líquidos tienen menor masa que los objetos sólidos. También que existen mediciones cualitativas y cuantitativas que son diferentes “...También que existen mediciones cualitativas y cuantitativas que son diferentes...”</p> <p>EE4: “...” muchas veces confundimos peso y masa que son cosas diferentes y no debemos confundirlas porque son magnitudes diferentes</p> <p>EE5: pues son conceptos que se relacionan mucho, pero uno se dice que es energía y pues el calor y la temperatura el valor o sea lo que aumenta y son unidades diferentes como temperatura en grados centígrado y calor en Joules y eso lo aclaramos muchos desde la clase y eso debemos manejarlo bien.</p> <p>EE6: “...Y ver cuales medidas que se ven en Física son escalares y vectoriales y se clasificaron”.</p>	<p>Artigas (2007)</p> <p>Reverol (2006)</p> <p>Margarita de Sánchez (2000)</p>
<p>Usar Instrumentos de Medición</p>	<p>EE2: “...Aprendí a utilizar la cinta métrica, la balanza, la escala de ellas” ... “cómo funcionan las mediciones y los instrumentos para las medidas”.</p> <p>EE3: “...a utilizar la cinta métrica, balanza y construimos una regla a otra escala diferente a la regla para medir ciertos objetos que estaban en el aula”.</p> <p>EE4: “Por ejemplo, que para medir la masa y el peso son instrumentos diferentes”.</p>	<p>Quiroz (2008).</p>
<p>Presentar evidencias</p>	<p>EE1: Pues esta... no era tan difícil porque... se entendía todo lo que tenía que hacer y claro el Prof.... es vivo jajaja porque nos mandó a sacar fotos para corroborar que hicimos la práctica, pero.... Es muy diferente e interesante.</p> <p>EE2: “... porque él la mando para que la hiciéramos en la casa y que teníamos que reunirnos todos para hacerla, sacando las fotos que señalaba que la estábamos haciendo”.</p> <p>EE3: “... Siempre registramos el aumento de la temperatura y grabamos como subía, pero nunca llegaba a cien”.</p> <p>EE6: “... y con evidencias fotográficas para que el profesor viera que la hicimos.”</p>	
<p>Confrontar Ideas</p>	<p>EE4: creo que... demostrar las dos ideas de Aristóteles y Galileo que eran totalmente las ideas de aquella que se vivían en esos tiempos y de verdad se cumplió y...</p>	

Tabla 2. Aprendizaje logrado mediante la ejecución de las prácticas de Física.

Fuente: entrevista realizada a los estudiantes seleccionados.

b11. Subcategoría Realizar Cálculos: En las expresiones enfatizadas con este término se evidenció que los estudiantes destacaron esta expresión, que implica el uso del cálculo particularmente de sus operaciones básica y que no tenían dominio sobre ellas pues tuvieron que aprender, también se aprecia que son imprescindibles en el área de Física ya que los fenómenos de la naturaleza tienen una explicación científica que se comprueba desde esa disciplina.

En este sentido, (NAVA 2013, e PEÑA 2012) expresan que en las prácticas

experimentales de las diferentes disciplinas debe aparecer como objetivo clave la ejecución de cálculos numéricos, constituyéndose una exigencia permanente en relación a estos contenidos, además la obtención y la importancia del uso de herramientas conceptuales para explicar fenómenos y situaciones de su entorno cotidiano. Estos autores también corroboraron que con las actividades experimentales se logra el fortalecimiento y desarrollo de las competencias en matemáticas y obtuvieron herramientas conceptuales para explicar fenómenos y situaciones de su entorno cotidiano.

Además, lo expresado permite fortalecer la capacidad de los estudiantes para mejorar su desempeño y obtener logros en el aprendizaje de ambas asignaturas. De acuerdo a ello Tineo (2008) señala que la integración de varias ciencias permite al estudiante un acercamiento a otras ciencias desde la matemática y viceversa, percibiendo que todos los campos del saber están relacionados; lo cual muestra una profunda transdisciplinariedad de las ciencias.

En relación a **Medir con instrumentos apropiados** los alumnos destacaron en sus expresiones que aprendieron a medir distintos objetos utilizando los instrumentos apropiados para cada tipo. Durante la experiencia utilizaron diferentes tipos de variables y de instrumentos de medición; donde pudieron además comparar en los casos que existían diversas escalas o formas de realizar la medición y el determinar el grado de incerteza o de exactitud de la medida, pudiéndose además que la esencia de la medida es fundamental para la Física, como afirmado por Angurell, Casamitjana, Caubet y otros (s.f.), al señalar la importancia de que el estudiante aprenda a realizar correctamente las operaciones básicas que involucra el trabajo en una experiencia experimental en el laboratorio o fuera de él.

Se puede afirmar con en base a los hechos que los estudiantes pudieron vivir esta experiencia de las mediciones con propiedad, promoviéndose por tanto en ellos una cultura para el uso y manejo adecuado de cada instrumento lográndose las competencias y capacidades requeridas, lo que conduce a un aprendizaje significativo.

b12. Subcategoría Distinguir Conceptos y Magnitudes desde la Práctica: En relación a este término se tiene que toda ciencia posee un marco conceptual que la caracteriza, y en relación a ello, los estudiantes expresaron el aprendizaje de ciertos conceptos básicos de Física de la siguiente manera: En las expresiones para este caso, se observó que los estudiantes manifestaron haber consolidado el aprendizaje y la distinción de conceptos, tales como masa y peso; velocidad y aceleración, calor y temperatura durante la ejecución de la práctica. Esto les permite afianzar y comprender los conceptos y principios físicos a través de la experimentación, lo que conlleva a que progresivamente puedan analizar e interpretar los fenómenos de esta ciencia natural.

Lo referido se puede apreciar que se corresponde con lo manifestado por Gómez (2011), Mora y Aguilar (2011), cuando señalan la importancia de fortalecer el aprendizaje significativo en la construcción, comprensión y consolidación de los conceptos

fundamentales, puesto que los conceptos en Física, así como de otras asignaturas, constituyen la base gnoseológica de ella y es mediante su conocimiento y aplicación como el estudiante se puede adentrarse en el dominio de su campo de estudio.

En el mismo orden de ideas, Artigas y Nava (2007) plantean que el desarrollo de las actividades experimentales debe estar enfocado en la comprensión de principios, leyes y teorías de las ciencias, con el propósito que los estudiantes comprendan cada tópico de la Física desde su propia experiencia.

De acuerdo a ello, se puede aseverar que con la orientación del Manual de laboratorio se propició la construcción del conocimiento en los estudiantes, ya que encuentran significativas las explicaciones de teorías que dan respuestas a situaciones que ocurren en la naturaleza; a la vez favorece el desarrollo de capacidades, habilidades y destrezas utilizando la experimentación.

Este planteamiento desde el ámbito de la Física logra en los estudiantes satisfacer su curiosidad ante situaciones y fenómenos de su entorno, es decir, permite construir significados desde lo vivencial (descripciones y distinciones) y vincularlo con su cotidianidad, lo cual se propicia por medio de las actividades de laboratorio guiadas por el Manual. Carrascosa, Pérez y Vílchez (2006) plantean que para lograr una orientación investigativa del aprendizaje de las ciencias se debe potenciar los análisis cualitativos, de manera significativa, que ayuden a comprender y a acotar las situaciones planteadas y a formular preguntas operativas sobre lo que se busca. Estas dos vertientes en el mundo de las ciencias son fundamentales ya que la ciencia avanza progresivamente y es necesario que el estudiante tenga la posibilidad de asociar, relacionar los hechos o situaciones desde una postura crítica.

b13. Subcategoría Usar Instrumentos de Medición: En correspondencia a esta expresión, los estudiantes enunciaron que aprendieron a utilizar ciertos instrumentos de medición durante las actividades experimentales realizadas con la guía del Manual de Laboratorio. Dichas actividades tenían la finalidad de aprender a medir y a comprobar, algunas magnitudes que se desea conocer en las actividades experimentales o en las prácticas de laboratorio. A este respecto, Nava (2013) comparte esta concepción de las actividades de experimentación y de laboratorio, puesto con esas se logran afianzar los conocimientos teóricos, el manejo adecuado de materiales y equipos para la demostración, de modo que el estudiante desarrolla habilidades y destrezas que se van consolidando durante el proceso de experimentación.

Al mismo tiempo, esas contribuyen al entendimiento del mundo físico, permitiéndole interactuar racionalmente con su contexto, valorando la importancia que tiene en el desarrollo científico y tecnológico del mundo actual. En síntesis, tomar en cuenta el uso adecuado de instrumentos y equipos de medición en la realización de experimentos y en el laboratorio favorece una cultura científica en los estudiantes y los lleva aprender de manera significativa. Esto se logra pues cada uno de ellos realiza diferentes mediciones

con distintos instrumentos en tareas específicas durante el experimento, lo que los lleva a conocer diferentes fenómenos, conocimiento que puede transferir y aplicar a situaciones del entorno, enriqueciendo cada día su experiencia educativa.

b14. Subcategoría Presentar Evidencias: Los estudiantes declararon que aprendieron a presentar evidencias sobre su trabajo, lo que se resultó de las expresiones halladas durante las entrevistas. Por otra parte, durante las prácticas, los estudiantes hicieron registros de los datos que ofrecían los experimentos. Tales registros constituyeron una evidencia o prueba científica que se apoya en la observación de uno o más datos empíricos, lo cual coincide con lo expresado por Pasek y Mejía (2017: p. 168), quienes explican que “las evidencias empíricas constituyen, generalmente, datos numéricos o estadísticos, aunque también puede ser información descriptiva, que demuestran la existencia de un problema, una necesidad, una solución”; o bien, como en este caso, la ejecución de un experimento realizado.

b15. Subcategoría Confrontar Ideas: Los estudiantes manifestaron a través de sus expresiones que aprendieron a confrontar ideas como parte de la experiencia práctica. Confrontar ideas significa, fundamentalmente, examinar y comparar dos o más cosas, en este caso ideas, para apreciar sus semejanzas y diferencias. no obstante, los estudiantes lograron, no solo comparar ideas, sino también el desarrollo de la habilidad del pensamiento de la comparación y, además, del pensamiento crítico.

La comparación, según Sánchez (2000) implica un proceso que consiste en describir los objetos de la comparación para luego establecer sus semejanzas y diferencias. Por otra parte, y debido a la interacción de los estudiantes en el desarrollo de la experiencia, observaron que tenían distintas posturas en el conocimiento y preconcepciones sobre los fenómenos de la naturaleza, pero los examinaron, analizaron, evaluaron, decidieron sobre su verdad o falsedad; todos ellos procesos que involucra el pensamiento crítico, tal como señalan, entre otros autores Carbogim, Oliveira y Püschel (2016) y Facione (2007).

