

Organizadores

*Hebert Elías Lobo Sosa
Jesús Ramón Briceño Barrios
Juan Carlos Terán Briceño*

ESTRATEGIAS DE ENSEÑANZA / APRENDIZAJE

investigaciones desde el

CRINCEF

Organizadores

*Hebert Elías Lobo Sosa
Jesús Ramón Briceño Barrios
Juan Carlos Terán Briceño*

ESTRATEGIAS DE ENSEÑANZA / APRENDIZAJE

investigaciones desde el

CRINCEF

2019 | São Paulo |



Copyright © Pimenta Cultural, alguns direitos reservados
Copyright do texto © 2019 os autores e as autoras
Copyright da edição © 2019 Pimenta Cultural

Esta obra é licenciada por uma *Licença Creative Commons: by-nc-nd*. Direitos para esta edição cedidos à Pimenta Cultural pelo autor para esta obra. Qualquer parte ou a totalidade do conteúdo desta publicação pode ser reproduzida ou compartilhada. O conteúdo publicado é de inteira responsabilidade do autor, não representando a posição oficial da Pimenta Cultural.

Comissão Editorial Científica

Alaim Souza Neto, Universidade Federal de Santa Catarina, Brasil
Alexandre Antonio Timbane, Universidade de Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira, Brasil
Alexandre Silva Santos Filho, Universidade Federal do Pará, Brasil
Aline Corso, Faculdade Cenecista de Bento Gonçalves, Brasil
André Gobbo, Universidade Federal de Santa Catarina e Faculdade Avantis, Brasil
Andressa Wiebusch, Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, Brasil
Andreza Regina Lopes da Silva, Universidade Federal de Santa Catarina, Brasil
Angela Maria Farah, Centro Universitário de União da Vitória, Brasil
Anísio Batista Pereira, Universidade Federal de Uberlândia, Brasil
Arthur Vianna Ferreira, Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Brasil
Beatriz Braga Bezerra, Escola Superior de Propaganda e Marketing, Brasil
Bernadette Beber, Faculdade Avantis, Brasil
Bruna Carolina de Lima Siqueira dos Santos, Universidade do Vale do Itajaí, Brasil
Bruno Rafael Silva Nogueira Barbosa, Universidade Federal da Paraíba, Brasil
Cleonice de Fátima Martins, Universidade Estadual de Ponta Grossa, Brasil
Daniele Cristine Rodrigues, Universidade de São Paulo, Brasil
Dayse Sampaio Lopes Borges, Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, Brasil
Delton Aparecido Felipe, Universidade Estadual do Paraná, Brasil
Dorama de Miranda Carvalho, Escola Superior de Propaganda e Marketing, Brasil
Elena Maria Mallmann, Universidade Federal de Santa Maria, Brasil
Elisiene Borges leal, Universidade Federal do Piauí, Brasil
Elizabeth de Paula Pacheco, Instituto Federal de Goiás, Brasil
Emanoel Cesar Pires Assis, Universidade Estadual do Maranhão, Brasil
Francisca de Assiz Carvalho, Universidade Cruzeiro do Sul, Brasil
Gracy Cristina Astolpho Duarte, Escola Superior de Propaganda e Marketing, Brasil
Handherson Leylton Costa Damasceno, Universidade Federal da Bahia, Brasil
Heloisa Candello, IBM Research Brazil, IBM BRASIL, Brasil
Inara Antunes Vieira Willerdig, Universidade Federal de Santa Catarina, Brasil
Jacqueline de Castro Rimá, Universidade Federal da Paraíba, Brasil
Jeane Carla Oliveira de Melo, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Maranhão, Brasil

Jeronimo Becker Flores, Pontifício Universidade Católica do Rio Grande do Sul, Brasil
Joelson Alves Onofre, Universidade Estadual de Feira de Santana, Brasil
Joselia Maria Neves, Portugal, Instituto Politécnico de Leiria, Portugal
Júlia Carolina da Costa Santos, Universidade Estadual do Maro Grosso do Sul, Brasil
Juliana da Silva Paiva, Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia da Paraíba, Brasil
Kamil Giglio, Universidade Federal de Santa Catarina, Brasil
Laionel Vieira da Silva, Universidade Federal da Paraíba, Brasil
Lidia Oliveira, Universidade de Aveiro, Portugal
Ligia Stella Baptista Correia, Escola Superior de Propaganda e Marketing, Brasil
Luan Gomes dos Santos de Oliveira, Universidade Federal de Campina Grande, Brasil
Lucas Rodrigues Lopes, Faculdade de Tecnologia de Mogi Mirim, Brasil
Luciene Correia Santos de Oliveira Luz, Universidade Federal de Goiás; Instituto Federal de Goiás., Brasil
Lucimara Rett, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Brasil
Marcio Bernardino Sirino, Universidade Castelo Branco, Brasil
Marcio Duarte, Faculdades FACCAT, Brasil
Marcos dos Reis Batista, Universidade Federal do Sul e Sudeste do Pará, Brasil
Maria Edith Maroca de Avelar Rivelli de Oliveira, Universidade Federal de Ouro Preto, Brasil
Maribel Santos Miranda-Pinto, Instituto de Educação da Universidade do Minho, Portugal
Marília Matos Gonçalves, Universidade Federal de Santa Catarina, Brasil
Marina A. E. Negri, Universidade de São Paulo, Brasil
Marta Cristina Goulart Braga, Universidade Federal de Santa Catarina, Brasil
Michele Marcelo Silva Bortolai, Universidade de São Paulo, Brasil
Midierson Maia, Universidade de São Paulo, Brasil
Patrícia Bieging, Universidade de São Paulo, Brasil
Patrícia Flavia Mota, Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro, Brasil
Patrícia Mara de Carvalho Costa Leite, Universidade Federal de Minas Gerais, Brasil
Patrícia Oliveira, Universidade de Aveiro, Portugal
Ramofly Ramofly Bicalho, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Brasil
Rarielle Rodrigues Lima, Universidade Federal do Maranhão, Brasil
Raul Inácio Busarello, Universidade Federal de Santa Catarina, Brasil
Ricardo Luiz de Bittencourt, Universidade do Extremo Sul Catarinense, Brasil
Rita Oliveira, Universidade de Aveiro, Portugal
Rosane de Fatima Antunes Obregon, Universidade Federal do Maranhão, Brasil
Samuel Pompeo, Universidade Estadual Paulista, Brasil
Tadeu João Ribeiro Baptista, Universidade Federal de Goiás, Brasil
Tarcísio Vanzin, Universidade Federal de Santa Catarina, Brasil
Thais Karina Souza do Nascimento, Universidade Federal Do Pará, Brasil
Thiago Barbosa Soares, Instituto Federal Fluminense, Brasil
Valdemar Valente Júnior, Universidade Castelo Branco, Brasil
Vania Ribas Ulbricht, Universidade Federal de Santa Catarina, Brasil
Wellton da Silva de Fátima, Universidade Federal Fluminense, Brasil
Wilder Kleber Fernandes de Santana, Universidade Federal da Paraíba, Brasil

Direção Editorial	Patricia Bieging Raul Inácio Busarello
Diretor de sistemas	Marcelo Eyng
Diretor de criação	Raul Inácio Busarello
Assistente de arte Editoração eletrônica	Ligia Andrade Machado
Imagens da capa	Designed by kjpargeter / Freepik
Editora executiva	Patricia Bieging
Revisão	Organizadores
Organizadores	Hebert Elías Lobo Sosa Jesús Ramón Briceño Barrios Juan Carlos Terán Briceño

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

E822 Estrategias de Enseñanza/Aprendizaje: investigaciones desde el CRINCEF. Hebert Elías Lobo Sosa, Jesús Ramón Briceño Barrios, Juan Carlos Terán Briceño - organizadores. São Paulo: Pimenta Cultural, 2019. 298p..

Inclui bibliografia.
ISBN: 978-85-7221-065-2 (eBook)

1. Educação. 2. Ensino. 3. Ensino superior. 4. TIC.
5. Física. 6. Aprendizagem. I. Sosa, Hebert Elías Lobo.
II. Barrios, Jesús Ramón Briceño. III. Briceño, Juan Carlos Terán. IV. Título.

CDU: 37.013
CDD: 370

DOI: 10.31560/pimentacultural/2019.652

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



2019

Un buen método de enseñanza no tanto se propone comunicar
mucho ciencia al estudiante, cuanto dar a su entendimiento
poderoso impulso y rumbo cierto.

Andrés Bello

A Dios que, en su infinita sabiduría,
sabe por qué ocurren las cosas.

SUMÁRIO

Prefacio	10
CAPÍTULO 1	
Enseñanza y Aprendizaje de la Física su Complejidad y Realidad Envoyente	16
<i>Jesús Briceño</i> <i>Yasmelis Rivas</i>	
CAPÍTULO 2	
El Desarrollo Cognitivo en un curso de Física Moderna según la teoría de Campos Conceptuales de Vergnaud	33
<i>Juan Terán</i> <i>Gladys Gutiérrez</i> <i>Hebert Lobo</i>	
CAPÍTULO 3	
Enseñanza de la óptica en educación superior: un modelo por competencias.....	61
<i>Iris Materán</i> <i>Manuel Villarreal</i> <i>Hebert Lobo</i> <i>Juan Terán</i>	
CAPÍTULO 4	
Movrectun: Una herramienta virtual para mejorar la enseñanza-aprendizaje del Movimiento Retilíneo Uniforme.....	76
<i>Rosangela Carmona Pérez</i> <i>Mariela Sarmiento Santana</i>	
CAPÍTULO 5	
Creencias epistemológicas acerca del tema sonido en estudiantes del Núcleo Rafael Rangel de la Universidad de Los Andes	92
<i>Carlos Mármol</i> <i>Elsy Urdaneta</i> <i>Evelyn Urbina</i>	

CAPÍTULO 6

La Enseñanza de los Números Cuánticos
a través de una hoja de cálculo..... 111

Juan-C. Díaz
Giselle Rangel
Jhonatan Cáceres

CAPÍTULO 7

MARYCE: Software educativo para el aprendizaje de inglés
básico en jóvenes con déficit cognitivo leve (DCL)..... 132

Ana Pacheco
Evelyn Urbina
Hebert Lobo

CAPÍTULO 8

Estrategias Teórico-Prácticas para la Enseñanza de la Física 148

José Cáceres Moreno
Gladys Gutiérrez Nieto

CAPÍTULO 9

Estrategias lúdicas para evaluar en Física 176

Daiyibeth Carrasquero
Hebert Lobo

CAPÍTULO 10

Implementación de una unidad didáctica
experimental sobre el efecto fotoeléctrico..... 194

Richar Durán
Jesús Briceño
Yasmelis Rivas

CAPÍTULO 11

CAMPEL: Un software educativo para la enseñanza de la física..... 216

Evelitza Urbina
Elsy Urdaneta

CAPÍTULO 12

Actividades experimentales para la enseñanza
de los principios básicos de electricidad 237

Jeisson Nava
Manuel Villarreal

CAPÍTULO 13

Interpretación de la función de onda
de Schrödinger y la repercusión en su aprendizaje 249

Frank Daboín
Gladys Gutiérrez
Hebert Lobo

CAPÍTULO 14

TIC y modelo curricular universitario..... 271

Hebert Lobo

SOBRE LOS ORGANIZADORES..... 292

SOBRE LOS AUTORES Y LAS AUTORAS 294

PREFACIO

Los trabajos compilados en este libro representan parte de los frutos recogidos en el Centro Regional de Investigaciones en Ciencias, su Enseñanza y Filosofía (CRINCEF), que desde su fundación, como Grupo de Investigación Científico y de la Enseñanza de la Física (GRINCEF), en los años 2000/2001, surgió con el propósito de participar en los grandes debates sobre los temas educacionales contemporáneos, abordar sus problemas desde distintas perspectivas o criterios metodológicos y aportar en su esclarecimiento y solución.

El trabajo tesonero de todos sus integrantes, de la primera generación fundadora (Jesús Rosario, Francisco Pineda, Manuel Villarreal, Gladys Gutiérrez Jesús Briceño y un servidor, como primer Coordinador General) y de quienes se integraron más tarde, realizado con sabiduría, tenacidad y compromiso permitieron que los resultados de múltiples actividades de docencia, investigación y extensión se tornaran en reconocimientos individuales y colectivos que concluyeron con su posicionamiento como el segundo grupo de investigación de la Universidad de Los Andes en el año 2016 y, luego como el primero en el año 2018, de acuerdo la evaluación bianual realizada por el Consejo de Desarrollo Científico, Humanístico, Tecnológico y de las Artes (CDCHTA).

Publicamos el libro “Estrategias de Enseñanza/ Aprendizaje: Investigaciones desde el CRINCEF”; aprovechando la feliz circunstancia de coincidir en Brasil, en la Universidades Federal do Rio Grande - FURG, Jesús Briceño y yo, como profesores visitantes, y Juan Terán, como estudiante de doctorado; organizado con trabajos realizados bajo la tutela de sus integrantes, con temáticas variadas, pero, con el eje común del título, conectadas con las áreas de física, química, matemática e idiomas.

El Capítulo 1 “Enseñanza y Aprendizaje de la Física su Complejidad y Realidad Envolvente” abre el libro con un ensayo donde los autores plantean que la realidad que ha envuelto el ser humano en los últimos tiempos, se ha visto desbordada por el flujo incesante de información al cual ha estado sometido, esto de alguna forma ha trastocado su manera de ser, alterando y modificando inclusive sus relaciones personales, habría que evidenciar al respecto que la enseñanza aprendizaje de las ciencias experimentales y entre ellas en particular la Física, adquiere connotaciones especiales significativas, en cuanto que muchas de sus aplicaciones han trascendido (y continúan haciéndolo) sus umbrales de dominio, influido y trastocando otras áreas, precisándose que el entorno actual del ser humano, sería impensable sin sus avances tecnológicos y sus aplicaciones.

En el Capítulo 2 “El Desarrollo Cognitivo en un curso de Física Moderna según la teoría de Campos Conceptuales de Vergnaud” se desarrolla un análisis sobre los campos conceptuales que construyen los estudiantes de Física Moderna del Núcleo Universitario “Rafael Rangel” de la Universidad de Los Andes, referente a los fenómenos de la transmisión y reflexión de partículas cuánticas. La investigación fue cualitativa de tipo estudio de caso, bajo el diseño fenomenológico, donde los informantes claves se sometieron a un conjunto de situaciones. El análisis fue realizado con la herramienta digital Atlas.ti, que permitió representar los invariantes operatorios, reglas de acción, anticipaciones e inferencias.

El Capítulo 3 “Enseñanza de la Óptica en Educación Superior: un Modelo por Competencias” presenta los resultados de una investigación proyectiva para la enseñanza de la óptica a nivel universitario en la escuela de formación de docentes de física y matemáticas de la Universidad de Los Andes, en Trujillo, Venezuela. Como resultado se obtiene un modelo de formación por competencias de acuerdo a la reestructuración curricular de la carrera, que favorece el aprendizaje de la óptica y motiva a su enseñanza en niveles educativos inferiores.

En el Capítulo 4 “Movrectun: Una herramienta virtual para mejorar la enseñanza-aprendizaje del Movimiento Rectilíneo Uniforme” se desarrolla un estudio sobre el uso de una aplicación digital, siguiendo una metodología de investigación mixta con diseño de campo no experimental, implementada en cuatro fases. Se realizó un muestreo aleatorio estratificado según la fase de investigación y entre los resultados del estudio sobresalen que los estudiantes presentaron dificultades en Cinemática y Dinámica, la mayoría de los docentes hicieron poco o ningún uso del laboratorio y tampoco habían utilizado un software educativo.

El Capítulo 5 “Creencias Epistemológicas acerca del Tema Sonido en Estudiantes del Núcleo Rafael Rangel de la Universidad de Los Andes” está dedicado a la presentación del análisis de dichas creencias epistemológicas a partir de un estudio en el que participaron 26 alumnos. La investigación fue de campo, de tipo cuantitativa y con fines descriptivos y los resultados obtenidos evidencian que, en el grupo de informantes, los conocimientos básicos existentes acerca del tema son concebidos de manera aislada, sin vincularlos con otros conocimientos y su respectiva utilidad en el contexto cotidiano, lo cual representa una deficiencia conceptual significativa, siendo un referente teórico importante a considerar por los docentes al momento de planificar e impartir esta asignatura.

En el Capítulo 6 “La Enseñanza de los Números Cuánticos a través de una hoja de cálculo” conociendo las dificultades durante el proceso de enseñanza y aprendizaje de los números cuánticos, se elaboró el software educativo Cuántico 1.0.1, como herramienta didáctica, basada en una hoja de cálculo del programa Excel y aplicaciones Visual Basic. Se construyeron tres plantillas interactivas, con la inclusión de gráficos, que facilitan, a través de la visualización, la comprensión de los números cuánticos y su vinculación con la configuración electrónica, la distribución en los subniveles de energía de los electrones y la clasificación periódica de los elementos. La posibilidad de visualizar rápidamente y de

forma interactiva se constituye en un mecanismo importante para la enseñanza de este tema.

El Capítulo 7 “MARYCE: Software Educativo para el Aprendizaje de Inglés Básico en Jóvenes con Déficit Cognitivo Leve (DCL)” relata una investigación realizada con el objetivo de promover la inclusión de jóvenes con deterioro cognitivo leve (DCL) en el aprendizaje de vocabulario básico de inglés en Venezuela. El programa educativo digital MaryCe, es accesible directamente desde la Web, cuyas características principales (técnicas y de contenido) están adaptadas a las dificultades cognitivas de estos jóvenes estudiantes. El software fue probado en una escuela juvenil especial y los resultados obtenidos, según las observaciones realizadas y la opinión de los docentes, fueron realmente alentadores.

El Capítulo 8 “Estrategias Teórico-Prácticas para la Enseñanza de la Física” busca establecer estrategias teórico-prácticas para propiciar un clima en el aula idóneo que permita mejorar el rendimiento estudiantil de los estudiantes de Física I de Educación del Núcleo “Rafael Rangel”, de la Universidad de Los Andes en el estado Trujillo. Para ello inicialmente se estudió la correlación entre el clima en el aula y el rendimiento estudiantil concluyendo que el clima en el aula involucra un conjunto de variables que se denominan contextos en el aula y que el rendimiento estudiantil es condicionado por factores personales.

El Capítulo 9 “Estrategias lúdicas para evaluar en Física” corresponde al diseño y aplicación estrategias lúdicas de evaluación en un curso de Física de educación media general, para luego capacitar profesores con nuevas técnicas, instrumentos y estrategias de evaluación. Estudio cualitativo del tipo investigación - acción – participativa siguiendo cuatro fases: diagnóstica, planificación, ejecución y evaluación, realizado con profesores, estudiantes y representantes del Liceo Bolivariano “Chejendé”, Trujillo- Venezuela. Los resultados permitieron concluir que la aplicación de estas estrategias genera un cambio signi-

ficativo en la praxis de los profesores, que deben superar las técnicas convencionales, y de los estudiantes que enfrentan con mayor confianza el proceso de evaluación en la construcción del conocimiento.

En el Capítulo 10 “Implementación de una unidad didáctica experimental sobre el efecto fotoeléctrico” se parte de una exhaustiva revisión documental, mediante el uso del análisis interpretativo, para luego elaborar y plantear la unidad sustentada en la parte experimental a través del uso de materiales accesibles y con facilidad para su manejo y adquisición tanto para el profesor como para el estudiante. Esto se realizó, mediante la aplicación de una metodología de tipo exploratoria, mixto documental y experimental.

En el Capítulo 11 “CAMPEL: Un Software Educativo para la Enseñanza de la Física” se trata del desarrollo de una herramienta educativa para estudiantes de física en educación media general, usando la metodología ISE-O.O, con cuatro fases: análisis, especificación de requerimientos, desarrollo del software y prueba. CAMPEL propone una herramienta apropiada de uso interactivo y agradable que sirve de ayuda para el aprendizaje y fortalecimiento de conceptos básicos vinculados al tema del campo eléctrico.

El Capítulo 12 “Actividades Experimentales para la Enseñanza de los Principios Básicos de Electricidad” se muestran los resultados de una investigación bajo el enfoque constructivista y el aprendizaje significativo. El tipo de investigación corresponde a la modalidad de proyecto factible con un diseño mixto de tipo documental y de campo. La población estuvo conformada por 11 docentes de Física de diferentes instituciones educativas del estado Trujillo, Venezuela, durante el período escolar 2013-2014. Los resultados obtenidos muestran datos sobresalientes sobre si los docentes establecen vínculos entre la teoría y la práctica, realizan prácticas, usan una guía de actividades experimentales y disponen de un Laboratorio de Física dotado las actividades experimentales para la enseñanza de los principios básicos de electricidad.

En el Capítulo 13 “Interpretación de la Función de Onda de Schrödinger y la Repercusión en su Aprendizaje” los autores muestran una investigación que tuvo como propósito conocer las interpretaciones concebidas por los profesores de enseñanza de la física moderna en un nivel universitario inherentes a la función de onda de Schrödinger. Para ello, indagaron en las concepciones epistemológicas y ontológicas que poseen los profesores de física, partiendo del paradigma fenomenológico interpretativo, centrado en un enfoque cualitativo con diseño de campo bajo los criterios de fuente mixta con temporalidad evolutiva, retrospectiva y unieventual.

El Capítulo 14 “TIC y modelo curricular universitario”, ensayo con el cual cerramos el libro, presenta una revisión de las características que debe tener ese modelo para integrar adecuadamente las tecnologías de la información (TIC), como parte de las múltiples acciones necesarias para formular un modelo de integración para un aprendizaje complejo. Se presentan esquemáticamente los aspectos principales y su relación con la tarea de proponer cambios profundos en los obsoletos currículos que aún imperan en las universidades venezolanas.

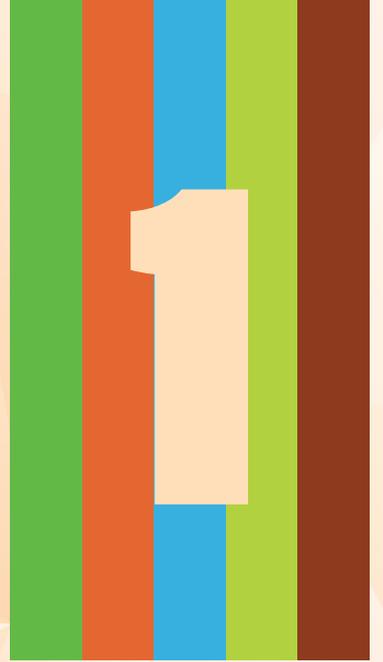
Esperamos que esta recopilación de trabajos sirva, no sólo de testimonio de la obra académica de un colectivo de investigación, que resiste y persiste a pesar de las dificultades y, hoy día está bastante disperso por el mundo, sino, además, sea referencia para quienes estén interesados en profundizar la pesquisa en algunos de los temas que acá se han reportado.

Prof. Dr. Hebert Elías Lobo Sosa

Rio Grande do Sul

Agosto 2019

DOI: 10.31560/pimentacultural/2019.652.10-15



*Jesús Briceño
Yasmelis Rivas*

Enseñanza y aprendizaje de la física su complejidad y realidad envolvente

DOI: 10.31560/pimentacultural/2019.652.16-32



Resumen

La realidad que ha envuelto el ser humano en los últimos tiempos, se ha visto desbordada por el flujo incesante de información al cual ha estado sometido, esto de alguna forma ha trastocado su manera de ser, alterando y modificando inclusive sus relaciones personales, habría que evidenciar al respecto que la enseñanza aprendizaje de las ciencias experimentales y entre ellas en particular la Física, adquiere connotaciones especiales significativas, en cuanto que muchas de sus aplicaciones han trascendido (y continúan haciéndolo) sus umbrales de dominio, influido y trastocado otras áreas, precisándose que el entorno actual del ser humano, sería impensable sin sus avances tecnológicos y sus aplicaciones.

Palabras Claves

Enseñanza, Aprendizaje, Complejidad

INTRODUCCIÓN

Los problemas surgidos en el estudio y comprensión de los principios y leyes de esta ciencia, han representado una gran dificultad para los jóvenes estudiantes en toda Latinoamérica; el apelativo de “las tres Marías” (ROSENZWEIG *et al.*, 2005) con el que popularmente han sido denominadas y conocidas en Venezuela la física, la química y la matemática, es indicativo de ello. Tal dificultad según Rivas (2003), se hace evidente de manera clara en los magros resultados obtenidos, por los egresados de la educación media general, en las distintas pruebas de selección realizadas en las instituciones de educación superior venezolanas.

Desde esta misma perspectiva, dos investigaciones realizadas en España, la primera de ellas por Solbes y Palomar (2013) evidenciaba que el alumnado seguía sin comprender aspectos básicos de contenidos de la Física, en su caso particular la astronomía, pese a la reiteración en la enseñanza del tema. La segunda de ellas por Muñoz (2014), señalaba al respecto que las dificultades en el aprendizaje de la Física son un problema recurrente en los alumnos de Educación Secundaria Obligatoria y Bachillerato, que suelen presentar problemas de comprensión, debido a conceptos abstractos y de difícil visualización.

A lo antes mencionado, se agrega igualmente la situación alarmante que otras investigaciones educativas han venido señalando en los últimos años, una paulatina despoblación de estudiantes en las carreras científicas y en particular de la Física. Como indicadores de esta afirmación pueden tomarse diferentes registros de deserción y abandono en dichas titulaciones y de una fuerte disminución de ingresantes y egresados a las mismas, en relación a la situación en Europa (SOLBES, MONTSERRAT, FURIO, 2007; ROCARD *et al.*, 2007; EURYDICE, 2012), respecto a Latinoamérica (LIMA, LANG, OSTERMANN, 2012, BRICEÑO *et al.*, 2013; MARTÍNEZ, FLORES, 2015).

En otras palabras se tiene que, el poco interés, incluso rechazo al estudio de las ciencias experimentales, específicamente de la Física, asociada al fracaso escolar de elevados porcentajes de estudiantes, lo cual es sustentado y reforzado por las estadísticas educativas que muestran que el problema de las vocaciones científicas es particularmente agudo en el caso de las áreas de las ciencias exactas y naturales y en ciertas ramas de las ingenierías, lo cual es una tendencia tanto en Europa como en América (DOMINGO, 2009; POLINO, 2012; ÁLVAREZ, 2015; MATARREDONA, LOZANO, GARCÍA, 2016), esto constituye un grave problema, particularmente en la situación de dependencia y poca productividad de algunas regiones del planeta. Un problema que merece atención prioritaria, como señalado en la Conferencia Mundial sobre la Ciencia para el siglo XXI, auspiciada por la UNESCO y el Consejo Internacional para la Ciencia, “para que un país esté en condiciones de atender a las necesidades fundamentales de su población, la enseñanza de las ciencias y la tecnología es un imperativo estratégico” (Declaración de Budapest, 1999).

Brasil, no escapa absolutamente a esta tendencia y a la indeseada realidad implicada en ella, en su caso particular, Lima *et al.* (2012); Gonsalves y Alves (2015), así como Da Silva y Mackedanz (2017), sustentado a su vez por Moreira (2014), ponen de manifiesto que entre las dificultades para la enseñanza de la Física habría que tener en consideración además, la falta de entusiasmo de los profesores y la desmotivación de los estudiantes, enfatizando igualmente, que especialmente en la escuela pública, la enseñanza de las ciencias físicas y naturales aún es fuertemente influenciado por la ausencia del laboratorio de ciencias, por la formación docente descontextualizada, por el uso de métodos demasiados expositivos, por las metodologías desfasadas, por la indisponibilidad de recursos tecnológicos y por la devaluación de la carrera docente, lo que sin lugar a dudas, se constituye en un obstáculo pedagógico a

la consecución de la enseñanza y el aprendizaje de la Física en los diferentes niveles y modalidades.

Moreira (2014) destaca también la gran escases de profesores de Física y que la precariedad de la educación de base atestada por evaluaciones como ENEM, SAEB, Prueba Brasil o Pisa, y la baja aplicación de los resultados de la investigación educativa en ciencias (física, química, biología) y matemáticas en el contexto escolar, se ha convertido en un obstáculo significativo para la mejora del capital humano en las universidades, porque esta baja calidad educativa tira de la calidad de la enseñanza superior hacia abajo.

Lo expresado precedentemente, manifiesta pinceladas con tonalidades muy preocupantes de un panorama de la realidad que se vive actualmente en torno a la temática expuesta. Ahora bien es lógico y natural que todo ello ha influido particularmente de manera transcendental en las prácticas en instituciones educativas, visualizadas sea desde los avances en los conocimientos disciplinares específicos (incluyendo en ellos los tecnológicos) que desde los educativos, teniendo además que incorporar entre las herramientas todos aquellos elementos que contribuyen con el proceso y la difusión del conocimiento, entre las que se tienen, la internet y las redes sociales asociadas a ella, así como los *smartphones*, las tabletas y computadoras, así como los software asociados a esos, simuladores, laboratorios virtuales, etc.

En este sentido, la didáctica como vínculo entre los distintos conocimientos referidos y desde sus propias investigaciones e innovaciones, ha desarrollado aportes teóricos y prácticos que han contribuido con el diseño, implementación y evaluación de situaciones de enseñanza y de aprendizaje, aunque por lo mencionado precedentemente no ha logrado resolver satisfactoriamente de un todo dicha situación. Aun así, su problemática en cierto modo está representada por la interrelación entre la enseñanza y el aprendizaje de los distintos

contenidos, su intercalación y comunicación. Cada actividad de aula y fuera de ella, están por tanto mediadas por esos procesos, en los cuales además acontecen transacciones, sea de tipo social, cognitivo, que afectivo y guiadas desde las actuaciones del docente como del estudiante, desde las estrategias que se implementan, los materiales que se emplean y las herramientas que se usan.

La Didáctica de las Ciencias, como la Física, la Química y la Biología, suman a lo señalado previamente la influencia de las decisiones derivadas de las propias características del contenido inherente a cada una de ellas, así como de la interrelación entre ellas en relación al fenómeno que se aprecia o porción de realidad que se analiza. Por lo cual, y afín de tener en cuenta lo expresado, son incluidos actualmente en la formación de los docentes, los argumentos relacionados con las nociones de conocimiento didáctico del contenido, pues nunca como antes se ha puesto de manifiesto que enseñar va más allá del conocimiento de la propia disciplina inclusive más allá de los aspectos cognitivos del ser.

Debiendo asimismo considerarse que todo conocimiento de cualquier realidad se realiza a través de la interacción entre dicha realidad y los sentidos del ser humano que la aprecia, que después del procesamiento se convierte en conocimiento, pero que sin embargo para poder apreciarla tiene que sentirla, por tanto, habría que considerar igualmente que la afectividad y todo lo relacionado con ella como la estimulación juegan un rol esencial en dicho proceso. Como bien ha sido puesto de manifiesto en el parafraseo de la frase expresada por Descartes “siento, pienso luego existo”.

Lo manifestado anteriormente evidencia la necesidad de incluir distintos saberes, como los relacionados con la forma de organizar la información, secuenciarla e ir complejizando el contenido, así como el diseño de actividades y las estrategias que lo posibilitan, entre otros. En verdad la complejización del contenido es

consecuencia de la complejidad que circunda al ser, es decir de la realidad en la cual esta insertado. En ese sentido, Morín (1998) define la complejidad como un entramado de situaciones, interacciones y acciones que componen el mundo en el que el hombre se mueve, existe y se relaciona; en otras palabras, se refiere a la gran cantidad de interconexiones sistémicas que se dan entre la realidad, el uso del lenguaje y los símbolos, el pensamiento del sujeto y el conocimiento como tal.

Por lo tanto, se asume que la realidad constituye una cosmovisión del mundo de la vida integrada por la multireferencialidad del ser, donde la realidad no es externa ni ajena al investigador, sino por el contrario, se va erigiendo a partir de la episteme del sujeto, se observa que ésta, no puede simplificarse y reducirse a una sola idea, dato o acontecimiento aislado.

Morín (2004) señala que este pensamiento tiene los siguientes principios,

1. El principio sistémico u organizacional. Integra el conocimiento de las partes con el conocimiento del todo, el todo es menos y más que las partes.

2. El principio hologramático. Busca superar el principio de "holismo" y del reduccionismo. El holismo no ve más que el todo, el reduccionismo no ve más que partes. El principio hologramático ve las partes en el todo y cómo el todo está inscrito en las partes.

3. El principio del bucle retroactivo o retroalimentación. La causa actúa sobre el efecto y el efecto sobre la causa, es un mecanismo de regulación basado en múltiples retroacciones, reduce o amplifica los desvíos en un sistema.

4. El principio del bucle recursivo. El efecto se vuelve causa, la causa se vuelve efecto; considera la causalidad múltiple o ecológica, incluye la idea de sincronía en las interacciones y la autoorganización.

5. El principio de auto-eco-organización. La autonomía es inseparable de la dependencia, ambas son complementarias y antagónicas.

6. El principio dialógico. A diferencia de la dialéctica, no existe superación de contrarios, sino que los contrarios coexisten sin dejar de ser antagónicos, admite la presencia de dos lógicas; estabilidad-ines-
tabilidad y orden-desorden, ambas necesarias la una para la otra.

7. El principio de la reintroducción del sujeto. Que introduce la incertidumbre en la elaboración del conocimiento al poner de relieve que todo conocimiento es una construcción de la mente en una cultura y un tiempo determinados.

Desde esta perspectiva, el proceso de enseñanza-aprendizaje es complejo e implica la integración de conocimientos, habilidades y actitudes, la coordinación de “habilidades constitutivas” que son cualitativamente diferentes, además de la transferencia de lo aprendido en el entorno educativo al ámbito de la vida y el trabajo diarios.

En eso se incorpora la heterogeneidad, la interacción, el azar. Todo objeto del conocimiento no puede ser estudiado en sí mismo, sino en relación con su entorno; precisamente porque toda realidad es un sistema complejo. Una aproximación interesante al estudio del aprendizaje complejo es la de Winn (2006) quien categoriza la complejidad del aprendizaje en tres: la complejidad del estudiante, la complejidad de los materiales de aprendizaje y la complejidad del entorno de aprendizaje. En otras palabras, el aprendizaje, puede ser visualizado como una fuerte interacción recíproca entre los individuos, los contenidos y los contextos en los que se desarrolla. En esta producción se combinan varios componentes, entre ellos: a) las creencias (epistemológicas, atribucionales y motivacionales) que el estudiante tiene al respecto del conocimiento a ser aprendido, así como creencias sobre su papel y capacidad como aprendiz para procesar ese contenido)

y b) las heurísticas cognitivas y metacognitivas que le permiten estratégicamente codificar, categorizar, reconocer, recordar, razonar, transferir, planear, evaluar y regular la actividad cognitiva constructiva (el comportamiento de estudiar).