Aquí cabe resaltar que el pensamiento crítico es muy importante para analizar las relaciones entre la ciencia, la tecnología y la sociedad. En ese sentido, capacita al estudiante para comprender el impacto social de la ciencia y la tecnología; al ser un área de conocimiento con valores permite entender mejor los aportes de la ciencia y tecnología a la sociedad, así como, tomar decisiones con fundamento y de manera responsable (MANASSERO, VÁZQUEZ Y ACEVEDO, 2003; LA CUEVA, 2010; OSORIO, 2002; MEMBIELA, 2001). Finalmente, tendrá como consecuencia que una mayor cantidad de estudiantes se vea motivado hacia el estudio y profesiones vinculadas con la ciencia y la tecnología, tal como refieren Manassero, Vázquez y Acevedo (2003) y Tineo (2008).

Además, dado que el pensamiento crítico se vincula con la creatividad, es importante mencionar a García Y Hernández (1999), quien expresa que el uso de actividades experimentales en la enseñanza de las Ciencias Naturales desarrolla el ingenio, la creatividad y la imaginación, propicia la investigación, desencadena inquietudes y promueve

una actitud positiva y crítica hacia la ciencia, lo que redundará en un buen desarrollo de los aprendizajes y la construcción del conocimiento científico, coadyuvando a comprender mejor el mundo que nos rodea.

En síntesis, el aprendizaje logrado durante la ejecución de las actividades experimentales en las prácticas de física no solo es percibido como lo que el estudiante ha aprendido de los contenidos de una asignatura, pues va más allá del saber teórico y la aplicación práctica de esos conocimientos, puesto que se alcanzó el desarrollo de habilidades del pensamiento en general y del crítico en particular.

De cierta forma tiene relación con los planteamientos de Ausubel, Novack y Hanesian (2000) cuando afirman que el aprendizaje depende de la estructura cognitiva previa que se relaciona con la nueva información, entendiéndose como el conjunto de conceptos e ideas que un individuo posee en un determinado campo de conocimiento así como su organización, ya que, cuando el material es potencialmente significativo, el alumno puede relacionar sustancial y no arbitrariamente el nuevo material con su estructura cognoscitiva.

Por otro lado, es importante señalar que estas manifestaciones confirman o comprueban el aprendizaje logrado evidenciado en la evaluación por medio de la prueba aplicada. Pero, ciertamente, también percibieron dificultades.

b2. Categoría Dificultades Percibidas

En esta categoría se incluyeron todas las expresiones de los estudiantes que incluían frases como “me costó...”, “lo difícil fue...”, en el momento de la entrevista, frases que pueden estar explícitas o implícitas en las oraciones transcritas.

Categoría	Expresiones	Autores
Dificultades Percibidas	<p>EE1: “... aunque los cálculos que se tenían que hacer un poquito me costó.</p> <p>EE2: “Pues... las gráficas del encuentro entre móviles porque son cálculos que se hacían aparte para construirlos, pero ahí dimos y le consultamos al profesor a ver si era como pensábamos y él dijo: “sí, van bien”.</p> <p>EE3: “...Transformando los valores utilizando las operaciones de matemática de acuerdo a la escala...” Pues me pareció con mayor dificultad hacer los cálculos, pero en esa parte nos ayudamos todos.</p> <p>EE4: “... lo difícil fue hacer las gráficas realizando los cálculos para hallar la velocidad y la aceleración”.</p> <p>EE6: “...donde se calculaba el período usando operaciones de matemática y las unidades de Física”.</p>	

Tabla 3. Dificultades Percibidas.

Fuente: Entrevistas realizadas a los estudiantes seleccionados.

En las manifestaciones de los estudiantes se observaron que las dificultades halladas en la realización de las prácticas de Física, fueron los cálculos matemáticos

y la elaboración de las gráficas, es decir ellos todavía tienen carencias en el área de matemáticas y sus operaciones básicas a lo cual no se le puede restar importancia pues, constituyen una herramienta fundamental para la explicación científica de los fenómenos de la naturaleza.

En cierta forma, las dificultades expresadas confirman sus argumentos sobre el aprendizaje de realizar cálculos matemáticos, pues se entiende que no sabían realizarlos antes de la práctica y aprendieron durante la ejecución de ésta, ya sea ayudándose unos a otros o pidiendo ayuda al docente.

Diferentes estudios confirman estas dificultades en el área de la enseñanza aprendizaje de las ciencias naturales y la Física. Así, Álvarez, Jaimes y Sánchez (2018) argumentan que una de las dificultades que debe enfrentar el docente es el escaso conocimiento que poseen los estudiantes sobre las matemáticas, conocimiento que se necesita para comprender los temas de Física. Igualmente, en su estudio, Castro (2008) preguntó a los estudiantes a qué se debían las dificultades que tenían para aprender ciencias naturales y obtuvo como respuestas que tanto al docente como al estudiante, pues si el docente no está capacitado no la va enseñar bien; pero, si el profesor explica bien el tema que domina, el alumno debe prestarle atención para poder entender y aprender.

Por otra parte, algunos autores señalan que el problema abarca lo epistemológico, psicológico y pedagógico. En ese orden de ideas, Castro (2008) explica que muchos de los problemas en la comprensión de los conocimientos y conceptos que abarcan los contenidos de estudio, se deben, posiblemente, a la ausencia o escaso desarrollo de ciertos procesos cognitivos como el análisis, relaciones, abstracciones, deducciones e inferencias, en la interpretación de teorías, modelos y conceptos afines, cuestiones que dificultan la reconstrucción de dichos conocimientos.

También Neira y Pérez (2016), en su estudio sobre el calor y la temperatura expresan que los estudiantes presentan significativas dificultades para su comprensión, dificultades que se pueden atribuir a sus ideas previas, así como a la interpretación de los fenómenos de varias variables macroscópicas que cambian simultáneamente.

Tomando en consideración las dificultades mencionadas, es importante que los docentes las asuman y busquen o reorienten las estrategias de enseñanza y aprendizaje con el fin de propiciar un aprendizaje significativo de las ciencias y ofrezcan una solución a las debilidades de los estudiantes (PASEK, 2014).

b3. Categoría Valoración de la Experiencia

En esta categoría se incluyeron todas aquellas expresiones de los estudiantes que implican un juicio de valor. Valorar una experiencia significa evaluarla y la evaluación involucra un proceso en el cual, según Pasek y Mejía (2017, p. 9), “la formulación de juicios corresponde a la segunda fase y constituye la esencia de la evaluación, pues,

como vimos, evaluar es juzgar. Los juicios valorativos son el componente que distingue la evaluación de una descripción o de un proyecto de investigación.” Por lo general, estos juicios incluyen la comparación y expresan en términos descriptivos los comportamientos o acciones.

Categoría	Valoración de la Experiencia	
Subcategorías	Expresiones	Autores
Trabajar en grupos facilita el aprender	<p>EE1: “... Hubo interacción entre todos en cuanto a sus ideas para la actividad y eso..... ya que con esta actividad trabajamos en grupo, nos ayudamos unos a otros. Y fue este bonito trabajar en unión ya que se aprende muchísimo más; EE2: “Fue muy interesante, compartimos con los compañeros...”.</p> <p>EE3: “... se aprende más haciendo y con ayuda de mis compañeros porque todos colaboramos, eso es bonito.”</p> <p>EE4: “...nosotros somos los que hacemos y nos ayudamos entre todos”.</p> <p>EE5: “Claro, mejor vemos las clases de física y todos nos ayudamos y aprendemos lo que vemos en teoría y anotamos lo que observamos.</p> <p>EE6: “...todos compartimos ideas e hicimos cada una de las experiencias interactuando todos en la práctica y aprendiendo más de la Física.”</p>	<p>Domínguez (2015)</p> <p>Breznes (2014)</p>
Es Claro el Vínculo entre Teoría y Práctica	<p>EE1 argumentó: “... y se cumple con aquello que vimos en la teoría y también la aceleración en cero al momento de calcular con los datos que nos dio se vio que es cero...”; también EE2 lo indicó: “... y ver qué ocurría para luego responder lo que decía la práctica. Para comprobar con lo que vimos en clase de teoría y de verdad se cumplió”.</p> <p>EE4 señaló: “.... Pero lo importante logramos entender el tema con lo que está en la teoría o sea estas ideas con lo que hacemos en la práctica”, igual que EE6: “...y demostrar lo que se hizo en clase de teoría”; y, asimismo EE3: “... se nos facilitó porque en la teoría vimos cosas para que comprendiéramos pues, en el momento de hacerla en la práctica de laboratorio”.</p>	<p>Carlino (2006)</p> <p>Álvarez (2012)</p>
Los procedimientos y las Instrucciones son claros	<p>EE4: “...Y el proceso fue que primero leímos un texto del tema y había tres experiencias que aplicamos cambiando que si la masa, la longitud de la cuerda o el ángulo para ver el período del péndulo de qué dependía y de último responder la dependencia y pues... la aplicabilidad”.</p> <p>EE5: “pues..., digamos que estaba en 4 partes. Una lectura como para... refrescar las ideas que vimos en clase de teoría relacionado a calor y temperatura. Después hicimos las experiencias de calor, temperatura y equilibrio térmico y después transferencia de calor realizando las tres formas y de último unas preguntas de reflexión respondida por nosotros para ver si aprendimos.</p> <p>EE2: Todo estuvo muy claro...y... Todo lo resolvimos como estaba previsto en la práctica;</p> <p>EE4 afirmó: No encontré cosas difíciles porque la práctica lo decía todo lo que se iba a hacer.</p> <p>EE5: “pues no me pareció tan difícil..., estaba claro lo que teníamos que hacer.....y ojalá fuese todas las materias así.</p> <p>EE6: “Pues la práctica estaba clara, pero yo confundía las unidades, o sea, la equivalencia” (...) “logré aprender muchas cosas primero... porque sin la ayuda del profesor la teníamos que hacer”.</p>	<p>López y Tamayo (2012)</p> <p>Díaz y Hernández (2002)</p> <p>Peña (2002)</p>

<p>Hacer experimentos es una forma novedosa y fácil de aprender</p>	<p>EE1 expuso: “Nunca lo habíamos visto en Física, es algo totalmente diferente” ...Y de esta manera se aprende y se comprende más. EE2: “...y es más fácil para aprender y comprender la materia, no como el año pasado que era diferente.... y bastante entretenida también”. EE3: Es una forma nueva para comprender las cosas de manera más fácil.” EE4: “Es una forma diferente para entender mejor los temas de Física”; “...La experimentación nos ayuda a profundizar más el tema, el contenido para obtener más y mejor conocimiento...” EE4: no es tan difícil debemos... pues..., leer bien para hacer bien las cosas. Y aplicar cada una de las experiencias que eran actividades que se relacionaban con el tema. EE5: “... Y también había varias cosas que hacer problemas, crucigramas, selección y muchas cosas que podíamos hacer, no era una sola cosa sino muchas” EE6: de verdad que sí y ya que es... una manera diferente de aprender Física y es una manera que asusta menos que con puros exámenes, sino que hay distintas cosas que se hacen con esta práctica.</p>	<p>López y Tamayo (2012)</p> <p>Peña (2012)</p> <p>Palacino (2007)</p> <p>Melo y Hernández (2014)</p>
<p>La experimentación se siente y hace sentirse bien</p>	<p>EE1: Me sentí bien, ya que esta práctica nunca la habíamos realizado en ninguna materia”; EE2: “...Ojalá que se sigan haciendo más porque así uno comprende mejor las cosas”. EE4: de verdad me siento mejor porque no hay presión como cuando uno tiene examen y es una forma distinta de ver la Física. EE6: “me sentí muy bien porque mi equipo se reunió en mi casa para hacerla...”. EE3: “...Pues, me sentí bien porque estaba a gusto con mis compañeros y todos colaboramos al hacer esta actividad compartiendo sus ideas para resolver la actividad” ...; luego agregó: “Pues, como los científicos (se ríe). Bueno algo así, porque nosotros somos lo que hacíamos las cosas”; EE5: “pues, digamos, como los científicos, jajaja, investigando, haciendo las cosas por nosotros mismos.</p>	<p>Perales (2007)</p>
<p>La Evaluación fue Formativa por Monitoreo Grupal e Individual</p>	<p>EE2: Pues él nos explicó en la clase de teoría el tema y en la práctica él se asomaba por cada equipo pa’ ver si hacíamos la práctica. EE4: En la práctica el profesor pasaba por las mesas para ver qué hacíamos y nos aclaraba dudas si la teníamos...” EE6: el profesor se acercaba a ver qué hacíamos y observar quien trabajaba o no. EE1: “También tuvimos una defensa en la clase de teoría donde el profesor nos preguntaba del tema e iba anotando quiénes intervenían”. EE3: “...una lectura de inicio donde en teoría ya se había abordado y defendido por cada uno...”. EE4: “...y también había unas preguntas para saber si aprendimos, que fueron respondidas por cada uno de nosotros”. EE5: “...y de último unas preguntas de reflexión respondida por nosotros para ver si aprendimos”.</p>	<p>MPPE (2007)</p> <p>Pasek de Pinto y Mejía (2017)</p> <p>Domínguez (2015)</p> <p>Castillo y Cabrerizo (2003)</p> <p>Garrido Arias y Flores (2014)</p>

Tabla 4. Valoración de la Experiencia.

Fuente: Entrevistas realizadas a los estudiantes seleccionados

b31. Subcategoría Trabajar en Grupos Facilita el Aprender: Los estudiantes valoraron positivamente las actividades experimentales que realizaron guiados por el Manual de Laboratorio de Física propuesto cuyas dinámicas y modos desarrollaron de

manera grupal y colaborativa. De sus palabras se aprecia de las la importancia que le conceden al trabajo colaborativo porque se ayudaron unos a otros, compartieron ideas y conocimientos, aprendieron de manera más y con más facilidad. El trabajo colaborativo durante la ejecución de las prácticas promueve un aprendizaje centrado en el alumno, cuya base es el trabajo en pequeños grupos, en los cuales, estudiantes con diferentes niveles de habilidad realizan diversas actividades de aprendizaje para mejorar su entendimiento sobre una materia.

Lo expresado previamente es confirmado por algunos autores como Domínguez (2015), quien realizó un estudio durante sus clases de Física y Química, llegando a la conclusión que el aprendizaje cooperativo, aumenta la motivación de los alumnos, provoca que se obtengan mejores resultados en el trabajo, favorece la interacción entre los estudiantes y hace que éstos aprendan más rápido. También, Brezmes (2014), quien argumenta que el trabajo o aprendizaje cooperativo es una metodología muy adecuada para la enseñanza de las Ciencias Naturales, ya que obtuvo resultados que demuestran que a través de las técnicas y estrategias que hemos utilizado aumenta el grado de comprensión y asimilación de los conceptos.

b32. Subcategoría Es Claro el Vínculo entre Teoría y Práctica: Las expresiones de las estudiantes reportadas en la tabla 4 en esta subcategoría, mostraron que durante la ejecución de las actividades experimentales hubo un vínculo en la teoría con la práctica, donde esta dualidad en ámbito de las ciencias se considera fundamental para comprender los principios físicos, las implicaciones que tiene con el contexto que es el deber ser de todo hecho educativo. Además, se incentiva en los estudiantes una cultura científica y se desenvuelve el conocimiento desde todos sus ámbitos. Así lo afirma Carlino (2006), cuando dice que el “aprender los contenidos disciplinares debe consistir en una doble tarea y es el apropiarse de su sistema conceptual y metodológico”; dando cumplimiento con este vínculo en el aprendizaje de las ciencias se promueve en el estudiante la capacidad de interpretar su realidad, desde una postura crítica, constructiva y con independencia intelectual.

También Álvarez (2012) señala la importancia de relacionar la teoría y la práctica. Aunque su estudio refiere a la docencia en la cual el docente debe manifestar su coherencia teórico-práctica, sus conclusiones se pueden extrapolar a las prácticas de laboratorio, pues, a fin de cuentas, el proceso de enseñanza aprendizaje requiere tanto del docente como de los estudiantes. Así, propone la autora que el vínculo teoría-práctica requiere que el docente tienda puentes intermedios entre el conocimiento y la acción, cultivando ambas dimensiones; las cuales en este caso involucran las clases en el aula y la práctica en laboratorio.

La autora indica además que las relaciones teoría-práctica debe establecerlas el profesor en un esfuerzo consciente, autocrítico y abierto al diálogo con otros, lo que en este estudio se traduce en organizar las clases y las prácticas para que guarden la debida

correspondencia. Finalmente, la autora argumenta que los intentos de relación teoría-práctica transforman al docente, lo que al llevarlo al contexto del laboratorio implica el aprendizaje del estudiante y la satisfacción del logro para el profesor.

En síntesis, se evidenció que mediante el diseño de las actividades experimentales de Física elaboradas por el docente y realizadas por los estudiantes en las prácticas de laboratorio, los estudiantes expresaron hallar ese vínculo, lo que facilitó la comprensión y el aprendizaje.

b33. El Procedimiento y las Instrucciones Fueron Claras: Los estudiantes manifestaron que tanto el procedimiento que debían ejecutar como las instrucciones fueron explícitos y fácilmente comprensibles. Los procedimientos en las actividades experimentales deben estar claros y cumplir con el propósito de la práctica, deben secuenciarse, así como se cumple en los contenidos conceptuales, donde el estudiante tenga un papel activo para integrar los nuevos procedimientos en su estructura cognitiva, logrando una forma significativa y comprensiva de la realidad. Vale decir, entonces, que los medios de enseñanza en las ciencias deben contribuir a la apropiación del contenido por los estudiantes, de una manera que los procedimientos empleados más allá de lo elemental a lo complejo provoque en ellos un proceso productivo, que los motive, que vaya descubriendo ese mundo de la ciencia que muchas veces desconoce, es decir, el procedimiento empleado durante la experimentación debe ser un hilo conductor en el proceso de adentrarse a la reflexión de cada paso que se haga para así obtener un aprendizaje eficiente y eficaz en cada uno de ellos.

Para la realización de estos procesos es necesario que los estudiantes hablen ciencia, que debatan entre ellos y con el profesor, que sean capaces de verbalizar el problema y de pensar en procedimientos sobre cómo van a resolverlo y que argumenten si sus resultados encajan dentro de un modelo o teoría. En ese orden de ideas, López y Tamayo (2012:146) reconocen que la actividad experimental es uno de los aspectos clave en el proceso de enseñanza y aprendizaje de las ciencias tanto por la fundamentación teórica que puede aportar a los estudiantes, como por el desarrollo de ciertas habilidades y destrezas para las cuales el trabajo experimental es fundamental, asimismo, en cuanto al desarrollo de ciertas habilidades del pensamiento de los estudiantes y al desarrollo de cierta concepción de ciencia derivada del tipo y finalidad de las actividades prácticas propuestas.

Sin embargo, de igual manera critican que estas actividades, en su gran mayoría, se caracterizan por ser tipo receta, en las que los estudiantes deben seguir ciertos algoritmos o pasos para llegar a una conclusión predeterminada. Agregan que con ello se puede transmitir una imagen distorsionada de ciencia al utilizar las prácticas de manera tradicional como único criterio de validez del conocimiento científico y la prueba definitiva de las hipótesis y teorías.

En las locuciones anteriores se evidenció que los estudiantes manifiestan una

apreciación positiva de las instrucciones en el conjunto de cada una de las experiencias presentadas en el manual de actividades experimentales. Es importante resaltar que éste propicia el desarrollo autónomo de la ejecución de las actividades para cumplir con los objetivos previstos en cada temática. Por tanto, al presentar de manera clara y comprensible los objetivos y las acciones de cada experiencia en el laboratorio, se promueve en el aprendiz la autonomía, una cultura científica y el manejo adecuado de un lenguaje propio de la ciencia.

Al respecto, es oportuno señalar las ideas de Peña (2012), quien opina que, si están bien diseñadas e implementadas cada una de las actividades, se obtiene un elevado potencial en lograr un cambio efectivo en la estructura de conocimiento de los estudiantes, porque al utilizar diversas estrategias de aprendizaje permiten modificar las concepciones alternativas, y por ende se logra, reconstruir significativamente el conocimiento científico.