En esta complejidad, las dos primeras dimensiones agrupan importantes esfuerzos de investigación cognitiva y socio-cognitiva racional para explicar procesos, estructuras, estrategias, creencias y valores del estudiante que constituyen componentes centrales del desempeño académico: por un lado, las variables cognitivas, meta-cognitivas y afectivo-motivacionales del Aprendizaje Académico Autorregulado (CASTAÑEDA, LÓPEZ, 1989; CASTAÑEDA, 2006) y por el otro, la mediación del aprendizaje a partir de las diferencias en las creencias epistemológicas de los estudiantes (CASTAÑEDA, ORTEGA, 2004; CASTAÑEDA *et al.*, 2010).

Enfoque Epistemológico y Complejidad de la Investigación.

El vocablo epistemología se vislumbra en dos inclinaciones diferentes, de un lado se precisa como el conjunto de reglas metodológicas o condiciones que determinan lo científico y por el otro como las propuestas de base implicados en el conocimiento en general. En tal sentido la orientación epistemológica ofrece como ventaja la ubicación de la fuente del saber en una investigación; según esta dimensión en ella es necesaria una distinción gnoseológica, que implica el compromiso de exaltar la fuente del conocimiento que da sustento a la investigación que se trate.

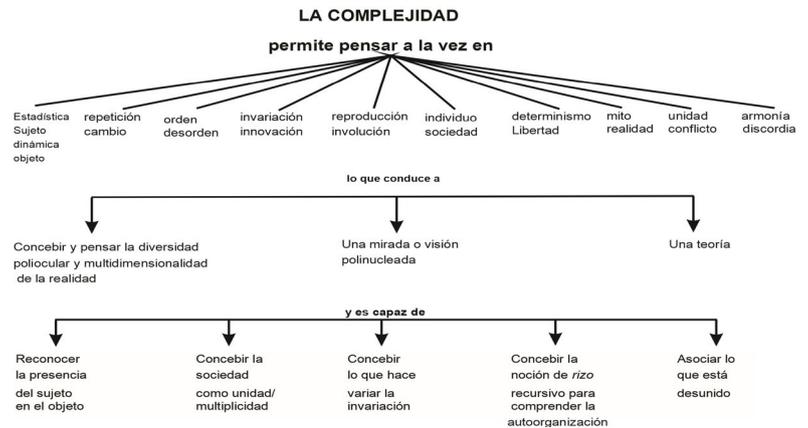


Figura 1: Diagrama de la Complejidad

De la concepción de las ideas expresadas previamente y considerando la red de elementos que conforman o se entretajan en la realidad a estudiar y su naturaleza cambiante, la perspectiva que se propone es la de un paradigma epistemológico basado en la idea de la complejidad de Morín (1998), con visión transdisciplinaria y crítica, el mencionado autor nos alerta “No olvides que la realidad es cambiante, que lo nuevo puede surgir y, de todos modos, va a surgir”. (p. 118). Debiendo tenerse siempre presente que bajo este enfoque la realidad que se aborda, ajustada al comportamiento de lo real, es multidimensional y cambiante, que debemos dejarnos sorprender por lo inesperado, ya que el camino es incierto y no tiene fin, como una historia infinita, pues no hay metas, puntos donde se logra el conocimiento absoluto y definitivo, sólo hay un perenne recorrer del hombre en la búsqueda del conocimiento de sí mismo y de lo que lo rodea. El esquema de la figura 2 (carente de autoría y fecha) permite hacernos una visión introspectiva y a su vez proyectarnos una panorámica representativa de lo que eso representa, y la necesidad insoslayable de tener que abrir nuestra mente, para intentar comprender una realidad complejizada y caracterizada por el hecho que lo único permanente en ella es el cambio.

Además del abordaje complejo de la realidad y el aprendizaje complejo, habría que tener en seria consideración los fundamentos de las teorías educativas y del aprendizaje que sustentan el aprendizaje significativo, por lo cual son primordiales los aportes proporcionados por; de una parte, las teorías educativas con exponentes como Roger, Freire y Ferry y, de la otra, las teorías del aprendizaje con representantes como Vygotsky, Ausubel, Moreira y Vergnaud, entre otros, algunas de esas ideas se expresan brevemente a continuación:

La visión humanista. Que considera importante plantear la integridad de la persona como ser humano, por esto Roger (1980), supone el enfoque humanista centrado en la persona donde se percibe como única, digna de respeto, libre de tomar las elecciones y al mismo tiempo con responsabilidad propia. Propone un aprendizaje significativo que tiene lugar cuando el estudiante percibe el tema de estudio como importante para sus propios objetivos. Frente a los tipos de aprendizaje percibidos como amenazadores, el aprendizaje significativo desarrolla la personalidad del alumno, y al abarcar la totalidad de la persona es más perdurable y profundo. La independencia, la creatividad y confianza en sí mismo permiten la autocrítica y una actitud de continua apertura al cambio y a la adaptación.

Sin embargo, otros autores la aprecian desde otra perspectiva, tal es el caso de Maslow, quien considera importante cubrir las necesidades primarias, de seguridad, de pertenencia - amor, atención para poder llegar a una autorrealización de la persona. A su vez Ausubel propone que la educación se lleve a cabo a través de un aprendizaje significativo, que permita que el alumno aprenda aquello que sea de su interés retomando sus experiencias previas (HELMUT, 1981). La idea central de la teoría de Ausubel (1976) es que de todos los factores que influyen en el aprendizaje, el más importante es lo que el alumno ya sabe. Es decir, aprendemos desde lo que ya sabemos. En consecuencia, hay que averiguar eso y enseñar de acuerdo con ese punto de partida.

Moreira (2005), introduce el término crítico al aprendizaje significativo entendiéndolo como "Aquella perspectiva que permite al sujeto formar parte de su cultura y, al mismo tiempo, estar fuera de ella" (p. 87-88). Por lo que señala que se trata de una perspectiva antropológica en relación a las actividades de su grupo social, que le permiten participar en ellas y a la vez reconocer la realidad, siendo reflexivo y crítico. Este tipo de aprendizaje le permite a la persona formar parte de la cultura a la cual pertenece, sin ser subyugado por ella, por sus ritos, sus mitos e ideologías. Además de asentir al estudiante trabajar en incertidumbre, la relatividad, la no causalidad, la probabilidad, la no dicotomización de las diferencias. Asimismo, de tener la idea de que el conocimiento es construcción de cada quien, y que el mismo es una representación del mundo.

Freire (1989, 1970), habla de una educación liberadora, haciendo la crítica a la educación bancaria encerrada en la educación tradicional, en la que han estado sumergidos los países subdesarrollados, donde el Educador es el sabelotodo y el Educando es una tabla rasa, pasivo sin ningún conocimiento, propone en contraste a esa, una educación humanista liberadora, donde exista un diálogo entre educador educando, para así, entre ambos y de manera recíproca, se produzca un aprendizaje retroalimentado.

En esta misma tónica se encuentra Ferry (1972), solo que para él, la educación como modelo de liberación, no se centra, ni en el educando ni en el educador, sino, en la relación que se desarrolle entre uno y otro, así como las discusiones y confrontaciones entre alumnos constituyen la esencia de la enseñanza, y en donde la autoridad del profesor o enseñante en su sentido tradicional debe ser abolida, en donde el enseñante aparezca ante los ojos de sus alumnos y ante sí mismo como un practicante de la comunicación. Relación pedagógica, en la cual no sólo se implica la relación enseñante enseñado, sino, la relación entre alumnos y la de éstos con el grupo a nivel inter- individual e inter- grupal, y en

donde la actividad del enseñante consiste en ayudar a sus alumnos, partiendo de su nueva posición en el grupo; es decir, a desarrollar sus iniciativas y trabajo.

Por su parte Gérard Vergnaud (1982), toma como premisa que “el conocimiento está organizado en campos conceptuales cuyo dominio, por parte del sujeto, ocurre a lo largo de un extenso período de tiempo, a través de experiencia, madurez y aprendizaje” (p.40). Campo conceptual es, para él, un conjunto informal y heterogéneo de problemas, situaciones, conceptos, relaciones, estructuras, contenidos y operaciones del pensamiento, conectados unos a otros y, probablemente, entrelazados durante el proceso de adquisición. Al respecto, se recomiendan los trabajos de Vergnaud, (1996a, 1996b); Moreira (2002); Llancaqueo, Caballero y Moreira (2003); Figueroa y Otero (2011), Gutiérrez, Arrieta y Meleán (2012) y Moreira (2012).

Estas actitudes o concepciones en relación a la pedagogía y el aprendizaje son importantes para poder llegar a consolidar una educación de las Ciencias Experimentales transdisciplinaria y crítica, que en diferentes circunstancias puedan ser aplicadas, con objetivos claros y específicos que proporcionen una conciencia tanto al educando como al educador del entorno del ser y la comprensión del mismo.

Algunas de las ideas aquí expresadas forman parte del desarrollo del proyecto de investigación que se está ejecutando en la Universidad Federal de Rio Grande (FURG), específicamente en la Maestría en Enseñanza de Física, donde me desempeño como profesor visitante.

Referencias bibliográficas

- ÁLVAREZ, A. ¿Qué hace decidir a los jóvenes estudiar e involucrarse con actividades y carreras de ciencias naturales y tecnología? OEI. *Iberoamérica divulga*. 2015. Disponible en: <http://www.oei.es/historico/divulgacioncientifica/?Que-hace-decidir-a-los-jovenes>. Accedido el 3 de marzo del 2018.
- AUSUBEL, D. P. *Psicología educativa: Un punto de vista cognoscitivo*. México: Trillas, 1976
- BRICEÑO, J; VIRRAREAL, M.; ROSARIO, J.; DÍAZ, J.; RIVAS, Y.; LOBO, H. y GUTIÉRREZ, G. La Experimentación en Física como Actividad de Investigación en las Instituciones de Educación Media. *Rev. Electr. Quimer@*; v.1, n. 2, p. 63-66, 2013
- CASTAÑEDA, S. y LÓPEZ, M. *La Psicología cognoscitiva del aprendizaje: Aprendiendo a Aprender*. México: UNAM, 1989.
- CASTAÑEDA, S. y ORTEGA, I. Evaluación de estrategias de aprendizaje y orientación motivacional al estudio. In S. Castañeda (Ed). *Educación, aprendizaje y cognición: teoría en la práctica*. México: Manual Moderno, pp. 277-299, 2004.
- CASTAÑEDA, S. *Evaluación del aprendizaje en el nivel universitario*. México: UNAM, 2006
- CASTAÑEDA, S., PEÑALOSA, E., PINEDA, M. L. GONZÁLEZ, E. y ROMERO, N. Construcción de instrumentos de estrategias de estudio, autorregulación y epistemología personal. Validación de constructo. *Revista Mexicana de Psicología*, v. 27, n.1, 2010, p. 77-85.
- DA SILVA, C. y MACKEDANZ, L. O Ensino Através de Projetos como Metodologia Ativa de Ensino e de Aprendizagem. *Revista THEMA*; v. 14 n. 3, p 122-131, 2017. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.15536/thema.14.2017.122-131.481>. Accedido el 3 de marzo de 2018.
- DOMINGO, N. *Los jóvenes ya no quieren hacer ciencia*. 2009. Disponible en: <http://www.publico.es/ciencias/jovenes-ya-no-quieren-ciencia.html>. Consultada el 23 de febrero del 2018.
- EURYDICE. *La enseñanza de las ciencias en Europa: políticas nacionales, prácticas e investigación*. Agencia Ejecutiva en el ámbito Educativo, Audiovisual y Cultural P9. (BOU2), Bruselas, 2012. Disponible en: <http://eacea.ec.europa.eu/education/eurydice>. Accedido el 18 de febrero del 2018.

FERRY, Gilles. *La pratique du travail en groupe*. París, Francia: Editorial DUNOD, 1972

FIGUEROA, P.; OTERO, M. Nociones fundamentales de la Teoría de los Campos Conceptuales. *Revista Electrónica de Investigación en Educación en Ciencias*, v. 6, n. 2, Diciembre, 2011. Disponible en: <http://www.scielo.org.ar/pdf/reiec/v6n1/v6n1a11.pdf>. Accedido el 3 de marzo de 2018.

FREIRE, P. *Pedagogía del oprimido*. Río de Janeiro: Continuum, 1970.

FREIRE, P. *La educación como práctica de la libertad*. 19ª ed, Río de Janeiro: Paz e Terra, 1989.

GONSALVES, L y ALVES, M. O Ensino da Física no Brasil: Problemas e Desafios. In: XII Congresso Nacional de Educação, 2015. Disponible en: http://educere.bruc.com.br/arquivo/pdf2015/21042_8347.pdf. Accedido el 25 de febrero del 2018.

GUTIÉRREZ, G.; ARRIETA, X. y MELEÁN, R. Teoría de los campos conceptuales: un modo de abordar investigaciones en enseñanza de la física. *Revista EDUCARE*, v. 16, n. 3, 2012. Disponible en: <http://revistas.upel.edu.ve/index.php/educare/article/view/957>. Accedido el 2 de febrero de 2018

HELMUT, Q. *Psicología humanista*. Barcelona: Ed. Herder, 1981.

LIMA, P, LANG, F y OSTERMANN, F. Análise de sobrevivência aplicada ao estudo do fluxo escolar nos cursos de graduação em física: um exemplo de uma universidade brasileira. *Rev. Bras. Ensino Fis.* [online]. 2012, v.34, n.1, p.1-10.

LLANCAQUEO, A.; CABALLERO, C. y MOREIRA, M. El Aprendizaje del Concepto de Campo en Física: una Investigación Exploratoria a Luz de la Teoría de Vergnaud. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, v. 25, n. 4, Diciembre, 2003. Disponible en: <http://www.scielo.br/pdf/rbef/v25n4/a11v25n4.pdf>. Accedido el 01 de marzo de 2018.

MARTÍNEZ, C. y FLORES J. Mejoramiento en la interpretación de los datos experimentales en los laboratorios de Física utilizando aprendizaje cooperativo y la técnica de la V Gowin. *Lat. Am. J. Phys. Educ.* v. 9, n. 2, Junio, 2015. Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5509791>. Accedido el 16 de febrero de 2018.

MATARREDONA, S.; LOZANO, J. y GARCÍA, R. Análisis del Uso de la Ciencia Recreativa en la Enseñanza de Materias Científicas y Técnicas en Educación Secundaria. *VIII Congreso Internacional Sobre Investigación en la Didáctica de las Ciencias*, 2016. Disponible en: <https://www.uv.es/jsolbes/documentos/VIII%20congres%20art-1754-1758.pdf>. Accedido el 3 de marzo del 2018.

MOREIRA, M. La Teoría de los Campos Conceptuales de Vergnaud, la enseñanza de las ciencias y la investigación en el área. *Enseñanza de las Ciencias*, v.7, n. 1, 2002. Disponible en: <https://www.if.ufrgs.br/~moreira/vergnaudespanhol.pdf>. Consultada el 22 de febrero de 2018. Accedido: 01 de marzo del 2018.

MOREIRA, M. Aprendizaje Significativo Crítico. *Indivisa, Bol. Estud. Invest.*, 2005, n.º 6, p. 37-67. Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=77100606>. Accedido el 12 de febrero del 2018.

MOREIRA, M. Aprendizaje Significativo, Campos Conceptuales y Pedagogía de la Autonomía: Implicaciones para la Enseñanza. *Meaningful Learning Review*, v.2, n. 1, p. 44-65, 2012. Disponible en: http://www.if.ufrgs.br/asr/artigos/Artigo_ID24/v2_n1_a2012.pdf. Accedido el 1 de febrero del 2018.

MOREIRA, M. Enseñanza de la física: aprendizaje significativo, aprendizaje mecánico y criticidad. *Revista de Enseñanza de la Física*. v. 26, n. 1, Diciembre 2014, p. 45-52. Disponible en: <https://revistas.unc.edu.ar/index.php/revistaEF/article/viewFile/9515/10290>. Accedido el 2 de marzo del 2018.

MORÍN, E. La Epistemología de la Complejidad. *Gazeta de Antropología*; n. 20, Texto 20-02. Universidad de Granada, España: Grupo de investigación en Antropología y Filosofía, 2004.

MORÍN, E. *Introducción al pensamiento complejo*. Barcelona, España: Gedisa, 1998.

MUÑOZ, S. (2014). *Análisis de las dificultades en la comprensión de la cinemática en Bachillerato*. Trabajo de Master. Barcelona. Universidad Internacional de la Rioja. Disponible en: <https://reunir.unir.net/bitstream/handle/123456789/2719/paricio%20mu%C3%B1oz.pdf?sequence=1>. Accedido el 26 de febrero del 2018.

PÉREZ SERRANO, G. *Investigación-acción: Aplicaciones en el campo social y educativo*. Madrid: Editorial Dykinson, 1990.

POLINO, C. Las ciencias en el aula y el interés por las carreras científico-tecnológicas: Un análisis de las expectativas de los alumnos de nivel secundario en Iberoamérica. *Revista Iberoamericana de Educación*, OEI/CAEU, 2012, n.º 58, p. 167-191.

RIVAS, P. La enseñanza de las ciencias físico-naturales y la matemática, una práctica docente que niega el aprendizaje de las ciencias. *Educere*, Mayo-Junio, 2003, n. 21, p.115-117.

ROCARD, M., *et al.* A Renewed Pedagogy for the Future of Europe. Science Education Now: (European Communities, Belgium. 2007). http://ec.europa.eu/research/science-society/document_library/pdf_06/report-rocard-on-science-education_en.pdf. Accedido el 01 de marzo del 2018.

ROGER, C. *El poder de la persona*. México: Ed. Manual Moderno, 1980

ROSENZWEIG, P. *et al.* *Las tres marías*. Caracas: C.A. Editora El Nacional, 2005.

SOLBES, J. y PALOMAR, R. Dificultades en el aprendizaje de la astronomía en secundaria. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, São Paulo, Marzo, 2013, v. 35, n. 1, p. 01-12. Disponible en: <http://www.scielo.br/pdf/rbef/v35n1/v35n1a16.pdf>. Accedido el 01 de marzo del 2018.

SOLBES, J., MONTSERRAT, R. FURIÓ, C. El desinterés del alumnado hacia el aprendizaje de la ciencia: implicaciones en su enseñanza. *Didáctica de las Ciencias Experimentales y Sociales*, 2007, n. 21, 91-117.

VERGNAUD, G. A classification of cognitive tasks and operations of thought involved in addition and subtraction problems. In Carpenter, T., Moser, J. & Romberg, T. *Addition and subtraction: A cognitive perspective*. Hillsdale, N.J.: Lawrence Erlbaum, 1982. p. 39-59.

VERGNAUD, G. A trama dos campos conceituais na construção dos conhecimentos. *Revista do GEMPA*, 1996a, Porto Alegre, n. 4, p. 9-19.

VERGNAUD, G. Algunas ideas fundamentales de Piaget en torno a la didáctica. *Perspectivas*, 1996b, v. 26, n. 10, p. 195-207.

WINN, W. Sistema teórico de diseños complejos acontecimientos para investigar. In Elen, J. y Clark, R. (Ed.). *Manejo de complejidad en entornos de aprendizaje: teoría e investigación*. España: Elsevier, 2006, p. 238-254.



2

*Juan Terán
Gladys Gutiérrez
Hebert Lobo*

El Desarrollo Cognitivo en un curso de Física Moderna según la teoría de Campos Conceptuales de Vergnaud

DOI: 10.31560/pimentacultural/2019.652.33-60



Resumen

El estudio tuvo como propósito desarrollar un análisis sobre los campos conceptuales que construyen los estudiantes de Física Moderna del Núcleo Universitario "Rafael Rangel" de la Universidad de los Andes, referente a los fenómenos de la transmisión y reflexión de partículas cuánticas. La investigación fue cualitativa de tipo estudio de caso, bajo el diseño fenomenológico, donde los informantes claves se sometieron a un conjunto de situaciones. El análisis fue realizado con la herramienta digital Atlas.ti, que permitió representar los Invariantes Operatorios, Reglas de Acción, Anticipaciones e inferencias. Se confirmó que una sola situación no construye un concepto y un concepto no puede ser abordado por una sola situación.

Palabras Claves

Teoría de los Campos Conceptuales; Física Moderna; Estudio de Caso; Transmisión y Reflexión de Partículas

Introducción

La presente investigación tiene como propósito explicar cómo son los procesos de construcción conceptual en los estudiantes de un curso de Física Moderna en relación a la transmisión y reflexión de partículas cuánticas fundamentándose en la Teoría de los Campos Conceptuales de Vergnaud –TCC-; para tal fin se diseñaron un conjunto de estrategias que fueron aplicadas durante un curso completo de Física Moderna en el semestre A-2014 para estimular durante las temáticas previas la argumentación y expresión del conocimiento implícito en el estudiante y así poder indagar y reconstruir sus esquemas y procesos lógicos aplicados durante una situación problemática específica.

La reconstrucción de los procesos cognitivos se realiza de forma individual, teniendo claro cuáles son los teoremas y conceptos en función de su dominio, complejidad y nivel de comprensión que el estudiante aplica antes y después del proceso de enseñanza, por ello se hace necesario una exploración con diversas técnicas e instrumentos que permitan registrar los elementos planteados bien sea por una intervención oral, escrita, ilustrativa, escenificada, entre otras, donde lo importante es recopilar las concepciones de diferentes formas para verificar los patrones y diferencias que un mismo estudiante presenta.

Para la descripción de los procesos lógicos amerita un análisis individual porque depende sustancialmente del sujeto de estudio, debido a que es el método que el estudiante construye para darle operatividad a los teoremas y conceptos en acción que están ligados a una situación problemática específica que es escaneada por el estudiante para convertirla en situaciones más simples y así ubicar los distintos métodos que en su experiencia ha construido y en los cuales ha tenido éxito.

La necesidad de formar profesionales en Educación capaces de dar respuesta a los avances tecnológicos, nuevas tendencias, aplicación, desarrollo de nuevas teorías físicas que involucran un nivel elevado de comprensión y conceptualización que en la mayoría de los casos no es alcanzada. Investigaciones recientes confirman que el estudiante al enfrentarse con los temas de Física Moderna, Física Contemporánea, Mecánica Cuántica y sus relacionados; no encuentra un símil mecánico para interpretarlo y se pierde en la abstracción, ahogándose en un mundo de ecuaciones diferenciales y ondas que no tienen ningún significado.

Para investigadores como Segura y Nieto (2012) el conjunto de leyes y postulados de física cuántica se presenta al estudiante que inicia su estudio de la naturaleza desde una teoría anti-intuitiva cuyos principios resultan de difícil comprensión; una de las razones por las que sucede esto es porque en mecánica cuántica se tiene un grado de abstracción tal que se pierden las imágenes directas que permiten familiarizarse con los fenómenos.

La enseñanza y el aprendizaje de la física cuántica excede el nivel de comprensión que ofrece un experimento, la memorización de teorías, el manejo y manipulación de ecuaciones diferenciales, por lo que se escapa de lo que el ser humano convive, experimenta y ha aprendido del concepto referente a lo real; el estudiante debe apelar netamente a la imaginación en la visualización que supone unos cuantos cálculos matriciales o diferenciales; en otras palabras el docente y el estudiante deben estimular y desarrollar no solo la inteligencia lógico matemático sino también la inteligencia espacial. Para Ferro la enseñanza de la ciencia es pues el primer ámbito en dónde la actividad científica tiene vigencia; citando a Echevarría:

Incluye dos acciones recíprocas básicas: la enseñanza y el aprendizaje de sistemas conceptuales y lingüísticos, por una parte, pero también de representaciones e imágenes científicas, notaciones, técnicas operatorias, problemas y manejo de instrumentos (FERRO, 2012, p. 2)

Una investigación no muy reciente pero que ha sido de renombre e impulso para investigadores latinoamericanos dedicados a la enseñanza de la física son las de Ostermann y Ricci, las cuales se focalizan en la descripción de los problemas que acontecen en el ámbito educativo. Según Ostermann y Ricci (2005) el docente de física cuántica o moderna direcciona las clases a un formalismo y uso exclusivo del aparataje matemático como si estos fuesen los instrumentos principales en el curso tanto de pregrado como de posgrado, sumando la solución de una larga lista de problemas con la que pretende desarrollar el campo de los aspectos operativos de la Mecánica Cuántica en los estudiantes. El hecho que un estudiante sepa resolver una determinada cantidad de ejercicios de física cuántica no garantiza en nada el éxito que este puede tener al enfrentarse con problemas de la misma naturaleza en su campo profesional; es por ello la ineficiencia en esta rama de estudio a tal punto que los docentes titulares en Física en la Educación Media General no presentan estos temas.

Continuando con el análisis de la descripción presentada por Ostermann y Ricci (2005) también afirman que es habitual encontrar enfoques semi-clásicos en el estudio de la mecánica cuántica los cuales son introducidos con una fuerza correlacionada con la mecánica clásica. Este enfoque termina enmarañando una serie de cuestiones de fondo importantes, tales como objetos o modelos que implícitamente se siguen comportando de forma clásica, lo que anteriormente se planteó como la falta de recrear un símil mecánico en esta área

Tras las premisas anteriormente planteadas se puede inferir que existe una gran falta de discusiones sobre los aspectos conceptuales, e incluso filosóficos de la Mecánica Cuántica y Física Moderna, tanto en el pregrado como en el postgrado; teniendo grandes consecuencias en el estudio y avances en la computación cuántica o la cosmología, solo por dar un par de ejemplos. Además,

la ausencia de planes y programas que mejoren la enseñanza de esta parte del conocimiento fundado agravan la situación para los docentes que quieran implementar temas relacionados con la Física Moderna dentro y fuera del salón de clase.

El objetivo general de esta investigación fue representar los campos conceptuales que construyen los estudiantes de Física Moderna acerca de los fenómenos de transmisión y reflexión de partículas según la TCC de Gerard Vergnaud.

La Física Moderna forma parte de la instrucción y formación de Licenciatura en Educación mención Física y Matemática que se dicta en la Universidad de Los Andes que aparece en el Plan de Estudios en el Séptimo Semestre, sin embargo, los estudiantes pueden inscribirla desde el séptimo hasta el décimo semestre, de acuerdo con su organización curricular.

Para el primer semestre del 2014 se inscribieron diecisiete estudiantes, de los cuales se presentaron trece y por problemas de colisión de horarios se retiraron cuatro. Se realizó una evaluación previa, en la segunda semana del inicio, que consistía en un cuestionario de cuatro preguntas y cuatro problemas relacionados con los sistemas dinámicos de la partícula clásica y de campo, donde el estudiante pudo reflexionar y analizar los diferentes conceptos involucrados durante dos semanas. La evaluación reflejó como los estudiantes abordaban un concepto en función sólo de una situación específica sin la complejidad que algunos de ellos tenían y resolvieron los problemas haciendo énfasis en la representación simbólica matemática y no en el significado físico de cada elemento en estudio, esperado en el nivel académico en que se encuentran. Lo anterior develó en los estudiantes los pocos cambios conceptuales que han asimilado, esto representa deficiencias de aprendizaje y dificultades para abordar nuevas teorías de física moderna en correspondencia con la mecánica

clásica. Ello orientó la investigación a la creación de un ambiente de aprendizaje basado en blog educativo, grupos de aprendizaje y guiones didácticos de estudio.

Esta es una investigación cualitativa, de tipo estudio de caso, que siguió un enfoque interpretativo para analizar una variedad de materiales que describen las situaciones que se elaboraron y se analizaron. Se realizó una investigación de campo Arias (2006) porque se recogieron los datos directamente de los sujetos investigados y de la realidad en donde ocurrieron los hechos, sin manipular o controlar variable alguna. Así la indagación residió en la experiencia individual y subjetiva de los participantes, proceso asociado al enfoque fenomenológico interpretativo.

De acuerdo con el diseño de investigación y debido a la profundidad y al detalle del análisis discursivo, se tomó una muestra no probabilística intencional de cuatro estudiantes cursantes de la asignatura. Se elaboró un instrumento de medición que registró datos observables que representan los conceptos o variables que el observador tiene en mente Hernández, Fernández, y Baptista (2003). Es necesario aclarar que no hay constancia de entrevista tipo o prueba estandarizada para representar los esquemas de la estructura cognitiva porque estas difieren de un individuo a otro en el proceso de formación. El instrumento presentó una situación que exige a los estudiantes señalar sus concepciones y conceptualizaciones sobre una partícula cuántica confinada en un pozo de potencial; su diseño fue organizado de tal forma que capturó los esquemas de ese campo conceptual así: cinco ítems para representar los invariantes operatorios y los esquemas.

Se empleó un instrumento que contiene el desarrollo conceptual en seis horas-clase, donde aparecen implícitos un conjunto de tareas que propiciaron capturar los invariantes operatorios (conocimientos) del estudiante, empleando diversas representaciones, tales

como mapas mentales o ilustraciones que describen el fenómeno en función del tiempo, diagramas de flujo, conceptos y teoremas.

El procedimiento de investigación de acuerdo con el enfoque fenomenológico se organizó un conjunto de fases como sigue: (1) Fase documental, para la revisión teórica, la consulta con los expertos del área de física y la selección de las situaciones problemáticas; (2) Fase de ejecución o estudio de caso, inicialmente se seleccionaron los sujetos de investigación, luego se presentó la situación problemática para dar inicio a la “explosión” de opiniones, impresiones, juicios, posibles alternativas por parte de los participantes, el análisis permitió a los participantes desarrollar niveles de entendimiento de la situación planteada y finalmente la etapa de conceptualización de conceptos operativos o de principios concretos de acción. (3) Fase de Categorización, en la que se codificaron los datos a través de los factores contextuales para determinar los invariantes operatorios, reglas de acción y anticipación usando la herramienta digital Atlas ti. (4) Fase de Interpretación, de los invariantes operatorios, reglas de acción y anticipaciones para representar los esquemas de los informantes claves. Y por último la fase de Conclusiones, para dar respuesta a los objetivos y propósitos de la investigación.

Aporte Teórico

Teoría de los Campos Conceptuales

La teoría de los campos conceptuales –TCC- forma parte del quehacer diario de un docente formado bajo el paradigma constructivista tanto en su planificación, desarrollo y evaluación ya que esta teoría permite el desarrollo de competencias a largo plazo a través de una serie de actividades problemáticas que el sujeto transforma en situaciones específicas. Vergnaud (2013) considera que

la chispa que impulso la TCC fue el aprendizaje de competencias complejas y las dificultades encontradas por los alumnos en su formación académica principalmente el aprendizaje de las matemáticas y de las ciencias.

En cada actividad planteada dentro o fuera del salón de clase el estudiante debe desarrollar una serie de eventos que le permitan alcanzar el objetivo que tiene propuesto, en todo ese proceso se evidencian un conjunto de elementos que permite analizar y relacionar entre sí las competencias formadas progresivamente lo que es justamente un campo conceptual tal como lo expresa Vergnaud:

“La actividad en situación es esencial en la adaptación a la realidad y a las situaciones escolares. Esto conduce por un lado a distinguir entre la forma operatoria de los conocimientos, que se manifiesta precisamente en situación, y la forma predicativa, que expresa en palabras y símbolos los objetos del pensamiento y sus propiedades.” (VERGNAUD, 2013, p. 131)

Las dos formas de la metodología de la comprensión (Realismo - Forma Predicativa; Pragmatismo - Forma Operativa) que dan respuesta a una situación condicionada por la actividad son descrita y se rigen por las definiciones de “Esquemas” establecidas en TCC, a saber:

Definición 1:

“El esquema es una organización invariante de la actividad para un tipo dado de situaciones. Esto no significa que exista un esquema único para ese tipo dado de situaciones, a menudo existen varios.” (VERGNAUD, 2013, p. 152)

El investigador resalta tres ideas que no quiere dejar pasar por alto en su primera definición referente al Esquema:

1. El esquema va dirigido a un tipo de situaciones. Podemos entonces asociarle cuantificadores universales, que permiten definir su alcance y sus límites. El esquema es pues universal, tanto como el concepto.

2. La que es invariante es la organización, no la conducta observable; los esquemas no son estereotipos. Si ciertos esquemas engendran conductas relativamente estereotipadas, no es éste el caso para la mayoría de los esquemas: ellos engendran conductas distintas en función de las variables de situación.

3. El esquema no organiza únicamente la conducta observable, sino también la actividad de pensamiento subyacente.

Definición 2:

“El esquema se compone necesariamente de cuatro componentes: (1) una meta, sub-metas y anticipaciones; (2) reglas de acción, de búsqueda de información y de control; (3) invariantes operatorias: conceptos-en-acción y teoremas-en-acción; (4) posibilidades de inferencia en situación.” (VERGNAUD, 2013, p. 152).

Esta definición está ligada al proceso analista debido a que se rigen por una acción temporal que da cuerpo al esquema.

El Autor de la TCC en el 2013 manifiesta que ciertos esquemas no conducen al éxito, son en general abandonados, a menudo antes de haber sido estabilizados. Otros son reforzados a tal punto que desplazan a los otros. Y explica que con mayor frecuencia cada sujeto dispone de varios esquemas alternativos entre los cuales puede escoger en función del valor de las variables de situación, presentadas ante cualquier contexto tanto oral como operacional. Para Vergnaud (2013, p. 150) [...] Las investigaciones muestran sin embargo que ciertos individuos disponen de toda una panoplia (colección de armas) mientras otros tienen sólo una cuerda en su arco.

Desde 1983, Gérard Vergnaud ha mantenido la concepción sobre la definición del campo conceptual en sus diversas publicaciones, para evitar así ambigüedades, por lo que queda descrita de la siguiente forma:

Un *Campo Conceptual* es a la vez un conjunto de situaciones y un conjunto de conceptos. El conjunto de situaciones cuyo dominio progresivo implica una variedad de conceptos, de esquemas y de representaciones simbólicas en estrecha conexión; el conjunto de los conceptos que contribuyen a dominar esas situaciones.

Y los conceptos individuales que hacen vida en un campo conceptual se definen por: “*Concepto* como un triplete de tres conjuntos distintos, no independientes entre ellos, pero distintos:

$$\textit{Concepto} = \textit{def} (S, I, L)$$

S es el conjunto de las situaciones que le dan sentido al concepto.

I es el conjunto de las invariantes operatorias que estructuran las formas de organización de la actividad (esquemas) susceptibles de ser evocadas por estas situaciones.