Desde esta perspectiva, Díaz y Hernández (2002:114) plantean que “uno de los objetivos más valorados y perseguidos dentro de la educación a través de las épocas, es el de enseñar a los estudiantes para que se vuelvan aprendices autónomos, independientes y autorregulados capaces de aprender a aprender”. Esto significa, que los docentes tienen un papel fundamental en la formación de los estudiantes y es hacer conscientes a ellos de sus propias capacidades cognitivas proporcionando herramientas que sirvan para enfrentar situaciones de aprendizaje en distintas áreas de formación, con diferentes niveles de profundidad ayudados con la aplicación de estrategias que conlleven a la consolidación de habilidades del pensamiento como forma de lograr un hombre con eficientes competencias académicas.

b34. Subcategoría Hacer Experimentos Es Una Forma Novedosa y Fácil de Aprender: El aspecto experimental fue el más llamativo para los estudiantes, quienes dijeron que haciendo las cosas facilita el aprender. Se sus palabras se aprecia la repetición de ciertos juicios como: “fue algo nuevo”, “Fue interesante...” “nos gustó mucho” “de esta manera se aprende y se comprende más”. “es más fácil para aprender y comprender la materia, no como el año pasado”, “bastante entretenida”, “fue muy divertida”, “todos hacemos y aprendemos mejor”, “nos ayuda a profundizar más el tema”, “había varias cosas que hacer problemas, crucigramas, selección y muchas cosas que podíamos hacer, no era una sola cosa sino muchas”; “es una manera que asusta menos que con puros exámenes”.

Los juicios precedentes indicaban que las clases de años anteriores fueron tradicionales, por lo que las distintas estrategias, incluyendo el juego, que utilizaron siguiendo el Manual de Laboratorio, son consideradas una novedad. A esto se suma el hecho de facilitar el aprendizaje de la Física y, por ende, proporciona una visión amplia del estudio de los fenómenos que ocurren en la naturaleza por medio de la vivencia en la experimentación. El empleo de las actividades experimentales, en particular en las ciencias naturales, debe enfocarse de tal modo que los estudiantes sean los protagonistas

en la construcción de su conocimiento, que reflexionen, critiquen, busquen mejores explicaciones de los hechos y desarrollen actitudes y valores enmarcados en las ciencias.

Así los reconocen López y Tamayo (2012) y Peña (2012) cuando señalan que bien diseñadas e implementadas aportan fundamentos teóricos y potencian el desarrollo habilidades y destrezas para el trabajo en laboratorio, así como habilidades de pensamiento, por lo que favorecen el aprendizaje al modificar las concepciones alternativas y, en consecuencia, se logra reconstruir significativamente el conocimiento científico.

Asimismo, se evidenció que durante la ejecución de las actividades experimentales realizaron algunas actividades lúdicas, las cuales, al estar diseñadas de acuerdo con los objetivos que se pretenden lograr, tienen como finalidad ser un medio didáctico, generador de conocimientos propio de la ciencia para el desarrollo cognitivo; ofrece la posibilidad de brindar la oportunidad a cada estudiante de elaborar sus propias ideas desde la vivencia de la práctica, el sentir y hacer, propiciando el proceso de reconstrucción del desarrollo personal y comprensión de su entorno.

En ese orden de ideas, Palacino (2007) explica que las estrategias lúdicas mejoran los procesos de enseñanza y aprendizaje en Ciencias Naturales, puesto que permite una interacción constante en forma grupal, mejoran las competencias comunicativas y ayudan a superar algunas dificultades que se han venido presentando en este contexto social, a la hora de educar y educarse científicamente. Igualmente, Melo y Hernández (2014) argumenta que el juego es una actividad inherente al ser humano, vinculada al gozo, al placer y a la diversión. Como estrategias de enseñanza y aprendizaje favorece el desarrollo cognitivo, afectivo y comunicativo, así como la creatividad, el espíritu investigativo y despierta la curiosidad por lo desconocido.

En este punto de la valoración de la experiencia que realizan los estudiantes se hizo notable la constante alusión a las clases del año pasado y a su comparación con el desarrollo de las prácticas en el presente; por lo que el investigador se sintió obligado a indagar: ¿Cómo fueron las clases de Física el año pasado? ¿No tuvieron la oportunidad de hacer prácticas de laboratorio?

Sus respuestas fueron que el año anterior las clases fueron de corte tradicional, es decir, rígidas, poco dinámicas y prácticamente nada de innovación ya que, como explica Flórez (1994) se centra en el docente quien le concede gran importancia a la transmisión y memorización de la cultura y los conocimientos. Aquí el docente dicta y expone, el estudiante escucha y copia; es decir, las clases son magistrales, con la exposición verbal de un docente protagonista, transmisor de conocimientos, dictador de clase, un maestro reproductor de saberes. La relación maestro-alumno es autoritaria y vertical. El proceso de evaluación es memorístico, repetitivo, por producto o resultados y responde a una calificación cuantitativa, por lo cual se basa en exámenes, por ello la evaluación finalmente es cuantitativa, reflejándose en una calificación numérica. Como consecuencia se tiene el temor y el desinterés por aprender ciencias, especialmente por centrarse en el

conocimiento de hechos, teorías científicas y aplicaciones tecnológicas, sin vinculación con la vida cotidiana del estudiante.

Contrario al modelo tradicional, las nuevas tendencias pedagógicas constructivistas se centran en el estudiante y su aprendizaje, por lo que se buscan estrategias novedosas, motivadoras, que fomenten el interés del alumno poniendo el énfasis en la naturaleza, estructura y unidad de la ciencia, y en el proceso de indagación científica en un aprendizaje por descubrimiento. (AUSUBEL, NOVACK Y HANESIAN, 2000; Bruner, 1987). Luego, se entienden las palabras y la constante comparación de los estudiantes, pues con el Manual de Laboratorio tuvieron la oportunidad de efectuar un aprendizaje dentro del constructivismo, centrado en ellos y en un constante aprender haciendo.

b35. Subcategoría. La experimentación se siente y hace sentirse bien: Bajo esta subcategoría se recogen las expresiones relacionadas con sentimientos, sensaciones y emociones que formularon los estudiantes en su valoración de las actividades de laboratorio. Las palabras de los estudiantes exteriorizan sentimientos de placer y hasta de “orgullo científico” por haber cumplido ellos mismos con las actividades, evidenciando la importancia del aprender haciendo. Se destaca su eje centrado en el proceso de investigación científica, en un aprendizaje por descubrimiento, tal como se dijo antes al remitirse a considerar el constructivismo, el cual tiene como fin que el estudiante construya su propio conocimiento a través de la ejecución de actividades, experiencias o cualquier estrategia que conlleven a fortalecer su aprendizaje.

Al respecto, Perales (2007) establece que el profesor, en su rol de mediador, debe apoyarlo en sus tres etapas para: Enseñarle a pensar: desarrollar en él un conjunto de habilidades cognitivas que les permitan optimizar sus procesos de razonamiento. Enseñarle sobre qué pensar: animar a los estudiantes a tomar conciencia de sus propios procesos y estrategias mentales (metacognición) para poder controlarlos y modificarlos (autonomía), mejorando el rendimiento y la eficacia en el aprendizaje. Así como también enseñarle sobre la base del pensar: incorporar objetivos de aprendizaje relativos a las habilidades cognitivas, dentro del proceso educativo.

B36. La Evaluación fue Formativa por Monitoreo Grupal e Individual: En esta categoría se agruparon las diversas locuciones en las cuales los estudiantes entrevistados señalaron cómo fue el proceso de evaluación durante la ejecución de las actividades experimentales. Sus expresiones permitieron distinguir dos formas de evaluar: evaluación formativa por monitoreo grupal y evaluación sumativa individual. En la descripción que manifestaron los alumnos, se observa que el profesor observa a los estudiantes, pasa por las mesas de trabajo y aclara dudas.

Ya que forma parte del desarrollo de la clase práctica, según el MPPE (2007, p. 68), se trata de una evaluación procesual y/o formativa, la cual de acuerdo con el Diseño Curricular del Sistema Educativo Bolivariano “se planifica con la finalidad de obtener información de los elementos que configuran el desarrollo del proceso educativo de todos

y cada uno de los y las estudiantes, proporcionando datos para realimentar y reforzar los procesos”; lo que para Pasek de Pinto y Mejía (2017: p. 178) significa que “responde a una concepción constructivista de enseñanza y aprendizaje que considera el aprender como un proceso en el cual el estudiante va reestructurando su conocimiento a partir de las actividades realizadas”

En ese orden de ideas, es durante el tiempo de ejecución de las actividades experimentales cuando el docente lleva a cabo la evaluación formativa, pues ésta, tal como señalan Pasek de Pinto y Mejía (2017: p. 188):

Consiste en hacer un seguimiento constante a los avances en el dominio de conocimientos o desarrollo de habilidades convenidas en criterios previamente acordados (...) Por lo general esta actividad la realizan los docentes desplazándose por el aula y deteniéndose en cada estudiante, mesa o grupo de trabajo con la finalidad de observar y estimar su desempeño.

Las mismas autoras explican que, durante ese recorrido, los docentes identifican errores, fallas e indican cómo superarlas para que los estudiantes tomen conciencia y realicen las correcciones pertinentes. Es decir, orientan y atienden la situación o debilidad detectada de manera inmediata y adecuada, indicando el curso correcto de la actividad. Sumado a ello, verifican los resultados (controlan), resaltan logros y pueden promover la autoevaluación y la coevaluación.

También Domínguez (2015: p. 16) comparte esta idea cuando define a la evaluación formativa como “aquella que se realiza de manera continua e interactiva para formar al estudiante, monitorear su progreso y adaptar el currículo en base a una realimentación tanto interna como externa permanente durante el proceso de aprendizaje”. Consecuentemente, en su proceso, la evaluación formativa por monitoreo se convierte en un espacio reflexivo de qué y cómo se aprende durante la ejecución de las actividades en un área de formación, donde el estudiante evalúa su proceso de construcción de conocimientos mediante la codirección que le presta el docente.

Implica, entonces, una estrategia que aplica el docente durante el desarrollo de las actividades para el aprendizaje significativo de los contenidos, así como también permite observar las manifestaciones de una actitud positiva hacia las experiencias científicas.

b37. Subcategoría Evaluación individual: De acuerdo con los estudiantes, además de monitorear la ejecución de las prácticas, el profesor verificaba el aprendizaje individual la misma: bajo esta perspectiva, Castillo y Cabrerizo (2003: p. 5), establecen que para el logro significativo del aprendizaje se considera esencial que los estudiantes se den cuenta de su progreso, indicándoles “lo que aprendió bien; lo que le falta aprender; lo que debe hacer para mejorar; lo que puede hacer para saber más”. Todo esto radica como una reflexión crítica de los procesos de construcción del aprendizaje donde el estudiante de a conocer de manera reflexiva lo que aprendió y lo que le dificultó durante el desarrollo de las experiencias científicas, a fin de convertir las debilidades en fortalezas de un estudiante

con óptimas competencias en el área de las ciencias.