L es el conjunto de las representaciones lingüísticas y simbólicas (algebraicas, gráficas, etc.) que permiten representar los conceptos y sus relaciones, y por ende las situaciones y los esquemas que evocan.

Vergnaud exhorta a los educadores y personas involucradas en el proceso enseñanza aprendizaje a que acompañen a su aprendiz a dar sentido a las actividades planificadas, porque la comunicación generalmente no es paralela entre lo dicho por el docente y el sentido que el estudiante les asigna a esas palabras. El autor nos invita a seguir un camino “El mediador asume así la responsabilidad de escoger las situaciones y [...] hacer emerger, al menos parcialmente, los conceptos y los teoremas pertinentes” (Vergnaud, 2013, p. 161).

Desarrollo de las Situaciones

Situación 1: Estado de Energía de una partícula cuántica confinada en un Pozo de Potencial.

Se trata de una partícula cuántica confinada (Reflejándose “Onda” y rebotando “partícula” de pared en pared) en un Pozo de Potencial con una anchura de $\Delta X = L$, donde se aplica la Ec. de Schrödinger independiente del tiempo, por tipo de potencial que presenta el pozo.

Las condiciones del pozo deben estar bien definidas ($V = 0$ Para $0 < x < L$, $V = \infty$ Para $x < 0$, $V = \infty$ Para $x > L$ y $\psi(0)=0$ y $\psi(L)=0$)

Para conocer la función de posibilidades ψ es necesario resolver la Ecuación de Schrödinger independiente del tiempo que tiene la forma

$$-\frac{\hbar^2}{2m} \nabla^2 \psi + (V - E)\psi = 0$$

Sustituyendo

$$\frac{d^2}{dl^2} \psi(l) + \frac{2mE}{\hbar^2} \psi(l) = 0$$

El cual (3) es una ecuación diferencial de segundo orden lineal y homogénea del tipo $y'' + ay' + by = 0$ donde en nuestro caso $a = 0$ y $b = \frac{2mE}{\hbar^2}$ este tipo de ecuación tiene por solución:

$$y = C_1 e^{r_1 x} + C_2 e^{r_2 x}$$

Donde es la raíz solución de la ecuación característica de la ecuación diferencial $r^2 + ar + b = 0$, tal como trata este tipo de ecuaciones Apóstol (2007).

Por lo que la solución es:

$$r_1 = i \sqrt{\frac{2mE}{\hbar^2}} \quad \text{y} \quad r_2 = -i \sqrt{\frac{2mE}{\hbar^2}}$$

$$\psi(x) = C_1 e^{i \sqrt{\frac{2mE}{\hbar^2}} x} + C_2 e^{-i \sqrt{\frac{2mE}{\hbar^2}} x}$$

Donde C_1 y C_2 son constantes que se determinan con las condiciones iniciales.

Si $\psi(0) = C_1 e^0 + C_2 e^0 = 0$ entonces $C_1 = -C_2$, luego sustituyendo en $\psi(x)$ se obtiene:

$$\psi(x) = C_1 \left(e^{i \sqrt{\frac{2mE}{\hbar^2}} x} - e^{-i \sqrt{\frac{2mE}{\hbar^2}} x} \right),$$

Aplicando la fórmula de Euler toma la forma

$$\psi(x) = 2C_1 i \sin \sin \sqrt{\frac{2mE}{\hbar^2}} x$$

Ahora considerando que $\psi(L) = 0$ como condición inicial aplicada en (7) se obtiene:

$$\psi(L) = 2C_1 i \sin \sin \sqrt{\frac{2mE}{\hbar^2}} L = 0$$

Como $C_1 \neq 0$ se deben verificar los valores para cuando

$$\sin \sin \sqrt{\frac{2mE}{\hbar^2}} L = 0$$

Entonces

$$\sqrt{\frac{2mE}{\hbar^2}} L = n\pi$$

La función (7) toma la forma:

$$\psi_n(x) = 2C_1 i \sin \sin \frac{n\pi}{L} x$$

Donde la n en la función de posibilidades representa la superposición de estados que tiene el electrón en el pozo de potencial, además proporciona los valores de la energía total de forma cuántica.

$$E_n = \frac{n^2 \pi^2 \hbar^2}{2mL^2}$$

Situación 2: Partícula cuántica reflejada por una Barrera de Potencial

Se trata de una partícula cuántica libre que se desplaza por el eje de las x con una velocidad $v = \frac{\hbar k}{m}$ con el número de onda k constante, justo al cruzar la frontera en $x = 0$ se encuentra con un escalón de potencial (Se presenta $U(x)$ discontinua para simplificar el modelo matemático $U(x) = \{0, x < 0; U, x > 0$ aunque no se presente un potencial de este tipo en la naturaleza es una buena aproximación) para esta situación $U > E$ ya que trae a contexto la zona clásica prohibida donde una partícula no puede penetrar por tener menor energía.

En función de la situación problemática y la Teoría de la Ec. de Schrödinger se consideran las siguientes condiciones de contorno:
 $V(x) = 0$ Para $x < 0$, $V(x) = U$ Para $x > 0$ $\psi(x)|_{0^-} = \psi(x)|_{0^+}$
 $+ y \frac{d}{dx} \psi(x)|_{0^-} = \frac{d}{dx} \psi(x)|_{0^+}$

Para conocer la función de posibilidades es necesario resolver la Ecuación de Schrödinger independiente del tiempo en las dos regiones donde la Región I corresponde para $U(x) = 0$ donde $x < 0$ y la Región II corresponde para $U(x) = U$ donde $x > 0$

Región I y II la Ec. de Schrödinger tiene la forma (13) y (14)

$$\begin{aligned}
 -\frac{\hbar^2}{2m} \frac{d^2}{dx^2} \psi(x) - E\psi(x) &= 0 \text{ con } x < 0 \\
 -\frac{\hbar^2}{2m} \frac{d^2}{dx^2} \psi(x) + (U - E)\psi(x) &= 0 \text{ con } x \\
 &> 0
 \end{aligned}$$

y puede expresarse de la forma (15) y (16) respectivamente

$$\begin{aligned}
 \frac{d^2}{dx^2} \psi(x) + \frac{2mE}{\hbar^2} \psi(x) &= 0 \\
 \frac{d^2}{dx^2} \psi(x) - \frac{2m(U - E)}{\hbar^2} \psi(x) &= 0
 \end{aligned}$$

Ambas ecuaciones diferencial son de segundo orden lineal y homogénea del tipo $y'' + ay' + by = 0$ donde $a_1 = a_2 = 0$ y

$b_1 = k_1^2 = \frac{2mE}{\hbar^2}$ y $b_2 = k_2^2 = \frac{2m(U-E)}{\hbar^2}$ este tipo de ecuación tiene por solución $y = C_1 e^{r_1 x} + C_2 e^{r_2 x}$ donde r es la raíz solución de la ecuación característica de la ecuación diferencial $r^2 + ar + b = 0$ (APÓSTOL, 2007, p. 127)

La Ec. Schrödinger proporciona una familia de soluciones las cuales deben ser evaluadas bajo la Teoría de Schrödinger, en la primera región se obtienen dos funciones que se propagan en direcciones opuestas formando así una función estacionaria tal como ocurre con las ondas estacionarias en una cuerda, dichas funciones son continuas y convergentes. Para la segunda región una función diverge $\lim_{x \rightarrow +\infty} f(x) = C e^{k_2 x} = +\infty$ por lo que según la Teoría de Schrödinger, mientras que la segunda función $f(x) = D e^{-k_2 x}$ converge a cero. Se concluye entonces que

$$\psi(x) = \begin{cases} Ae^{ik_1x} + Be^{-ik_1x}, & x < 0 \\ De^{-k_2x}, & x > 0 \end{cases}$$

Haciendo uso de la tercera y cuarta condición encontramos los valores de las constantes, obtenemos la función de posibilidades en función de la posición.

$$\psi(x) = \begin{cases} \frac{D}{2} \left(1 + \frac{ik_2}{k_1}\right) e^{ik_1x} + \frac{D}{2} \left(1 - \frac{ik_2}{k_1}\right) e^{-ik_1x}, & x < 0 \\ De^{-k_2x}, & x > 0 \end{cases}$$

Como la función es lineal se procede a multiplicar toda la función por $1/A$ obteniendo

$$\psi(x) = \begin{cases} e^{ik_1x} + \frac{1 - i\sqrt{U/E - 1}}{1 + i\sqrt{U/E - 1}} e^{-ik_1x}, & x < 0 \\ \frac{2}{1 + i\sqrt{U/E - 1}} e^{-k_2x}, & x > 0 \end{cases}$$

Para graficar la densidad de probabilidad es necesario determinar $|\psi(x)|^2$, ahora para calcular el coeficiente de reflexión se parte del hecho de que $\frac{D}{2} \left(1 + \frac{ik_2}{k_1}\right) e^{ik_1x}$ es la onda incidente y $\frac{D}{2} \left(1 - \frac{ik_2}{k_1}\right) e^{-ik_1x}$ es la onda reflejada por lo que el coeficiente de reflexión estará designado por la fracción $\frac{B}{A}$ que especifica la amplitud de la parte reflejada de la función de onda con relación a la amplitud de la onda incidente. Pero en mecánica cuántica depende es de las intensidades y no de las amplitudes, por lo tanto, $R = \frac{B^*B}{A^*A}$ entonces:

$$R = \frac{\frac{D}{2} \left(1 + \frac{ik_2}{k_1}\right) \frac{D}{2} \left(1 - \frac{ik_2}{k_1}\right)}{\frac{D}{2} \left(1 - \frac{ik_2}{k_1}\right) \frac{D}{2} \left(1 + \frac{ik_2}{k_1}\right)} = 1$$

Por lo que existe la certeza de que la partícula es reflejada.

Situación 3: Partícula cuántica libre que incide en un pozo de potencial rectangular (Efecto Túnel)

Este fenómeno consiste en elaborar un modelo que permita visualizar como es la partícula cuántica cuando incide con una barrera rectangular de potencial "en el tunelamiento a través de una barrera cuya altura excede su energía total, una partícula se comporta como una onda" (EISBERG Y RESNICK, 1985, p. 241), porque sólo una onda puede presentar esta característica en el mundo que es perceptible para el ser humano. En óptica se puede experimentar un evento similar con ondas electromagnéticas pertenecientes al espectro de la luz visible, si un haz de luz incide sobre una lámina de vidrio con un ángulo crítico donde se produzca la reflexión total, se tiene la certeza que la onda es reflejada, pero si se coloca una segunda lámina de vidrio dejando una pequeña anchura de aire entre las dos láminas, se podrá verificar que el haz de luz con el mismo ángulo crítico podrá penetrar la pequeña anchura de aire y transmitirse a la segunda lámina de vidrio.

Por la Teoría de Schrödinger deberán existir soluciones aceptables a la ecuación de Schrödinger independiente del tiempo para todos los valores de la energía total $E > 0$.

Condiciones:

$$U(x) = \begin{cases} 0, & x < 0 \\ U, & 0 < x < a \\ 0, & x > a \end{cases}$$

$$\psi(x)|_{0^-} = \psi(x)|_{0^+}$$

$$\left. \frac{d}{dx} \psi(x) \right|_{0^-} = \left. \frac{d}{dx} \psi(x) \right|_{0^+}$$

$$\psi(x)|_{a^-} = \psi(x)|_{a^+}$$

$$\left. \frac{d}{dx} \psi(x) \right|_{a^-} = \left. \frac{d}{dx} \psi(x) \right|_{a^+}$$

En las regiones a la izquierda, dentro y a la derecha de la barrera las ecuaciones son las de una partícula libre de energía total $E < U$ son:

Región I, II y III la Ec. de Schrödinger tiene la forma (22), (23), (24) y puede expresarse de la forma (25), (26), (27) respectivamente

$$-\frac{\hbar^2}{2m} \frac{d^2}{dx^2} \psi(x) - E\psi(x) = 0 \quad \text{con } x < 0$$

$$-\frac{\hbar^2}{2m} \frac{d^2}{dx^2} \psi(x) + (U - E)\psi(x) = 0 \quad \text{con } 0 < x < a$$

$$-\frac{\hbar^2}{2m} \frac{d^2}{dx^2} \psi(x) - E\psi(x) = 0 \quad \text{con } x > a$$

$$\frac{d^2}{dx^2} \psi(x) + \frac{2mE}{\hbar^2} \psi(x) = 0$$

$$\frac{d^2}{dx^2} \psi(x) - \frac{2m(U - E)}{\hbar^2} \psi(x) = 0$$

$$\frac{d^2}{dx^2} \psi(x) + \frac{2mE}{\hbar^2} \psi(x) = 0$$

Sus soluciones generales son (28), (29) y (30) respectivamente

$$\psi(x) = Ae^{ik_1x} + Be^{-ik_1x} \text{ con } x < 0, \text{ donde } k_1 = \sqrt{\frac{2mE}{\hbar^2}}$$

$$\psi(x) = Fe^{k_2x} + Ge^{-k_2x} \text{ con } 0 < x < a. \text{ Donde } k_2 = \sqrt{\frac{2m(U-E)}{\hbar^2}}$$

$$\psi(x) = Ce^{ik_3x} + De^{-ik_3x} \text{ con } x > a, \text{ donde } k_3 = \sqrt{\frac{2mE}{\hbar^2}}$$

La Ec. Schrödinger proporciona una familia de soluciones las cuales deben ser evaluadas bajo la Teoría de Schrödinger, en la primera región se obtienen dos funciones que se propagan en direcciones opuestas formando así una función estacionaria tal como ocurre con las ondas estacionarias en una cuerda, dichas funciones son continuas y convergentes, para la segunda región las dos familias de soluciones tienen significado físico, pero en la tercera región la constante $D = 0$ porque la partícula no encontrará otra barrera para reflejarse.

Se concluye entonces que:

$$\psi(x) = \begin{cases} Ae^{i\sqrt{\frac{2mE}{\hbar^2}}x} + Be^{-i\sqrt{\frac{2mE}{\hbar^2}}x}, & x < 0 \\ Fe^{\sqrt{\frac{2m(U-E)}{\hbar^2}}x} + Ge^{-\sqrt{\frac{2m(U-E)}{\hbar^2}}x}, & 0 < x < a \\ Ce^{\sqrt{\frac{2mE}{\hbar^2}}x}, & x > a \end{cases}$$

Al aplicar las cuatro condiciones de contorno en $\psi(x)$ se obtiene un sistema integrado por cuatro ecuaciones que tienen como solución las constantes, dejando a una de ellas como parámetro. La densidad de probabilidad de la partícula cuántica en las tres regiones queda determinada. El coeficiente de transmisión de la partícula cuántica es proporcional a la fracción de la amplitud de onda transmitida y la onda incidente $\frac{C}{A}$ o como en óptica será igual a la unidad menos el coeficiente de reflexión.

$$T = \frac{v_1 C^* C}{v_1 A^* A} = 1 - R = \left[1 + \frac{\sinh^2 \sqrt{\frac{2m(U-E)}{\hbar^2}} a}{\frac{E}{4U}(U-1)} \right]^{-1}$$

Con estos dos coeficientes podemos obtener el número de partículas que serán reflejadas o transmitidas en una barrera rectangular de potencial porque indican el índice de probabilidad para cada caso.

Análisis y Discusión

Para el tratamiento y análisis de los datos de la investigación se empleó el Software Atlas ti, cuyo programa permite ayudar al investigador agilizando muchas de las actividades implicadas en el análisis cualitativo y la interpretación, como por ejemplo “la segmentación del texto en pasajes o citas, la codificación, o la escritura de comentarios y anotaciones [...]” (JUSTICIA, 2005, p. 2). Para analizar los datos en el Software, fue necesario importar todas las respuestas de los ítems transcritas en formato RTF a la Unidad Hermenéutica (denominación del archivo donde se almacena todo el trabajo) como documento primario “datos brutos” que son la base del análisis.

Luego se procedió a la selección y asignación de códigos *CODES* al contenido del instrumento, en esta tarea, se siguió un procedimiento deductivo-inductivo, comenzando por la creación de códigos libres extraídos de la propia formulación teórica del estudio y de las dimensiones directamente relacionadas con las preguntas de investigación. Así, se partió de 18 códigos libres que se incrementaron, con los llamados Códigos en vivo, para poder codificar la variedad de expresiones de los cuatro informantes claves, llegando a tener un total de 35 al final de la primera codificación, tal como se muestra en el *Cuadro 1*.

Cuadro 1

Códigos Libres	Códigos en vivo
Anchura del Pozo	Alcanza una pequeña anchura
Colisión elástica	Colisión inelástica
Densidad de Probabilidad	Condiciona los grados de libertad
Dualidad Onda-Partícula	Electrón
Ecuación de Schrödinger	Espacio fuera del dominio
Energía de la partícula	Excluye posibilidad de partícula
Energía Potencial	Función converge
Estado fundamental	Números cuánticos
Función de Onda para Estados	Onda estacionaria
Ligados	Onda viajera
Niveles de Energía	Partícula diverge
Onda Estacionaria	Partícula Fundamental
Onda viajera	Penetración de la zona prohibida
Partícula confinada	Reflexión de partículas
Partícula Cuántica	Solución de la Ecuación de
Partícula Libre	Schrödinger
Pozo de Potencial	Superposición de Estados Cuánticos
Superposición de Estados Cuánticos	zona clásica prohibida
Zona Prohibida	

Resultado inevitable que a la vez que se estaba codificando se vieran las relaciones que se podían establecer entre los códigos, es decir, las reglas de acción que emplean los informantes claves para abordar la situación. Estos dos niveles, textual y conceptual, no son independientes entre sí, y aunque se realizaron de una forma secuencial: primero la asignación de códigos y después el

establecimiento de relaciones *LINKS*, en realidad se produce un continuo ir y venir entre los dos niveles, modificando o generando nuevos códigos o nuevas relaciones. Así se realizaron las primeras representaciones gráficas o *NETWORKS* generales, los mapas mentales, a través de las categorías establecidas, que proporcionaron una visión global de lo realizado, que generó nuevas reestructuraciones y agrupaciones para elaborar cuadros explicativos de la interpretación de cada situación problemática de acuerdo con los casos.