El Diseño Curricular del Sistema Educativo Bolivariano (MPPE, 2007: p. 71) respecto a la evaluación cualitativa indica: “Está orientada por la descripción de logros, avances y alcances de los estudiantes en el desarrollo de los procesos, en las áreas de aprendizaje”. Lo que quiere decir, que todas las áreas del conocimiento están sujetas a la evaluación cualitativa como una forma de verificar el aprendizaje.

En ese sentido, la evaluación busca la transformación del educando, de ser un sujeto pasivo a convertirse en persona activa que participe en su propia evaluación y en la del grupo de compañeros. Las actividades experimentales permiten un proceso de evaluación en los estudiantes de manera integral; como lo afirman Garrido, Arias y Flores (2014) cuando indican que ofrece a cada uno de ellos un cambio conceptual, metodológico, actitudinal y axiológico, pues facilita la obtención de información relacionada con el progreso de ellos en sus procesos educativos.

b38. Subcategoría Vinculación con lo Cotidiano: En esta categoría se incluyeron todas aquellas expresiones de los estudiantes que implican la relación de los aprendizajes con su vida cotidiana, lo que indica su vinculación con el enfoque de CTS. A continuación, se presenta una tabla que muestra la categoría y lo expresado por los alumnos y los autores.

Categorías	Expresiones	Autores
Vinculación con lo cotidiano	<p>EE1: “... que son utilizadas en nuestro vivir como metros, centímetros, milímetros, entre otras”.</p> <p>EE2: “...que son cosas que vivimos”.....aprendimos bastantes cosas que nos pueden ayudar a futuro”....”es una forma también de hacerla con cosas que están en nuestras casas”.</p> <p>EE3: “... Y ver que la práctica con los carritos son cosas que se da en las ciudades cuando una automóvil alcanza al otro y se ve la velocidad, el tiempo”.</p> <p>EE3: “pues... se aplicó en tres partes, ... se tomó las ideas de Aristóteles y la... de Galileo... y la otra teníamos que buscar a una persona que no estudiara donde le explicamos de la práctica y que la Física se aplica en el día a día, dándoles a conocer el tema y lo que estudia la Física; por último, se le explicó al profe lo que se hizo con la práctica”.</p> <p>EE4: “... A través de esta actividad aprendí que las mediciones no sólo se utilizan en Física y Química, sino que son cosas que escuchamos en nuestros familiares” “...las mediciones la podemos llevar a nuestras comunidades o a donde vayamos a trabajar sea en una profesión como ingenieros. También podemos hacerlo aquí en la escuela, medición de terreno para hacer alguna siembra, también de fincas, así medición de planos para hacer casas, kioscos, entre otras. Y ojalá que trabajemos así siempre para comprender más las cosas.</p> <p>EE5: a mi esta práctica me gustó porque son cosas que vemos en nuestras casas y se hizo toda aquí. Y no existe puros exámenes y exámenes, sino que son cosas que se aprenden mejor haciendo.</p>	Tineo (2008) Cárdenes (2000)

Tabla 5. Vinculación Con Lo Cotidiano.

Las palabras de los alumnos indican claramente que lograron observar el vínculo de la Física con su entorno social y con actividades de la vida cotidiana que tienen lugar en diferentes ámbitos. Esta vinculación con lo cotidiano se debe establecer en los ambientes de aprendizaje con la finalidad que el estudiante se acerque con otros ojos, tanto a su realidad como a la ciencia; en esto coincide Cárdenes (2000), quien señala que los objetivos básicos de esta orientación del currículo de Ciencias Naturales bajo la perspectiva CTS incluyen el promover el interés de los estudiantes por conectar la ciencia con las aplicaciones tecnológicas y los fenómenos de la vida cotidiana y abordar el estudio de aquellos hechos y aplicaciones científicas que tengan una mayor relevancia social, así como, abordar las implicaciones sociales y éticas que el uso de la tecnología conlleva y adquirir una comprensión de la naturaleza de la ciencia y del trabajo científico.

Igualmente, Tineo (2008) expresa que, desde el enfoque de Ciencia, Tecnología y Sociedad, la enseñanza de la ciencia puede abordarse de manera práctica, permitiendo recorrer diferentes formas de aproximarse a los temas científicos, vinculándolos a su entorno social con el fin de que los estudiantes sean capaces de aplicar conocimientos científicos para tomar decisiones responsables sobre los problemas que les impone su realidad inmediata y/o futura. Por su parte, Torres (2010:135) argumenta que “enseñar ciencias de forma contextualizada y relacionada con la vida cotidiana es uno de los retos más desafiantes de esta época”, pues, si bien existen muchos métodos y técnicas distintos, algunos están muy apegados al positivismo mediante la aplicación casi exclusiva del método científico como instrumento de conocimiento.

Otros enseñan en el papel, como un conjunto de hechos y verdades estables e incuestionables contenidos en el libro de texto, contenidos que el profesor, supuestamente, sabe y que el alumno tiene que memorizar para contestar las preguntas de los exámenes.

En atención a lo anterior, de acuerdo con Lacueva (2000), la enseñanza de las Ciencias Naturales no solo debe promover el aprendizaje de conceptos científicos, sino debe involucrar la formación de actitudes e intereses favorables hacia la ciencia, que permitan desarrollar las habilidades participativas, argumentativas y positivas, pero, sobre todo, que promuevan el desarrollo de capacidades en el estudiante para resolver problemas del entorno. Por eso, es importante utilizar múltiples estrategias y formas de enseñar las ciencias que incluyan experimentos y demostraciones en la clase, observaciones en el campo con la participación activa de los estudiantes, que favorezcan la construcción de conocimientos contextualizados y ligados a la actividad diaria de las personas.

El vincular con lo cotidiano los temas de ciencias se promueve un interés por aprender ciencias, con un pensamiento crítico, promueve una acción ciudadana encaminada en la resolución de problemas sociales. Esta postura encaminada desde el enfoque expuesto, se considera elementos positivos en el desarrollo de las áreas académicas ya que el estudiante participa en experiencias que facilitan el razonamiento, el análisis y la actividad creadora ante las distintas áreas de formación en especial la de ciencias naturales.

De acuerdo a ello, podemos decir que lo aprendido en una asignatura puede ser aprovechado en otras, como lo expresa Wenzelburger (2009: 28) “los conocimientos adquiridos en la escuela deben ser útiles en situaciones fuera de ella”. Por eso la transferencia ocurre cuando lo que se aprende en una situación facilita el aprendizaje en otras realidades, donde el docente tiene como finalidad de compartir ese conocimiento teórico de las unidades curriculares a la aplicabilidad que tiene ella en el contexto, tal como lo pauta Morillo (2008) una nueva perspectiva de enseñar las ciencias en el contexto social, debe estar dirigido a formar un hombre que sea capaz de poseer y generar conocimiento, que sea pertinente, audaz y decidido ante los nuevos proyectos que demanda la sociedad.

Una de las maneras para fomentar una cultura científica en los estudiantes es incorporar el enfoque de Ciencia, Tecnología y Sociedad en las clases de ciencias, como lo pautan Nava, Pasek y Márquez (2017), cuando indican que este enfoque brinda al estudiante herramientas básicas para la resolución de problemas cotidianos, poniéndolos en contacto con la ciencia desde un enfoque más humano, vinculado a la vida diaria, puesto que plantea la construcción del aprendizaje desde la necesidad de conocer, basada en la experiencia real de su entorno inmediato, siendo de carácter crítico e interdisciplinario, abarcando la dimensión social de la ciencia y la tecnología como un todo.

En resumen, se puede afirmar que la valoración de las experiencias de ejecución de las prácticas de Física orientadas por el manual de laboratorio desde la opinión y juicio de estudiantes de 4to Año de Educación Media General constituyó una manera de evaluar el impacto que tienen las actividades experimentales sobre el aprendizaje de la Física. Cada una de las prácticas realizadas permitió corroborar el cumplimiento de los objetivos y lograr la transferencia del conocimiento y vincular con lo cotidiano cada teoría, ley o principio físico.

Se obtuvo como resultado que la aplicación de las prácticas permitió que los estudiantes desarrollarán cada una de las experiencias para verificar el cumplimiento de todos los procesos que la integran como el realizar cálculos, aprender a medir, distinguir magnitudes, uso de instrumentos de medición, aprender a pensar, aprender el procedimiento y transferencia de conocimiento a la vida cotidiana. Considerando estos procesos dentro de la experimentación se logra el aprendizaje logrado, acción que permite fortalecer la capacidad de los estudiantes para mejorar su desempeño, como un medio para la toma de decisiones que pueda asumir en cualquier situación de su entorno social.

6 | RESULTADOS E ANÁLISES

La diferencia estadísticamente significativa obtenida en los puntajes promedio de los dos grupos de estudiantes, el grupo experimental y el grupo de control, permitió inferir que una enseñanza de física que incluye demostraciones, experimentos, nuevas actividades

relacionadas con la vida diaria del estudiante y la participación activa y autónoma del alumno favorecen el aprendizaje de la física. Además, facilita el desarrollo de habilidades y actitudes, así como actitudes positivas hacia la ciencia y sus procesos. Por lo tanto, se reveló que el aprendizaje logrado incluía, no solo el desempeño de los cálculos, las mediciones con los instrumentos apropiados, la distinción de conceptos y magnitudes, el uso de instrumentos de medición; También condujo a presentar evidencia y confrontar ideas, discutiendo los efectos y el impacto de la ciencia y la tecnología en la humanidad. En otras palabras, estaba más allá de la rutina en el aula y las actividades desarrolladas proporcionaron la capacidad de utilizar el conocimiento para la vida personal y colectiva en el entorno sociocultural.

Respecto a la construcción de los criterios esa representa la fase de teorización de esta investigación, para la cual se procedió a reflexionar y visualizar la información recabada, por los medios utilizados, para a partir de ella dar surgimiento de forma integrada a la conformación de los mismos, criterios epistemológicos y metodológicos que fundamentasen la experimentación en Física desde la concepción de CTS. A continuación, se dan los criterios obtenidos, partiendo de una breve introducción sobre su obtención y su importancia.