Categorización de las Expresiones de los Informantes Claves.

Se analizaron e interpretaron los datos de cinco ítems de los cuatro informantes claves, usando la herramienta informática Atlas.ti con la finalidad de obtener los invariantes operatorios, reglas de acción y anticipaciones para exportar las representaciones gráficas (Network) producto del abordaje por parte del estudiante de las situaciones.

Los ítems correspondieron a las situaciones problemáticas planteadas en el desarrollo de la clase; se muestra en los cuadros 2, 3, 4, 5 y 6 con sus correspondientes respuestas interpretadas de forma resumida por los autores.

Cuadro 2 –

Situación Problemática	Qué consecuencias físicas produciría si la función de posibilidades de una partícula confinada no es estacionaria
Caso A	Si fuera el caso de que la partícula si pudiera salir del pozo entonces medio electrón estaría dentro del pozo y otro medio electrón estaría afuera; la partícula al estar encerrada es una onda estacionaria. Es un pozo donde se encuentra una partícula encerrada por paredes infinitas; porque no se puede propagar fuera del pozo, pero esto es falso porque los electrones no se dividen.
Caso B	No pudo abordar la situación porque es un hecho que se afirma en la teoría asumiendo que es lógico para los estudiantes.

Caso C	Una onda que no es estacionaria es viajera entonces no se puede hablar de una partícula confinada sino de una partícula libre. Las ondas dentro del pozo deben ser múltiplos enteros de
---------------	---

Cuadro 3 –

Situación Problemática	Realice una ilustración de la situación vista cuánticamente usando los cuatro primeros estados de la partícula confinada
Caso A	El pozo de potencial confina a una partícula cuántica en una anchura específica, presenta un conjunto de niveles de energía que se van incrementando por un múltiplo del cuadrado del estado fundamental
Caso B	El pozo de potencial de paredes infinitas representa un conjunto de niveles de energía que son discretos los cuales se mantienen constantes en toda la anchura del pozo donde los saltos de un nivel de energía menor a uno mayor requerirán mayor energía de la partícula cuántica para lograrlo.

Cuadro 4

Situación Problemática	Desarrollo un concepto sobre una partícula cuántica confinada en un pozo de potencial
Caso A	El pozo es una región del espacio en donde existen grandes fuerzas que evitan que el electrón pueda movilizarse más allá de esa región que tiene unos límites fronterizos bien definidos. El electrón no se ve como un balón que rebota de pared a pared; sino una onda que se refleja de pared a pared y una onda que se refleja entre dos lugares fijos en una onda especial de tipo estacionaria. El pozo de potencial en dos dimensiones que anteriormente tenía libertad de moverse en tres.

Caso B	Una partícula confinada o privada de libertad debe cumplir la condición que el pozo tenga unas paredes muy resistentes que sean infinitas comparadas con la energía asociada a la partícula para que sin que se le suministre energía quede rebotando de pared en pared, una vez alcance una velocidad este adquiere una energía de modo que mientras sea mayor el número cuántico mayor será la energía que con un número cuántico inferior por lo que la partícula se encuentra no sólo en los niveles discretos sino en un estado de superposición que sólo con las Ecuaciones de Schrödinger se pueden apreciar en los distintos estados de la partícula describiendo los cálculos para obtener los distintos niveles de energía asociados al pozo.
Caso C	Las partículas confinadas en un pozo deben seguir las cualidades o propiedades de las leyes newtonianas, porque la energía del universo no se crea ni se destruye

Cuadro 5

Situación Problemática	¿Qué se considera como zona clásica prohibida?
Caso A	Es el lugar donde la partícula no puede penetrar, es decir no puede cruzar; debido a que la energía de la partícula es menor que la energía del medio, sin embargo, si se le suministra mayor energía a la partícula esta puede atravesarla con facilidad, pero cuando colisiona con la zona cambia el sentido del vector velocidad, pero si $E > U$ entonces esta zona dejara de ser prohibida.
Caso B	Debe tener una energía potencial muy alta porque así la partícula tendría asociada una energía total muy pequeña comparada con la barrera con la que la partícula al colisionar con esta no logra penetrarla produciendo una colisión inelástica con deformaciones sin tocar la zona. Representó la zona prohibida con una energía mayor que la partícula en un primer evento la partícula colisiona con la zona prohibida y en un segundo evento registra el cambio de sentido en la posición y velocidad de la partícula.

Cuadro 6

Situación Problemática	¿Cómo la partícula puede penetrar la zona prohibida y de qué forma?
Caso A	Al rebotar la zona prohibida penetra una pequeña anchura, luego regresa porque la partícula diverge. Se aprecia la visión que ofrece representa adecuadamente la solución de la situación.

Caso B	Al aplicar la ecuación de Schrödinger a una partícula que en su dominio cambia el potencial a una altura finita se tiene como solución en la barrera
---------------	--

Consideraciones Finales

Las concepciones de los participantes en el proceso de enseñanza fueron manifestadas por diferentes representaciones, donde se evidenció el uso de imágenes que describían el proceso físico, como era observado en sus experiencias diarias. El uso del término de partícula lo representaban como un corpúsculo, pero con características físicas, y la representación de la distribución de la densidad de probabilidad obtenida tras la resolución de la ecuación de Schrödinger era asociada como la distribución de la partícula, es decir media partícula era reflejada y la otra media partícula se transmitía.

Son interpretaciones personales que resultan de unos cálculos ajenos de su experiencia y a través de nuevas situaciones más complejas el mismo dará cuenta que sus interpretaciones no son válidas, ya que no se ajustan a un nuevo problema, sin embargo, si la situación no es adecuada el estudiante seguirá en el mismo dominio conceptual y asimilará este nuevo esquema que si bien desde el punto de vista del cálculo es adecuado, contiene errores conceptuales en el ámbito de la física. Por lo que el éxito en la resolución de un problema no indica que el estudiante comprenda adecuadamente los conceptos que fueron aplicados, por lo que esta investigación verificó, así como lo expresa la TCC de Vergnaud, que una sola situación no construye un concepto y un concepto no puede ser abordado por una sola situación.

En esta dinámica el docente juega un papel fundamental porque debe reconocer los significantes activados en lenguaje natural y en lenguaje físico, para poder asegurar el progreso cognitivo, con el fin de seleccionar las situaciones y referentes adecuados en la clase para ampliar el dominio y la validez conceptual del estudiante, es decir, superar la concepción simplista, y evitar que use un lenguaje físico vacío, sin significado, solo porque lo escucha por el docente o copiado de un texto.

Las reglas de acción en el discurso escrito manifiesta como el estudiante relaciona un concepto con otro (se asocia con, es parte de, es causa de, es un, contradice a, entre otros), estas relaciones permitieron en la investigación verificar como los estudiantes observaban la situación y desde ese perspectiva estimar el nivel de complejidad que representaba esa determinada situación para el estudiante, e intervenir de la forma de indicar que situaciones debe abordar primero antes de darle significado y solución al problema presentado, de una forma u otra los invariantes operatorios junto con las reglas de acción indican que anticipaciones el estudiante debe abordar para superar con éxito una determinada situación.

La Física Moderna, específicamente el estudio del estado dinámico de una partícula cuántica amerita un nivel de abstracción elevado, debido al lenguaje empleado por los libros que abordan este tema, el estudiante debe comprender que los valores esperados solo tienen significado cuando se realiza una medición en el experimento, que los estados de superposición de la partícula en un estado ligado es su expresión natural, es decir, cuando no es observado y que es el instrumento de medida el que perturba el estado dinámico de la partícula, entonces el estudiante en su estudio debe comprender, superponer y diferenciar dos eventos que no existen a la vez (Observado-No observado) por lo que se hace necesario un seguimiento de las reglas de acción para asegurar la comprensión adecuada de los conceptos y teoremas en acto.

La disposición de los estudiantes de realizar las tareas y evaluaciones, a reelaborarlas y reconstruir el conocimiento, así como reconocer el error y a hacer consciente la no utilización de aquellos invariantes operatorios que no les eran relevantes para el progreso cognitivo, la actitud de conciencia semántica para adoptar los significantes físicos que permitan la comprensión de nuevos conceptos operatorios y teóricos implicados en la solución adecuada de la situación son elementos fundamentales que sin ellos no se lograría absolutamente nada nuevo en su estructura cognitiva.

Referencias

APOSTOL, Tom M. *Calculus*, Volume I, One-variable Calculus, with an Introduction to Linear Algebra. John Wiley & Sons, 2007. ISBN 8126515198

ARIAS, Fidas. *Proyecto de Investigación: Guía para la elaboración de proyectos*. Caracas. Episteme, 2006.

BRAVO, Silvia; PESA, Marta. La construcción de representaciones sobre movimiento ondulatorio. Una interpretación a partir de la integración de la teoría de campos conceptuales de Vergnaud y la teoría de modelos mentales de Johnson-Laird. *Revista de Enseñanza de la Física*, 2005, v. 18, n. 2, p. 25-42.

EISBERG, Robert; RESNICK, Robert. *Física Cuántica: átomos, moléculas, sólidos, núcleos y partículas*. 1985. Limusa Wiley, ISBN 9789681804190

FERRO, Virginia. *Importancia de la Historia en la Enseñanza de la Epistemología*. Hyper Articles en Ligne. Sciences de l'Homme et de la Société. 2012

FIGUEROA, Patricia Sureda; OTERO, María Rita. Nociones fundamentales de la Teoría de los Campos Conceptuales. *Revista electrónica de investigación en educación en ciencias*, 2011, v. 6, n 1, p. 1-14.

HERNÁNDEZ, R., FERNÁNDEZ, C. y BAPTISTA, P. *Metodología de la Investigación*. México: Mc Graw Hill/Interamericana Ediciones, 2003.

MOREIRA, Marco Antonio. A teoria dos campos conceituais de Vergnaud, o ensino de ciências e a pesquisa nesta área. *Investigações em ensino de ciências*. Porto Alegre. v. 7, n. 1, jan./mar. 2002, p. 7-29.

JUSTICIA, Juan Muñoz. *Análisis cualitativo de datos textuales con ATLAS.ti* 5. Espanha: Universidade Autônoma de Barcelona, 2005.

OSTERMANN, Fernanda. Conceitos de física quântica na formação de professores: relato de uma experiência didática centrada no uso de experimentos virtuais. *Cademo Brasileiro de Ensino de Física*, 2005, v. 22, n. 1, p. 9-35.

RODRÍGUEZ, María; MOREIRA, Marco; CABALLERO, M. *La teoría del aprendizaje significativo en la perspectiva de la psicología cognitiva*. Ediciones Octaedro, 2010. ISBN: 978-84-9921-084-1

SEGURA, Aarón; NIETO, Viviana; SEGURA, Esteban. Un análisis profundo del fenómeno dualidad onda partícula para la comprensión del mundo cuántico. *Latin-American Journal of Physics Education*, 2012, v. 6, n 1.

VERGNAUD, Gérard. ¿Por qué la teoría de los campos conceptuales? *Infancia y Aprendizaje: Journal for the Study of Education and Development*, 2013, v. 36, n. 2, p. 131-161.



3

*Iris Materán
Manuel Villarreal
Hebert Lobo
Juan Terán*

ENSEÑANZA
DE LA ÓPTICA
EN EDUCACIÓN
SUPERIOR: UN MODELO
POR COMPETENCIAS

DOI: 10.31560/pimentacultural/2019.652.61-75



Resumen:

Se presentan los resultados de una investigación proyectiva para la enseñanza de la óptica a nivel universitario en la escuela de formación de docentes de física y matemáticas de una universidad venezolana, ubicada en Trujillo de la región andina. Como resultado se obtiene un modelo de formación por competencias de acuerdo a la re-estructuración curricular de la carrera, que favorece el aprendizaje de la óptica y motiva a su enseñanza en niveles educativos inferiores.

Palabras-clave:

Enseñanza de la óptica., Educación superior., Formación por competencias

Introducción

Al momento de abordar la enseñanza de la Física, generalmente el docente se encuentra desprovisto de materiales y equipos que permitan reproducir los experimentos de manera adecuada para hacer ciencia. Sin embargo, esto no debería ser un obstáculo para limitar la enseñanza a postulados teóricos con clases magistrales, ya que el desarrollo de herramientas web con softwares educativos, cada día presenta nuevas formas de reproducir, al menos virtualmente, experiencias de la física. El reto en la educación actual, es mostrar a los estudiantes que tan útil puede ser la ciencia que están estudiando, y ayudarles a encontrar respuestas sobre los fenómenos naturales a los que están expuestos diariamente. La realidad en la enseñanza de las Ciencias y en especial la enseñanza de la Física, es que la mayoría aborda muy poco las estrategias experimentales que pueden favorecer el aprendizaje y ayudar a erradicar las preconcepciones en los estudiantes, por esta razón se hace necesario incluir en la planificación de la instrucción, un conjunto de estrategias diferentes, sin dejar a un lado la resolución de problemas y lecturas especializadas.

Es pertinente entonces, crear condiciones adecuadas para el aprendizaje de la óptica, desde una planificación de la instrucción que se adecue a las demandas del entorno, en este sentido, esta investigación se centró en *diseñar estrategias demostrativas para la enseñanza de la Óptica* en la carrera de Educación, Mención Física y Matemática del Núcleo Universitario Rafael Rangel de la Universidad de Los Andes en Trujillo, pues actualmente en el Núcleo Universitario Rafael Rangel de la Universidad de Los Andes, los materiales de laboratorio para la enseñanza de la óptica se encuentran cada vez más deteriorados y las herramientas web disponibles como el software que se utiliza para su enseñanza, no proporcionan una herramienta de fácil acceso para todos los estudiantes por las

limitaciones de equipo tecnológico, y persistentes fallas en los servicios de Internet.

Algunas consideraciones teóricas

La formación universitaria, aproxima a los ciudadanos hacia el conocimiento especializado, directamente relacionado al campo laboral dónde se van a desenvolver, además, “debe proporcionarle al hombre moderno los elementos para entender el funcionamiento y las estructuras de la sociedad actual” (RIVEROS, GIMÉNEZ, RIVEROS, 2004, p. 57).

Marín (1997, p 27) destaca la importancia que tiene la relación entre la ciencia-técnica y sociedad, señalando que existe una desvinculación entre la educación en ciencias y la sociedad, abriendo una brecha y fundamentando la inconveniente imagen que las personas tienen sobre la ciencia y los científicos. La relación entre estos componentes debe incentivar una enseñanza que ayude a los estudiantes a resolver problemas en todos los ámbitos de su vida cotidiana. La educación en ciencias naturales, específicamente de la Física, tiene un camino más árido, pues el torbellino de información a la que se tienen que enfrentar los estudiantes se yuxtapone con la dificultad que presenta tanto la enseñanza como su aprendizaje,

“[...] es considerable el número de estudiantes que luego de la enseñanza recibida no domina los conceptos básicos, no adquiere las habilidades intelectuales que se esperaban o no manifiesta una actitud crítica durante el análisis de las cuestiones examinadas” (CASTRO, CASTRO, 1999, p. 522).

Esto nos da una idea de la importancia de la creación de estrategias que permitan acercar al estudiante hacia un conocimiento pertinente en las distintas ramas de la Física, enfatizando sobre los elementos esenciales de las investigaciones científicas y

sus repercusiones en la sociedad. Además, así como la mecánica de Newton ha representado uno de los más notables logros del pensamiento humano, la óptica con su gran apogeo en los siglos XIX y XX ha proporcionado una nueva visión para la interpretación de los fenómenos físicos, desechando la dependencia de esa sustancia *maravillosa* que ocupó lugares fundamentales en sus postulados, el éter, pues los físicos atribuían todas las propiedades de la materia y sus interacciones a esta sustancia.

Se considera que la enseñanza y aprendizaje de la óptica es importante en la evolución del hombre pues las características, leyes y aplicaciones están presentes en el desarrollo cotidiano de las personas, siendo el ejemplo más notable de ello, *la interacción de la luz y la materia: el color*. La vigencia de las leyes y principios ópticos desde el siglo XVII se mantienen aún en el siglo XXI, con el desarrollo de la óptica cuántica y la electro-óptica, y como lo asegura Hecht (1977) cuando se refiere a la doble naturaleza de la luz, a saber, onda-partícula y al principio de Huygens "...esto explica la longevidad del *principio de Huygens*, el cual ha servido a su vez para describir ondas etéreas mecánicas, y ahora después de trescientos años, se aplica a la óptica cuántica" (p. 64). Todas estas afirmaciones nos dan una idea de lo importante de la enseñanza de la óptica.