Cabe destacar que con la elaboración de los criterios se da respuesta al objetivo general de esta investigación, consistente en Generar criterios epistemológicos y metodológicos que fundamenten la experimentación en Física desde la concepción de Ciencia, Tecnología y sociedad (CTS) a partir de la aplicación y evaluación de un Manual de Laboratorio para el 4to Año de educación Media General. Se observa que, para la construcción de los criterios, fueron meditadas las perspectivas de Ciencia, Tecnología y Sociedad considerándose una visión que facilita la comprensión del conocimiento científico y tecnológico, valorando los valores de cada uno, de la ciencia y de la sociedad, además de los aspectos éticos, para su uso responsable. Asimismo, permite una mejor comprensión de su relación con la vida cotidiana y el impacto social que tienen. Por otro lado, se consideraron las deficiencias detectadas en los docentes y todos estos aspectos, declaraciones, argumentos, narraciones de acciones repetidas en las expresiones y declaraciones de los alumnos.

Conforme a lo indicado se construyeron los criterios siguientes:

1- Criterios de formación. La formación del profesorado es la clave para lograr la inclusión del enfoque de Ciencia, Tecnología y Sociedad en la enseñanza y el aprendizaje de la ciencia en general y la física en particular.

2. Criterios de experimentación. Las actividades experimentales en el área de las ciencias naturales, particularmente en Física, un área que corresponde a esta investigación, constituyen una herramienta para mejorar diferentes procesos cognitivos y

de procedimiento, ya que están destinados a aplicar conceptos, teorías y modelos, tanto a los sistemas natural en cuanto a objetos tecnológicos para interpretar y/o verificar qué teorías y leyes establecen. La importancia de la experimentación en la enseñanza del aprendizaje de las ciencias naturales, específicamente la Física, consiste en que facilita el descubrimiento, la visualización y la demostración de ciertos temas y leyes, lo que aumenta la capacidad de los estudiantes para resolver problemas prácticos, mejora sus habilidades de comunicación y cooperación y desarrolla habilidades en el manejo de equipos, entre otros aspectos.

3. Criterios para vincular teoría y práctica. La física es una ciencia antigua que el hombre siempre ha practicado, buscando comprender los misterios del entorno en el que vive. Fue cultivado y estudiado de diferentes maneras, desempeñando un papel fundamental en el desarrollo científico y tecnológico. También tiene un papel muy importante en la formación integral del alumno, que logra adquirir una visión representativa del universo físico y una concepción amplia del entorno circundante.

4. Criterios de trabajo en equipo. Trabajar en equipo significa tener un objetivo común y actuar en función de su logro. En un equipo, hay buena comunicación, confianza, compromiso, responsabilidad, respeto por el otro y sus ideas, de modo que las cualidades, fortalezas y habilidades individuales se muestran y complementan, obteniendo logros que de otro modo no obtendrían.

5. Criterios para la integración del conocimiento. La integración del conocimiento, o diálogo de conocimiento, consiste en incorporar al conocimiento tradicional, la historia, la cultura, incluida la popular, y la ciencia en el estudio de la física. Esta integración permite detectar el origen de muchas creencias, probar y reprobar o refutar mitos y errores. Con esta integración, buscamos promover el aprendizaje de la ciencia en general, y de la física en particular, orientado a las necesidades personales y sociales de los estudiantes en su comunidad.

6. Criterios de relevancia. La relevancia significa lo que concierne o corresponde al tema en cuestión, que en este caso es el aprendizaje de la física desde la perspectiva de CTS y la experimentación. En consecuencia, el punto de partida para seleccionar los contenidos y las actividades experimentales respectivas debe, en primer lugar, adaptarlos al desarrollo cognitivo y la madurez social de los estudiantes, contenidos por los que muestran interés y entusiasmo los estudiantes.

7. Criterios de transferencia. Todo aprendizaje sigue un proceso que implica la adquisición, construcción, consolidación y transferencia de conocimiento/contenido aprendido. Vale la pena mencionar que la transferencia muestra el aprendizaje alcanzado, ya que significa la aplicación de lo aprendido en nuevas situaciones fuera del entorno escolar, a otras áreas de conocimiento y al campo de acción del estudiante.

8. Criterios de innovación. La innovación tiene que ver con la creación de nuevas formas de enseñar y aprender ciencias naturales y física en particular. Esto requiere

dejar la forma tradicional de clases magistrales y demostraciones como el único medio memorable de enseñanza y aprendizaje como la única forma de demostrar el conocimiento aprendido.

9. Criterios de flexibilidad. Flexibilidad significa adaptabilidad. En el caso de las actividades experimentales en Física, la flexibilidad significa que su formato debe ser flexible para adaptarse a las diferencias individuales de los estudiantes; también requiere ser susceptible de modificación o reemplazo en términos de materiales e instrumentos necesarios.

10. Actualización. Actual se refiere al tiempo presente, por lo que actualizar significa renovar o adaptar algo al presente. En ese caso, intente incorporar, en la actualidad, en las clases de física teórica y práctica, o conocimiento de física existente, tanto teórica como experimental.

11. Criterios de autonomía. La autonomía implica la capacidad de pensar y actuar de forma independiente. La educación siempre ha buscado hacer que los estudiantes se conviertan en ciudadanos requeridos por el país: ciudadanos que toman decisiones, capaces de integrarse de manera crítica y autónoma en la sociedad, para comprender e interpretar su realidad desde la experiencia.

12. Criterios de evaluación. Según Weiss (2008), la evaluación implica la noción de juzgar el valor o el mérito de algo, por lo que evaluar es comparar lo que se ha logrado en relación con lo que se pretendía lograr y luego emitir un juicio que representa la estimación de lo que se ha logrado. Al evaluar, se pretende determinar el grado de aprendizaje en relación con los objetivos; es decir, los contenidos no se evalúan, ya que son medios para adquirir las capacidades expresadas en los objetivos.

7 | CONCLUSIONE

La diferencia estadísticamente significativa obtenida en las calificaciones promedio, nos permitió inferir que una enseñanza de Física que incluye demostraciones, experimentos, nuevas actividades vinculadas a la vida diaria del alumno y la participación activa y autónoma del educando favorece el aprendizaje de la Física. Además, facilita el desarrollo de habilidades y actitudes, así como actitudes positivas hacia la ciencia y sus procesos.

En este orden de ideas, al evaluar el aprendizaje alcanzado por los estudiantes a través de la experimentación, se descubrió que el grupo experimental obtuvo un mejor y mayor aprendizaje de los contenidos de Física trabajados en la práctica con la guía del guion teórico experimental de Física basado en el CTS que controla el grupo. Cabe señalar que el grupo de control estudió el mismo contenido durante las clases realizadas por los profesores, pero sin la orientación del informe teórico experimental.

Los criterios epistemológicos y metodológicos generados como resultado de la interpretación y el análisis del desarrollo de las diferentes actividades teóricas experimentales realizadas proporcionan una mayor visualización y profundidad, y por lo tanto, una mayor complejidad al proceso de aprendizaje que lo enriquece, ya que considera una serie de factores que fueron ignorados en ese momento, lo que condujo a un enfoque simplista del proceso.

Se recomienda que los organismos competentes tengan en cuenta los criterios subyacentes a la experimentación en Física, desde la perspectiva del CTS, para la configuración de procesos de enseñanza y aprendizaje adecuados para la práctica de actividades experimentales en instituciones educativas, como una forma de promover una educación integral, lo que también estimula el interés por la ciencia en los estudiantes que serán los nuevos profesionales y científicos del país en el futuro.

AGRADECIMIENTOS

Al CDCHTA por el financiamiento del proyecto codificado NURR-H-585-16-04-AA de la ULA (Venezuela), así como al IMEF-MPNEF Polo 21 de la FURG (Brasil) por sus espacios y hospitalidad.

REFERENCIAS

ARTIGAS, D. y NAVA, J. **La V Epistemológica de Gowin como estrategia de aprendizaje de la Ley de Ohm**. 2007. Trabajo de Grado no publicado. Universidad de Los Andes, Núcleo Universitario "Rafael Rangel". Trujillo, Venezuela.

AUSUBEL, D.; NOVACK y HANESIAN. **Psicología Educativa Un Punto De Vista Cognitivo**. 2000. México. Editorial Trillas.

ANGURELL, I.; CASAMITJANA, N.; CAUBET, A.; DINARES, I., LLOR, N.; MUÑOZ, D.; NICOLÁS, E.; PÉREZ, Ll.; Dolors, M.; ROSELL, G.; SECO, M. y VELASCO, D. (s.f.) **Operaciones básicas en el laboratorio de química**. **Universidad de Barcelona**. Documento en línea, disponible en <http://www.ub.edu/oblq/oblq%20castellano/index.html#>.

BREZMES, J. **El aprendizaje cooperativo en la enseñanza de Ciencias Naturales, Biología y Geología**. 2014. Trabajo Fin de Máster, Universidad de Valladolid. Disponible en <http://uvadoc.uva.es/handle/10324/6312>.

BRICEÑO, J.; RIVAS, Y.; LOBO, H. **La Experimentación y su Integración en el Proceso Enseñanza Aprendizaje de la Física en la Educación Media**. RELACult - Revista Latino-Americana de Estudos em Cultura e Sociedade. v. 5, n. 2, set. 2019.

BRUNER, J. **La importancia de la educación**. 1987. Barcelona: Paidós Ibérica.

CARBOGIM, F.; Oliveira L. e PÜSCHEL, V. **Critical thinking: concept analysis from the perspective of Rodger's evolutionary method of concept analysis**. 2016. Rev. Latino-Am. Enfermagem. 2016; 24:e2785. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/1518-8345.1191.2785>

CÁRDENES, A (2000). **Los Enfoques Ciencia, Tecnología y Sociedad en el Desarrollo de los Currículos del Bachillerato**. Artículo Electrónico de Enseñanza de las Ciencias.

CARRASCOSA, J; PÉREZ, D y VILCHES, A. **Papel de la Actividad Experimental en la Educación Científica**. Universidad de Valencia. Valencia-España. 2006. Artículo Electrónico. Bras. Ens. Fis, Vol. 23, Nº 2, 157-181. Disponible en: <https://periodicos.ufsc.br/index.php/fisica/article/viewFile/6274/12764>. Consultado 02-05-2017

CASTILLO, C y CABRERIZO, J. **La Evaluación en la Educación**. Disponible em: <https://pt.slideshare.net/jzavaleta76j/2003-castillo-cabrerizolaevaluacionen-educacion>.

DAGNINO, R. **Enfoques sobre a relação ciência, tecnologia e sociedade: neutralidade e determinismo**. 2010. Disponible em: www.oei.es/salactsi/rdagnino3.htm. Acesso em: 20 jan.2018.