Los profesores que trabajan con óptica, se encuentran a menudo con la limitación de aparatos o dispositivos que les permitan recrear las experiencias de laboratorio necesarias para su comprensión, y si cuentan con ellos, están obsoletos o dañados, limitándose, algunas veces, a un desarrollo de clases magistrales y de no abordarse adecuadamente la enseñanza de la óptica, se puede llegar a crear problemas a nivel metodológico y por ende una enseñanza descontextualizada o una didáctica intuitiva, que se reflejará en ideas erróneas acerca de la leyes de la óptica.

Marín (1997) sugiere que se diseñen actividades de enseñanza que logren desequilibrios y reequilibrios en los esquemas de los estudiantes y que éstas están sujetas a muchas posibilidades, además, en el dominio de la enseñanza de las Ciencias existe la creencia que la experimentación proporciona mayor garantía de aprendizaje, pero

por sí misma la experimentación, si es desarrollada mecánicamente, sin las condiciones de aprendizaje donde se hace interaccionar a los esquemas con los datos empíricos por procesos de asimilación y acomodación, no pasa de la mera curiosidad del fenómeno (MARÍN, 1997, p.53)

Así el experimento será efectivo si se utiliza como una pieza que juega un determinado papel en los procesos de desequilibrio y reequilibrios y se introduce al estudiante en un ambiente de expectativa. Por otro lado,

la formación basada en competencias requiere de la asunción de una nueva inteligencia y racionalidad, que trascienda la parcelación y la fragmentación, con el fin de que aborde la realidad en su multidimensionalidad. (TOBÓN, sf., p.46)

En este sentido, las estrategias didácticas deben estar dirigidas hacia tal fin, integrar en un todo, los significados y construir ese aprendizaje significativo. De esta manera se pueden definir *las competencias* como:

procesos complejos que las personas ponen en acción-actuación-creación, para resolver problemas y realizar actividades,..., aportando a la construcción y transformación de la realidad, para lo cual integran al saber ser, el saber hacer y el saber conocer, teniendo en cuenta los requerimientos específicos del entorno, las necesidades personales y los procesos de incertidumbre, con autonomía intelectual, conciencia crítica, creatividad y espíritu de reto, asumiendo las consecuencias de los actos y buscando el bienestar humano. (TOBÓN, ob. cit. p. 49)

Desde este punto de vista, la enseñanza planteada con el modelo de Marín, se complementa y adecua al tipo de enseñanza

por competencias, pues “las competencias deben ser abordadas desde un dialogo entre tres ejes centrales: (1) las demandas del mercado laboral-empresarial-profesional, (2) los requerimientos de la sociedad, y (3) la gestión de la autorrealización humana desde la construcción y el afianzamiento del proyecto ético de vida”. (Tobón, ob. cit. p. 49). Aunado a esto, la preparación del docente es un punto de crucial importancia para el desarrollo de habilidades en los estudiantes, en el caso particular de esta investigación centrada en la creación de estrategias para docentes en formación, es de fundamental importancia el desarrollo de los tres ejes centrales de las competencias, pues

“Una educación básica de calidad, orientada al desarrollo de las competencias, puede convertirse en una estrategia para formar personas capaces de ejercer los derechos civiles y democráticos del ciudadano contemporáneo, así como participar en un mundo laboral cada vez más intensivo en conocimiento”. (TORRADO, 2000, en TOBÓN, ob. cit. p. 49)

Es de destacar que actualmente la Universidad de Los Andes a través del Programa de Actualización Docente (PAD), presenta una reestructuración curricular basada en competencias como actividades derivadas de la reflexión de numerosas reuniones y documentos, que tratan de responder a las expectativas actuales del entorno.

Método

Se realizó una investigación de campo no experimental, bajo la modalidad de proyecto factible, en fases, a saber, revisión y selección de materiales para la enseñanza de la óptica; selección, diseño de las estrategias, y aplicación del diseño propuesto y análisis de los resultados de la investigación, teniendo como muestra los estudiantes de Educación Mención Física y Matemática que cursaron la asignatura de óptica en los semestres A-2013 y A- 2014.

Para la fase de prueba, se planificaron sesiones de trabajo durante dos semestres consecutivos, donde se presentaron cada una de las actividades de aprendizaje propuestas como una fuente de motivación para posteriores estudios y presentaciones.

Para la recolección de información se recurrió a cuestionarios contentivos de preguntas cerradas con alternativas de respuesta y preguntas abiertas para diagnosticar las dimensiones e indicadores que sentaron las bases para el desarrollo de la propuesta. Por otro lado, para la evaluación y validación se utilizó la escala de estimación, que permitió obtener la información necesaria para la investigación.

En lo concerniente a la evaluación del material didáctico con estudiantes de la carrera de Educación mención Física y Matemática se elaboró un cuestionario con 5 opciones de respuestas. Este cuestionario se aplicó en dos oportunidades, antes y después de la aplicación de las estrategias, además se evaluaron los resultados con al menos 4 meses de diferencia.

Resultados

Se encontró que algunos materiales que sirven de base para las demostraciones experimentales y la elaboración de prácticas de laboratorio estaban dañados o no había disponibles. También se evidencio que el software “El Universo de La Luz” (EULA, 2007) sirve de base fundamental para el desarrollo de esta asignatura, pues cumple con todas las características y requisitos importantes para el desarrollo de las actividades de clase, y fomenta el aprendizaje cooperativo y significativo de los estudiantes. Tomando como base esta información, se procedió a revisar cómo se podían incluir las demostraciones para el desarrollo de las clases de óptica en el NURR, y se comprobaron algunas debilidades que debían ser

reforzadas para presentar a los estudiantes esta asignatura de la manera más atractiva posible.

Al identificar todas las limitaciones para el desarrollo de esta materia, se reconoció que era necesario trabajar las unidades II, III y IV, a saber: la luz y el espectro electromagnético, la propagación de la luz y la óptica geométrica, del programa de óptica de la carrera de educación mención Física y Matemática y actualizar la bibliografía utilizada, pues estas no tienen desarrollo de laboratorios y las demostraciones utilizadas hasta entonces solo eran virtuales.

El diseño instruccional finalmente presentado fue elaborado siguiendo los lineamientos del programa de actualización docente de la Universidad de los Andes, conocido como PAD, donde se propone una actualización curricular de los programas y las carreras que oferta la Universidad y que está sustentado en el desarrollo de actividades de docencia estratégica por competencias. Al presentar el material didáctico, se obtuvo que el mismo permite orientar la enseñanza con la finalidad que los estudiantes obtengan un aprendizaje significativo, y puedan reproducir todas las experiencias demostrativas en otros contextos y que les servirían para que los mismos ejerzan sus carreras profesionales e impartan esas enseñanzas en el nivel inmediato inferior.

Evidencia de ello es que los expertos concordaron, que el material permite el desarrollo cognitivo, psicomotor y afectivo de los estudiantes y presenta una herramienta útil para la enseñanza, pues identifican que la misma ayuda a reconocer las preconcepciones de los estudiantes, mejorando progresivamente los niveles de aprendizaje mediante la vinculación de las distintas disciplinas o áreas, proponiendo una serie de actividades secuenciales adaptadas al nivel de los estudiantes exigiéndoles una participación activa y fomentando la investigación (ver figura 1).

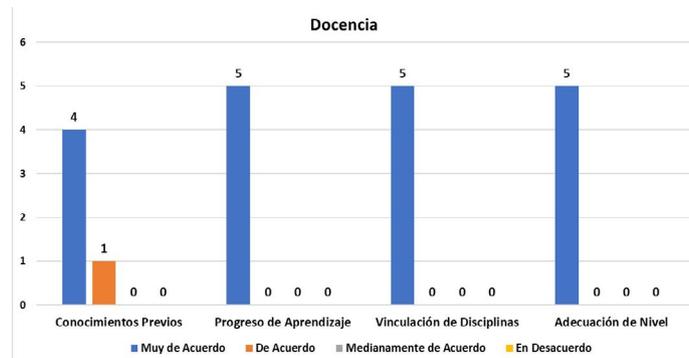


Figura 1: Docencia. Fuente: Autores

En cuanto a los aspectos de enseñanza aprendizaje, se obtuvo que la propuesta de estrategias demostrativas con las actividades propuestas permite el desarrollo cognitivo, psicomotor y afectivo del estudiante, pues al definirse los logros a alcanzar el estudiante va orientando su aprendizaje hacia las metas pautadas, en este caso, hacia el desarrollo de las competencias, evolucionando su aprendizaje de manera significativa y vinculando las distintas disciplinas.

Con el desarrollo de las distintas actividades propuestas (figura 2), el estudiante puede ir reflexionando acerca de los procesos de enseñanza en los que está involucrado con la finalidad de ir evolucionando hacia nuevos niveles de aprendizaje cada vez más especializado, y planteando nuevos problemas y ejemplos; además que participará activamente en su proceso de enseñanza aprendizaje.

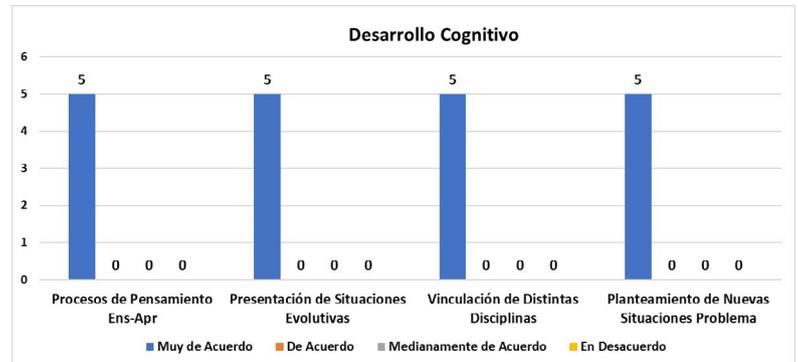


Figura 2: Desarrollo cognitivo. Fuente: Autores.

Al conocer los estudiantes las metas propuestas, buscan los recursos que le permitan facilitar el aprendizaje, utilizando diversas herramientas, estimulando el pensamiento creativo y reflexionando sobre los procesos involucrados en su enseñanza, fomentando el trabajo cooperativo, planteando nuevos caminos para cumplir con las competencias propuestas y proporcionando ayuda a sus compañeros. En líneas generales, el trabajo propuesto cumple según los expertos con las estrategias pertinentes para el logro del aprendizaje significativo, pues se evidencia que la misma ayudará a establecer relaciones entre los conocimientos obtenidos y pone un mayor énfasis sobre la ejecución de las actividades de aprendizaje y la aparición progresiva de interrelaciones de alto nivel cognitivo, psicomotor y afectivo en los esquemas mentales de los participantes.

Análisis de la aplicación de la propuesta

Una de las limitantes encontradas en la investigación (Figura 3) es que los estudiantes de Educación, mención Física y Matemática, tienen un conocimiento escaso sobre las ecuaciones diferenciales para el tratamiento de las ondas, tal y como se muestra

en el gráfico señalado, pues 75% manifestó no haber estudiado ecuaciones diferenciales, por lo cual les genera un poco de incertidumbre y apatía hacia los desarrollos matemáticos implicados en la asignatura. Aunado a esto, se descubrió que los conocimientos sobre electricidad y magnetismo habían sido estudiados solo desde la perspectiva teórica sin ningún desarrollo experimental, basado en cálculo y no en el análisis profundo y conceptual que como docentes en formación debieron realizar.

En cuanto a los conocimientos relacionados con la asignatura, el 68% manifestaron las creencias que poseían, y algunos estudiantes mostraron poco entusiasmo por conocer sobre la asignatura. La mayoría de los encuestados acertó en que la óptica está relacionada con “los lentes” y algunos hicieron mención sobre las fibras ópticas, sin realmente conocer qué es una fibra óptica.

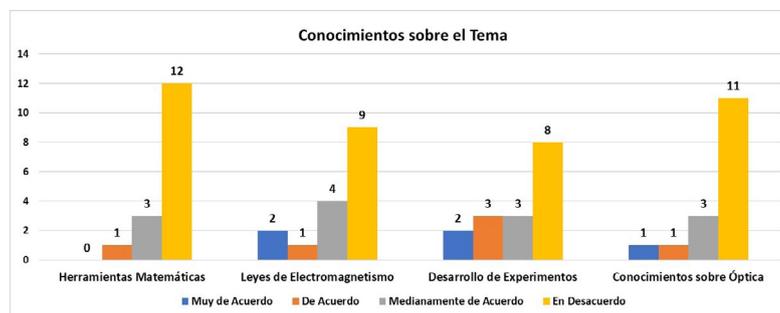


Figura 3: Conocimientos previos necesarios para el desarrollo de la asignatura óptica. Fuente: Autores.

Después de la aplicación de las estrategias y demostraciones experimentales para la enseñanza de la asignatura según lo planificado, se encontró que los estudiantes mostraron interés proponiendo nuevas formas de abordar los temas y presentando sus exposiciones de manera detallada, haciendo uso de las matemáticas necesarias para tal fin (Figura 4).

El uso de los artículos de la Revista Temas de Investigación y Ciencia, fue un aliado importante a la hora de la motivación por los temas a tratar en la asignatura, por otro lado, la reproducción del experimento crucis de Newton para la dispersión de la luz, resultó de gran interés por los estudiantes quienes intentaron de varias formas obtener los mismos resultados. Las experiencias con el color y la adición de colores los llevaron a mostrarse fascinados por la clase, recordando ideas y experiencias anteriores.

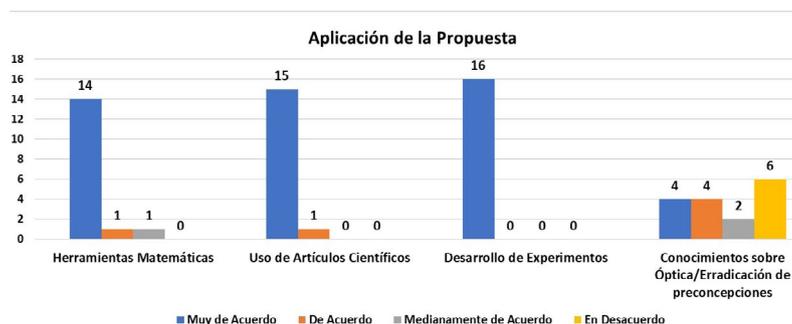


Figura 4 - Aplicación de la propuesta. Fuente: Autores.

Aunque lo ideal de esta investigación era eliminar todas las preconcepciones de los estudiantes a través de la asimilación y acomodación de la nueva información, se encontró que es necesario reforzar la parte de la Naturaleza dual de la luz, ya que al finalizar todas las actividades casi un 35% de los participantes manifestaron no entender lo que significa.

También hay que destacar, que el conocimiento de las ondas electromagnéticas por parte de los estudiantes era vago e impreciso, y un 25% de los encuestados después de las sesiones de clases, aún no comprendían las implicaciones a la salud que puede tener la exposición a las radiaciones electromagnéticas. Otro punto de importancia, fue la explicación de la interacción de la luz con la materia, y sus manifestaciones. Fue necesario, recurrir a

varias fuentes documentales con la finalidad de aclarar este punto. La unidad referida a la propagación de la luz, les dio como un “descanso” pues los mismos manifestaron tener más confianza por conocer los procesos de cálculo en la resolución de problemas, al igual que con la óptica geométrica, que además tenía el agregado de la creación de prototipos experimentales, resultando satisfactorio para los participantes evidenciándose el surgimiento de ideas más elaboradas y una autoevaluación objetiva.

Consideraciones finales

Después de haber analizado el proceso de enseñanza de la óptica y debido a la importancia que representa los temas ahí tratados en la formación del docente de Física, se hizo necesario la actualización de la bibliografía y algunas estrategias que permitieran acercar más a los estudiantes a desarrollar contenidos con carga científica acorde a su nivel cognoscitivo.

La planificación a través del enfoque por competencias, ayuda al docente a trabajar herramientas para lograr que sus estudiantes alcancen un aprendizaje significativo, y tener un mejor registro de sus avances. Aunque parece en primer momento un arduo trabajo, facilita la escogencia de instrumentos de evaluación y fomentan la motivación al logro y al aprendizaje.

Se desea que los estudiantes de Educación Mención Física y Matemática adquieran destrezas en la construcción de prototipos y demostraciones experimentales para favorecer su actuación profesional en el medio donde se van a desenvolver como docentes, y que no vean la falta de instrumentos especializados en los laboratorios como una limitante a la hora de realizar experimentos y prácticas de laboratorio.

Referencias

- GIL, Salvador. Nuevas tecnologías en la enseñanza de la física oportunidades y desafíos. *In Memorias VI Conferencia Interamericana sobre Educación en la Física*. 1997. p. 13-15.
- HECHT, E. *Óptica*. Madrid: Addison Wesley, 1977.
- LOBO, H. Software Educativo para la Enseñanza de la Óptica. *Tesis de Maestría*. Maracaibo: Universidad del Zulia, 2007.
- MARÍN, N. *Fundamentos de Didáctica de las Ciencias Experimentales*. España: Universidad de Almería. 1997.
- POLANCO, Y. La epistemología de la complejidad como recurso para la educación. *Revista Ciencias de la Educación*, 2006, v.1, n. 27, p. 179-188.
- RIVEROS, H., JIMÉNEZ, E., y RIVEROS D. *Cómo mejorar mi clase de Física: nivel medio superior*. México: Trillas. 2004
- TOBÓN, S. *Formación basada en competencias*. 2a. ed. España: ECOE Ediciones, S.f.
- TREFIL, J. *El panorama inesperado: la naturaleza vista por un físico*. Barcelona: Salvat Editores S. A. 1986
- CASTRO, Pablo V.; CASTRO, Rolando V. Características del proceso de enseñanza-aprendizaje de la física en las condiciones contemporáneas. *Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas*, 1999, vol. 17, no 3, p. 521-531.