DOMÍNGUEZ, M. **Aprendizaje cooperativo en la asignatura de física y Química en los últimos cursos de ESO**. 2015. Trabajo fin de Máster, Universidad Internacional de La Rioja. Disponible en https://reunir.unir.net/bitstream/handle/123456789/3140/MariadelPilar_Dominguez_Orihuela.pdf?sequence=1&isAllowed=y.

FACIONE, P. **Pensamiento crítico: ¿Qué es y por qué es importante?** Publicado por Insight Assessment. 2007. Documento en línea disponible en https://www.researchgate.net/profile/Peter_Facione/publication/237469559_Pensamiento_Critico_Que_es_y_por_que_es_importante/links/5849c27f08ae5038263d89ce/Pensamiento-Critico-Que-es-y-por-que-es-importante.pdf?origin=publication_detail

GARCÍA, Y. y Hernández, Y. **Actividades de Laboratorio en la Enseñanza de la Química entre los Estudiantes de 9no Grado**. 2009. Trabajo de pregrado presentado en la Universidad de Los Andes. Núcleo Universitario "Rafael Rangel". Núcleo Trujillo.

GARRIDO, N, ARIAS M y FLORES M. **Tendencias Educativas en el Marco del Aprendizaje y Enseñanza de Conceptos Fundamentales de Física Cuántica**. 2014. Revista Interdisciplinaria de la División de Estudios para Graduados de la Facultad de Humanidades y Educación de LUZ. Año 20, Nº 3, 34-64 (2014).

GÓMEZ, M. **La formación de conceptos en el proceso de enseñanza-aprendizaje**. 2011. Recuperado de <https://www.gestiopolis.com/formacion-conceptos-proceso-ensenanza-aprendizaje/>

HERNÁNDEZ, R.; FERNÁNDEZ, C.; BAPTISTA, P. **Metodología de la investigación**. Sexta edición. México: McGraw Hill Interamericana. 2010.

LACUEVA, A. Formando Docentes Integrales que Quieran y Puedan Enseñar Ciencia y Tecnología. Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias. 2010. Vol. 9, Nº 2, 309-332. Disponible en: http://www.saum.uvigo.es/reec/volumenes/volumen9/ART2_Vol9_N2.pdf. Recuperado el 2-8-2013

LIMONTA, K 2014. **Transformando el Aprendizaje de la Química General a través de CTS+I y el DHS**. 2014. Trabajo de Grado de la Universidad de Carabobo.

LÓPEZ, Ana y Tamayo, Óscar. **Las prácticas de laboratorio en la enseñanza de las ciencias naturales**. 2012 Revista Latinoamericana de estudios Educativos (Colombia), Nº 8 (enero – junio). Disponible en: <http://www.redalyc.org/pdf/1341/134129256008.pdf>

MANASSERO M, ACEVEDO, J y VÁZQUEZ, A. (2003). **Papel de la Educación CTS en una Alfabetización Científica y Tecnológica para Todas las personas**. Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias, Vol. 2, Nº 2,80-111. Disponible en: http://www.saum.uvigo.es/reec/volumenes/volumen9/ART2_Vol9_N2.pdf. Recuperado el 2-9-2013

- MELO, M. y HERNÁNDEZ, R. (2014). **El juego y sus posibilidades en la enseñanza de las ciencias naturales**. Revista Innovación Educativa, vol. 14, número 66 | septiembre-diciembre, 2014. Disponible en <http://www.scielo.org.mx/pdf/ie/v14n66/v14n66a4.pdf>
- MEP-Ministerio De Educación de Perú. **Usa la ciencia y la tecnología para mejorar la calidad de vida**. Lima: Industria Gráfica Cimagraf. 2018.
- MPPE-Ministerio del Poder Popular para la Educación (2007): **Sistema Educativo Bolivariano**. Versión preliminar del 21 de agosto de 2007, Caracas, Ministerio del Poder Popular para la Educación, [consultado 10 septiembre 2007], <http://www.eluniversal.com/2007/09/19/sistemabolivariano.pdf>.
- MORA, M y AGUILAR, F. **Propuesta didáctica para la enseñanza y aprendizaje de conceptos físicos básicos a partir del uso del video de ciencia ficción y prácticas de aula demostrativas**. 2011. Revista Científica Universidad Distrital Francisco José de Caldas, Volumen 1, N° 13; Número especial, enero- junio 2011. Disponible en: <https://revistas.udistrital.edu.co/ojs/index.php/revcie/article/view/1313/1750>
- MORAIS, M. A **Utilização da Internet Como Ferramenta de Contribuição Para Aprendizagem na Escola Pública e Privada em Campina Grande-Pb**. 2016. Disponível em:http://recil.grupolusofona.pt/bitstream/handle/104377338/Disserta%7%C3%A3o_F%C3%A1tima.pdf?sequence=1. Acesso em: 14 dic. 2019.
- MORILLO, I (2008). **Una Nueva Forma de Enseñar las Ciencias en el Contexto Social**. Laurus. Revista de Educación. Volumen 14, N° 26. Disponible en Línea: <file:///C:/Users/jh/Documents/estudio%20independiente/morillo%20i%202008.pdf>.
- MORÍN, E. **Introducción al Pensamiento Complejo**. España: Gedisa. 1990.
- MEMBIELA, P. **Enseñanza de las Ciencias desde la Perspectiva Ciencia-Tecnología y Sociedad**. 2001. Formación Científica para la Ciudadanía. NARCEA, S.A de Ediciones Madrid.
- NAVA, J. **Propuesta de un Manual de Laboratorio de Física bajo la Perspectiva de la Ciencia, tecnología y sociedad**. 2013. Trabajo de Maestría presentado en la Universidad Experimental simón Rodríguez. Núcleo Valera.
- NAVA J, PASEK, E y MÁRQUEZ Y. **Ejecución de Prácticas de Laboratorio de Física bajo la Perspectiva de la Ciencia, Tecnología y Sociedad**. Artículo publicado en Investigación y Formación Pedagógica. 2017. Revista del CIEGC. Año 3, N° 6. Disponible en línea: [file:///C:/Users/jh/Downloads/4996-13471-1-PB%20\(1\).pdf](file:///C:/Users/jh/Downloads/4996-13471-1-PB%20(1).pdf). Consultado 15-05-2017.
- NEIRA, L. y PÉREZ, E. (2016). **Temperatura y calor**. Conceptos básicos en los textos de física en la educación media... ARJÉ. Revista de Postgrado FaCE-UC. Vol. 10 N° 19 . Julio– Diciembre 2016/ pp.41-54.
- OSORIO, C. **La Educación Científica y Tecnológica desde el Enfoque en Ciencia, Tecnología y Sociedad**. Aproximaciones y Experiencias para la Educación Secundaria. 2002. Revista Iberoamericana de Educación. Número 028. Madrid-España.
- PALACINO, F. **Competencias comunicativas, aprendizaje y enseñanza de las Ciencias Naturales: un enfoque lúdico**. 2007. Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias Vol. 6, N° 2, 275-298 (2007) 275. Disponible en: http://reec.uvigo.es/volumenes/volumen6/ART4_Vol6_Vol_N2.pdf.
- PASEK DE PINTO, E. y MEJÍA, M. T. (2017). **Proceso General para la Evaluación Formativa del Aprendizaje**. Revista Iberoamericana de Evaluación Educativa, 2017, 10(1), 177-193. Disponible en: <https://oi.org/10.15366/riee2017.10.1.009>.
- PASEK, E. **Didácticos. Ideas, Investigación, Educación**. 2014. Depósito legal: lf072720143702338; ISBN: 9-78-980-12-7484-1. Diseño e impresión Janny González.

PERALES, S (2007). **Hablemos del Constructivismo**: Selecciones y Realidades. Disponible en Línea: <http://seleccionesyrealidades.wordpress.com>. Consultado 20-05-2017.

PEÑA, E. Uso de actividades experimentales para recrear conocimiento científico escolar en el aula de clase, en la institución educativa mayor de Yumbo. 2012. Trabajo de Grado de Maestría, Universidad Nacional de Colombia – Sede Palmira. Disponible en RICHTER, B. **Formación docente en Física: Currículo e Instrucciones**. 2002. Trabajo de Ascenso. UPEL-Maracay.

SÁNCHEZ, M. **Aprender a Pensar**: Planifica y Decide. 2000. Editorial Trillas. Novena Reimpresión. México.

TINEO, E. **La Ciencia en mi Entorno**. Experiencias Sencillas dentro y fuera del aula. 2008. Brújula Pedagógica. Caracas-Venezuela.

TORRES SALAS, M. I. **La enseñanza tradicional de las ciencias versus las nuevas tendencias educativas**. Revista Electrónica Educare, vol. XIV, núm. 1, enero-junio, 2010, pp. 131-142 Universidad Nacional Heredia, Costa Rica <http://www.redalyc.org/pdf/1941/194114419012.pdf>

VACCARINI, L. **La Evaluación de los Aprendizajes en la Escuela Secundaria Actual**. 2014. Trabajo de Grado de la Universidad Abierta Interamericana. Buenos Aires.

WEISS, C. **Investigación Evaluativa: Métodos para Determinar la Eficiencia de los Programas de Acción**. 3ª ed. México: Trillas. 2008.

WENZELBURGUER, E. **La Transferencia en el Aprendizaje**. 2009. Disponible en Línea: <http://www.anuies.mx/servicios/panuies/revsup/res061/txt4.html>. Consultado 22-05-2017.

ÍNDICE REMISSIVO

A

Absorção óptica 8, 9, 10, 11, 13, 16

Acidez 55, 70, 73, 74, 75, 77, 86, 91, 92, 93, 94, 95, 97

Agricultura familiar 99, 100, 101, 102, 103, 104, 105, 106, 107, 108, 109

Água 3, 5, 10, 21, 54, 58, 59, 60, 61, 62, 65, 66, 67, 70, 72, 73, 76, 77, 84, 85, 87, 93, 95, 146

Amazônia 4, 52, 54, 58, 60, 64, 66, 71, 79

Antioxidante 70, 73, 75, 76, 77, 79

Aprendizado de máquina 40

Aprendizagem 40, 110, 111, 112, 113, 114, 115, 117, 118, 119, 120, 121, 122, 125, 127, 128, 129, 130, 135, 136, 141, 143, 144, 145, 146, 147, 148, 149, 150, 151, 152, 153, 187, 189, 190, 191, 192, 193, 194, 195, 197, 198, 199, 211

Arrefecimento 132, 133, 137, 138, 139, 140

Atributos químicos 52, 53, 57

Avaliação 29, 31, 40, 78, 79, 89, 110, 113, 116, 117, 118, 121, 122, 125, 145, 146, 147, 148, 150, 152, 191, 195, 199

B

Biocatálise 80, 81, 82, 84

Biocombustível 71, 72, 74, 76

Biodiesel 70, 71, 72, 73, 74, 75, 76, 77, 78, 79, 89

Bioestimulante 58

Biomassa 64, 67, 68, 71

Biomateriais 1

Biosurfactantes 80, 81, 83, 84, 85, 86, 88, 89

C

Ciclone 21, 22, 29, 30, 31, 32, 33, 34, 35, 36, 37

Ciência da computação 131, 201, 202, 204, 211

Critérios epistemológicos 155

D

Densidade 73, 91, 92, 93, 94, 96, 97

Dinâmica veicular 40

E

Educação 3, 4, 5, 6, 7, 1, 80, 89, 91, 98, 110, 112, 118, 120, 131, 141, 152, 154, 190, 191, 193, 194, 196, 199, 200, 201, 202, 203, 210, 211, 212

Ensino híbrido 112, 118, 119, 120, 121, 122, 126, 130, 189, 191, 192

Estresse hídrico 58, 59

Experimentação em física 155

Extrato natural 70, 71

F

Fermentado 91, 92, 94, 95, 97, 98

Fertilidade 52, 54, 56, 57, 212

Fluidodinâmica 18, 19, 22, 28, 29, 30, 32, 37, 38

Fotoluminescência 8, 9, 10, 11, 13, 14, 16

Fotossíntese 58, 62

H

Heterogeneidade 99, 100, 103, 108

I

Inteligência artificial 40

M

Macronutrientes 64

Mandioca 52, 53, 54, 57

Matemática 40, 110, 111, 114, 117, 118, 123, 124, 134, 137, 139, 140, 152, 153, 154, 166, 169, 189, 191, 193, 194, 195, 200

N

Nanomateriais 1, 2, 5, 10

Nanopartículas 1, 2, 3, 4, 5, 6, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16

Nutrientes 52, 53, 55, 59, 60, 64, 65, 66, 67, 212

P

Palmeira 59, 65, 71, 72, 73

Prática experimental 143, 145, 149, 151, 152

Produção eficiente 99, 100

Programação 119, 120, 121, 122, 123, 124, 125, 126, 127, 128, 129, 130, 131

Q

Qualidade 71, 72, 76, 77, 78, 92, 94, 95, 96, 98, 125, 208

Química 2, 29, 38, 78, 79, 82, 83, 88, 89, 90, 94, 141, 142, 143, 144, 145, 146, 147, 148, 149, 150, 151, 152, 153, 154, 173, 179, 185, 186

R

Rejeitos 81, 83, 88

Resíduos 83, 90, 96, 212

Rizobactéria 58, 60, 64, 65, 66, 67, 68

S

Seca em mudas 58

Segurança ativa 40

Simulação 18, 21, 22, 24, 28, 30, 31, 33, 34, 37, 38

Sociedade 2, 81, 88, 111, 127, 135, 136, 137, 152, 153, 155, 185, 186, 192, 194, 211

Surdos 119, 120, 121, 122, 123, 127, 128, 129, 130, 131

T

Tecnologia 3, 4, 5, 7, 29, 64, 68, 78, 80, 82, 89, 90, 91, 98, 101, 102, 108, 110, 111, 113, 117, 118, 139, 155, 186, 189, 195, 199, 201, 202, 203, 204, 210, 212

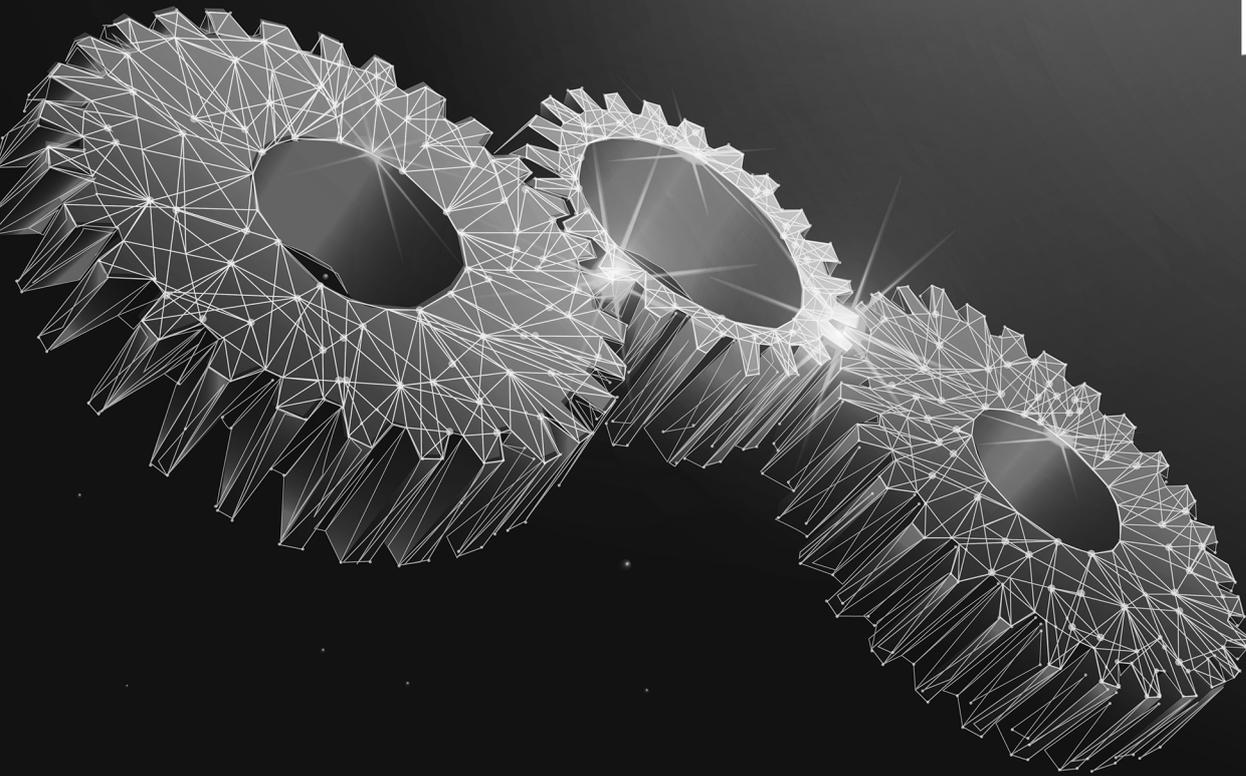
Transposição didática 132, 133, 134, 135, 136, 137, 139, 140, 141

V

Venturi 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 28, 29

Vídeo aula 117

Vinho 91, 92, 93, 94, 95, 96, 97, 98



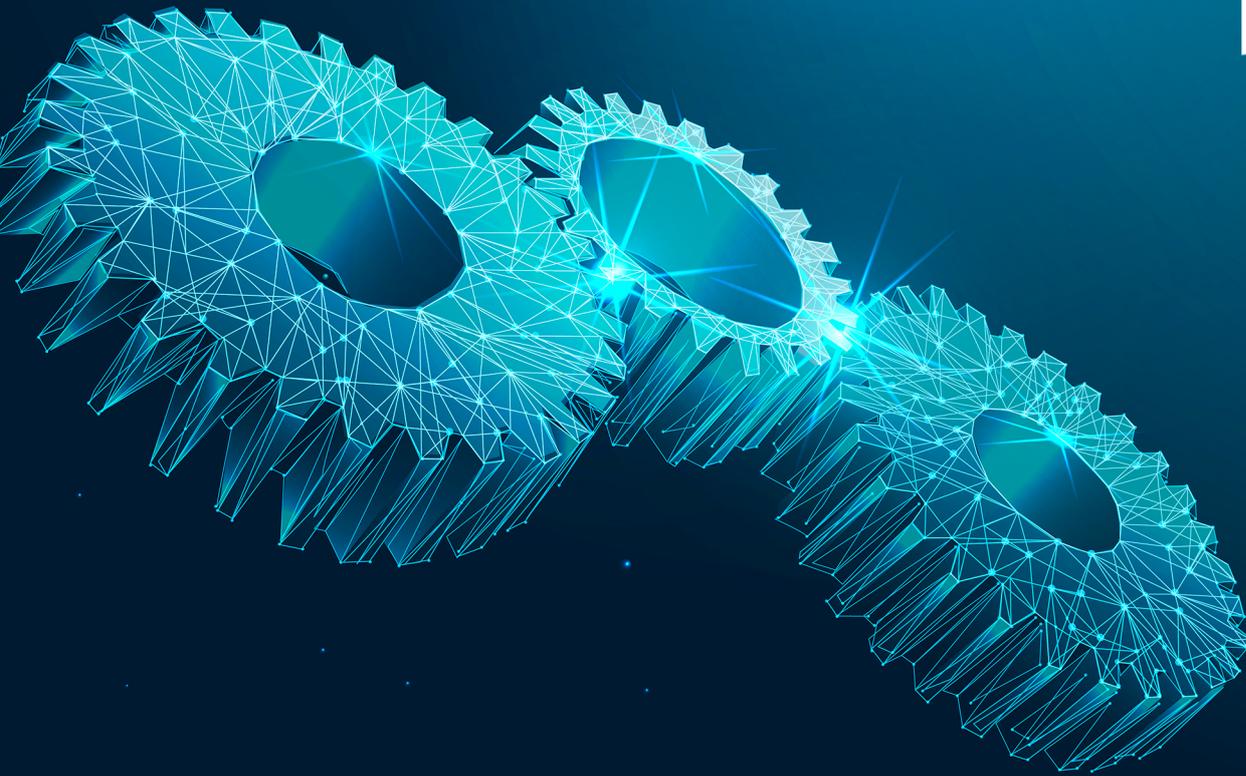
Estudos Teórico-Methodológicos nas Ciências Exatas, Tecnológicas e da Terra 2

www.arenaeditora.com.br 

contato@arenaeditora.com.br 

[@arenaeditora](https://www.instagram.com/arenaeditora) 

www.facebook.com/arenaeditora.com.br 



Estudos Teórico-Methodológicos nas Ciências Exatas, Tecnológicas e da Terra 2

www.atenaeditora.com.br 

contato@atenaeditora.com.br 

[@atenaeditora](https://www.instagram.com/atenaeditora) 

www.facebook.com/atenaeditora.com.br 