Rosangela Carmona Pérez
Mariela Sarmiento Santana

**Movrectun:
una herramienta virtual
para mejorar
la enseñanza-aprendizaje
del movimiento
retilíneo Uniforme**

DOI: 10.31560/pimentacultural/2019.652.76-91



Resumen:

Se desarrolla una herramienta virtual para la enseñanza-aprendizaje del Movimiento rectilíneo uniforme (MRU). El estudio sigue una metodología de investigación mixta con diseño de campo no experimental, implementada en cuatro fases. Se realizó un muestreo aleatorio estratificado según la fase de investigación. Entre los resultados del estudio sobresalen que los estudiantes presentaron dificultades en Cinemática y Dinámica, la mayoría de los docentes hicieron poco o ningún uso del laboratorio y ninguno utilizó un software educativo.

Palabras-clave:

MRU; didáctica de la Física; software educativo; Interactive Physics.

Introducción

Actualmente, nos encontramos en un constante devenir de cambios, económicos, políticos, sociales y tecnológicos, los cuales nos invitan a ser copartícipes en las exigencias que emanan de cada uno de ellos, en especial en los relativos a la educación, siendo la tecnología una herramienta muy útil en la enseñanza-aprendizaje, no sólo de la Física sino también de otras disciplinas (CAPUANO, 2011; GIL, 1997). Así, nos encontramos con software de simulación que facilita la enseñanza de la Física en las instituciones que no cuentan con instrumentos o materiales de laboratorio para practicar en forma amena, por ejemplo, la representación de los sistemas planetarios que plantea Kepler (BOHIGAS; JAÉN; NOVELL, 2003).

El software de simulación permite la visualización de diversos fenómenos, modelos físicos, conceptos abstractos y mundos hipotéticos (la paradoja de los gemelos), lo cual facilita su comprensión. Además, se trabaja el fenómeno o sistema físico en forma interactiva, se facilita su explicación y se predice su comportamiento.

Existen numerosas investigaciones acerca del uso de las TIC en la enseñanza que arrojan buenos resultados e impactan el campo educativo (GÓMEZ, CONTRERAS, GUTIÉRREZ, 2016; ARRIETA, DELGADO, 2006; GIL, 1997; ROJANO, 2003) entre otros. Se les considera beneficiosas para el aprendiz, porque entre otras cosas, puede visualizar aspectos del fenómeno, imposibles sólo con lápiz y papel, y predecir qué ocurrirá a medida que introduce cambios en las magnitudes del sistema físico.

El uso de software o programas de simulación permite al docente el diseño de actividades prácticas a través de laboratorios virtuales. También los alumnos pueden trabajar desde cualquier computador y las prácticas que realicen serán muy similares a las realizadas en un laboratorio tradicional, con la ventaja que

los laboratorios virtuales permiten la participación de un mayor número de usuarios. En cambio, los laboratorios tradicionales, por lo general, no cuentan con los recursos necesarios y su espacio es restringido (ROJANO, 2005). Uno de estos programas educativos es el *Interactive Physics* (ver la Figura 1), que permite al estudiante observar, descubrir y explorar el mundo de la Física a través de simulaciones sencillas y visualizaciones atractivas. Así el estudiante observa algunos conceptos abstractos y puede comprenderlos de forma activa porque modifica algunas variables y de inmediato observa cómo se comporta el fenómeno en estudio.

Tanto el estudiante como el docente pueden crear fácilmente cualquier modelo o simulación de fenómenos cotidianos ya que no requiere de programación alguna porque cuenta con una amplia selección de controles, parámetros, objetos, ambientes y componentes. Se pueden agregar objetos, resortes, articulaciones, sogas y amortiguadores; simular el contacto, las colisiones y la fricción; alterar la gravedad y la resistencia del aire; así como medir la velocidad, la aceleración y la energía de los objetos. Todas estas características hacen de este programa una herramienta ideal para el aprendizaje de la Física.

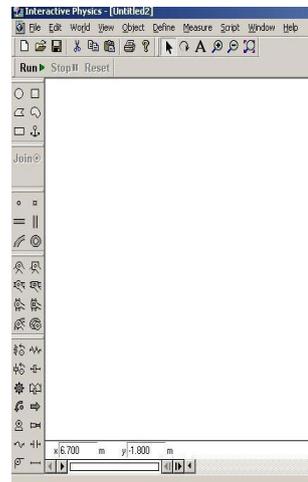


Figura 1: Interfaz del software *Interactive Physics*. Fuente: Captura de pantalla.

El Problema

Hoy en día, a pesar de los esfuerzos realizados por docentes y grupos de investigadores, encontramos con frecuencia bajo interés por parte de los jóvenes hacia el estudio de las Ciencias, a esto le agregamos que los pensum en Venezuela tienen más de una década desde su última actualización y en el aula se sigue un esquema de enseñanza tradicional, en particular en la enseñanza de Física (FUENTES, URBINA, GUTIERREZ, *et al.*, 2013; TORRES, 2010), diferente a lo que hacen los físicos en el mundo (VILLARREAL, LOBO, GUTIÉRREZ, *et al.*, 2005), es decir, la Física se viene enseñando descontextualizada, su evaluación práctica suele utilizar año a año las mismas separatas de ejercicios, es escaso el trabajo en el laboratorio, la resolución de problemas se realiza con lápiz y papel, entre otros aspectos.

Debido a que el ejercicio de la práctica docente suele desligarse de los métodos de enseñanza que actualmente brinda la didáctica de la Ciencia, se requiere introducir cambios que den respuestas a las necesidades del entorno o mínimo despierten la curiosidad de los estudiantes y esto puede motivarse con el trabajo en el laboratorio, pensado no sólo como apoyo a las clases teóricas, sino más bien como estrategia didáctica donde la observación de fenómenos cotidianos los ayude a plantear y resolver problemas y a la vez les permita comprobar sus conocimientos previos, con lo cual se favorece el aprendizaje de las Ciencias.

Debemos comenzar por elaborar guías prácticas de laboratorio cónsonas con investigaciones recientes, que sean contextualizadas y que se adapten a los materiales de que se disponen, bien sea en un laboratorio físico o virtual. Y considerar que la mayoría de los estudiantes, bien sea de educación media general o universitaria, catalogan a la Física como una asignatura tediosa, difícil de estudiar

y comprender (FUENTES *et al.*, 2013), debido a que su práctica educativa se apoya en las concepciones que tiene el docente sobre la enseñanza de esta ciencia y en la creencia cultural errónea sobre su nivel de dificultad. Además, esta mala interpretación se pasa de generación en generación persistiendo con el tiempo. De ahí que el aprendizaje de la Física sea un problema latente en la educación venezolana, porque se ha convertido en un proceso memorístico, mecánico y poco significativo, donde el docente y el estudiante asumen distintos roles: activo el primero y pasivo el segundo.

Son muchos los factores que propician esta situación, entre ellos tenemos: la falta de concentración debido a diferentes factores como el uso de celulares en clase, la carencia de recursos y herramientas necesarios para el logro del aprendizaje (laboratorios, software de simulación, elaboración de prácticas acorde al nivel de razonamiento y a lo que acontece en la actualidad, entre otras), la falta de inclinación hacia el estudio de la Ciencia, así como sus temores y ansiedades hacia ella, entre otros. (POZO; GÓMEZ, 2000).

El enseñar Ciencias se ha convertido para los docentes en una tarea frustrante (POZO; GÓMEZ, 2000), debido al poco éxito que alcanzan los aprendices en su comprensión, a pesar de los esfuerzos que ellos han realizado, entre las dificultades señaladas por Campanario y Moya (1999, p. 179) tenemos: “la estructura lógica de los contenidos conceptuales, el nivel de exigencia formal de los mismos y la influencia de los conocimientos previos y preconcepciones del alumno”. Otros inconvenientes que se observan es que los docentes no tienen una formación acorde al nivel que atienden (algunos son ingenieros, licenciados en Educación integral, entre otros), su poca actualización, la falta de recursos, pocos incentivos, entre otros.

En virtud de lo anterior, la presente investigación tuvo como propósito general desarrollar un material didáctico para la enseñanza-aprendizaje del movimiento rectilíneo uniforme (MRU) apoyado en el Interactive Physics.

Metodología

La metodología que se utilizó sigue los lineamientos de una investigación mixta (cuali-cuantitativa) con diseño de campo no experimental. Esta investigación se desarrolló en cuatro fases: la primera es la fase de diagnóstico en la cual se recabó información para identificar la problemática planteada en un aula universitaria de Física, la segunda fase fue de planificación y se diseñó una herramienta didáctica formada por simulaciones para ser trabajadas con el software *Interactive Physics*, en la tercera fase de ejecución se realizó una clase práctica con la herramienta virtual ya que el docente impartió las clases teóricas. En la última fase referida a la evaluación se procedió a evaluar los materiales, procesos y resultados.

Para recoger la información se realizó un muestreo aleatorio estratificado. En la fase de diagnóstico hubo cuatro estratos: *Estrato 1*, se encuesta a once docentes que impartían la asignatura de Física I en la carrera de Ingeniería de todas las universidades del estado Trujillo. *Estrato 2*, se entrevista a cuatro docentes de Física I del Núcleo Universitario "Rafael Rangel" de la Universidad de Los Andes en Trujillo y se entrevista a cinco estudiantes escogidos al azar del curso de Física I de la carrera de Ingeniería (semestre A y semestre Intensivo del año 2014). *Estrato 3*, se hacen observaciones de tipo no participante a un docente y sus sesenta estudiantes de Física I de la carrera de Ingeniería. *Estrato 4*, se aplicó un test a treinta y siete estudiantes para identificar las debilidades que tenían sobre el MRU. En la fase de ejecución se utilizó la técnica de observación participante y grabaciones en video con la muestra del Estrato 4 y en la fase de evaluación se diseñó una entrevista no estructurada donde al azar diez estudiantes, *Estrato 5*, calificaron la herramienta virtual y también se evaluaron sus conocimientos con la simulación 5 'semestre B, años 2014-2015'.

Propuesta Didáctica

En la fase de planificación se diseñó una herramienta virtual denominada MOVRECTUN cuyo propósito general fue fortalecer el proceso de enseñanza y aprendizaje del MRU mediante el uso de simulaciones con el programa Interactive Physics. Para el logro de este propósito se planteó:

1. Reforzar los conceptos dados en clase teórica, por el docente de Física I, mediante situaciones de la vida cotidiana.
2. Identificar los conceptos inmersos en el tema del MRU pertenecientes a la unidad de Cinemática.
3. Analizar situaciones de la vida diaria.

El diseño de este material didáctico se basó en las necesidades sentidas y manifiestas por parte de docentes y estudiantes con respecto a la enseñanza y aprendizaje del MRU (fase de diagnóstico), consideró las características del Interactive Physics con el cual se implementaría y los tres momentos de la clase (inicio, desarrollo y cierre), porque incluye teoría, práctica y evaluación del MRU.

Para su diseño tomamos como referencia los modelos de enseñanza por investigación, recepción significativa y cambio conceptual; y además seguimos las indicaciones de Moreira (2003) quien señala que los materiales electrónicos deben tener una interfase atractiva e intuitiva, ser flexibles e interactivos y proponer la realización de actividades. Así, se consideraron los conocimientos previos para realizarlos (teóricos y las fórmulas involucradas), se diseñó una lista de problemas, se incluyeron detalles de cada simulación y una autoevaluación.

Luego se realizó un taller donde se explicó el uso del software con una guía (SCHWARZ; ERTEL, 2003), seguidamente

se procedió a trabajar con la herramienta didáctica MOVRECTUN diseñada para el estudio del MRU. Esto se explica posteriormente en la Fase de Ejecución.

Análisis de los resultados

1. Fase de Diagnóstico

Estudios realizados por Elizondo (2013) señalan que las deficiencias que presentan los estudiantes en Física se deben a la baja comprensión de los conceptos matemáticos que se encuentran inmersos en los enunciados de los problemas de Física y a las dificultades propias del proceso de enseñanza y aprendizaje de esta ciencia. Por lo cual deben tomarse en cuenta las estructuras matemáticas que se encuentran inmersas en los fenómenos físicos, ya que éstas les permitirán a los estudiantes modelar estos fenómenos permitiendo así su visualización, con lo cual se les facilitaría la comprensión de los mismos (GARCÍA; BRICEÑO, 2012). También hallamos, en datos recogidos en un cuestionario, que la mayoría de los estudiantes confunden las cantidades escalares y vectoriales, ver la figura 2.

<p>4.- La rapidez es una magnitud:</p> <p>a) Vectorial (x)</p> <p>b) Escalar ()</p> <p>c) Compuesta ()</p> <p>d) Simple ()</p>	<p>5.- El desplazamiento es una magnitud:</p> <p>a) Vectorial ()</p> <p>b) Escalar (x)</p> <p>c) Compuesta (x)</p> <p>d) Simple ()</p>
---	--

Figura 2: Confusión en el tipo de magnitud. Fuente: Autores.

Por otro lado, se observó en las clases de Física I que los estudiantes no prestaban atención debido a diversos distractores como uso de celulares, juegos de cartas, conversaciones en temas ajenos a la asignatura o algunos dormitan en clase. Todas estas situaciones, que se muestran en la figura 3.



Figura 3: Distractores en clase. Fuente: Autores.

Se pudo observar que los alumnos presentaban dificultades en los temas de Cinemática y Dinámica, el uso del laboratorio fue limitado por parte de la mayoría de los docentes, las guías prácticas eran obsoletas y ningún profesor utilizó software educativo en sus clases de Física. Por estas razones y en pro de la inclusión de las TIC en la enseñanza y aprendizaje del MRU se decidió diseñar la herramienta virtual MOVRECTUN.

Esta herramienta virtual fue elaborada haciendo énfasis en la parte práctica de la enseñanza aprendizaje del MRU (debido a la escasez de guías prácticas para este tema). Además, con este material se introduce el movimiento rectilíneo uniformemente variado (MRUV).

La herramienta virtual está conformada por cinco simulaciones cuatro de ellas quedan propuestas para la enseñanza aprendizaje del MRU, modificadas de (SCHWARZ; ERTEL, 2003) y la última, diseñada por la investigadora, posee ejercicios clave para la evaluación del mismo.

2. Fase de Ejecución

Esta fase nos permitió indagar sobre el desenvolvimiento de los alumnos con MOVRECTUN.

Se trabajó con dos grupos de estudiantes, organizados en pareja debido a la cantidad de computadoras disponibles. Se desarrolló el taller en forma intensiva (2 h y 30 min, con cada grupo), para poderlo incluir dentro de la programación del docente P4 encargado del curso Física I en un semestre intensivo (semestre I-2014) con la finalidad de hacer un repaso de la parte teórica del MRU (ya dictada por P4 en su clase teórica en el aula regular de clases) y realizar ejercicios prácticos incluidos en 5 guías, que hemos llamado Simulaciones, con la ayuda del software *Interactive Physics*.

Los datos obtenidos durante la aplicación de la herramienta virtual, a partir de las opiniones de los estudiantes y las observaciones realizadas fueron los siguientes:

- Los estudiantes mostraron agrado por la actividad y se desenvolvieron muy bien en el manejo del software *Interactive Physics*, sólo un estudiante manifestó que se le dificultaba el uso del computador.
- La mayoría de los estudiantes comprendieron los conceptos inmersos en el tema de estudio pues 27 de 37 estudiantes acertaron en cada una de sus respuestas. Pocas fueron las parejas que presentaron dudas en algunos conceptos involucrados en los ejercicios realizados.
- Con la herramienta virtual MOVRECTUN se logró el diálogo entre los estudiantes permitiéndoles así un intercambio de ideas cuando analizaban el fenómeno físico en estudio.

3. Fase de Evaluación

Las opiniones de los estudiantes fueron favorables tanto para el material como para el proceso, señalando que comprendían mejor los conceptos tratados en el aula de clases de Física I con MOVRECTUN ya que podían ver lo que ocurría en un ambiente similar al mundo real y que con sólo la aplicación de fórmulas no lograban comprender. Además, indicaron que les gustaría que todas las clases fueran de esta manera porque serían más dinámicas y explicativas con la manipulación de simulaciones que sólo con la teoría (Figura 4).

E2E2: "muy cómoda toda la actividad y la atención muy buena, todo muy cómodo (¿siente que comprendió el tema de movimiento rectilíneo uniforme? ¿Con cuál comprendió más el tema, con las clases que le da el profesor o con el simulador?) La actividad es mucho más práctica, más dinámica, se tiende a comprender un poco más el tema viendo todo lo que son los videos, se capta, se analiza un poco más rápido"

E2E3 "me pareció muy chévere porque más que todo es muy explicativo y sencillo en comparación con las clases toda la explicación que hace el profesor, me parece más correcto, más educativo (¿Comprende mejor el tema con el programa que con la clase?) Sí, se comprende mucho, o sea comprendí muchas cosas con mi amigo que no sabíamos, me pareció muy bien"

Figura 4: Opiniones acerca del taller. Fuente: Autores.

Conclusiones

Las conclusiones que se exponen a continuación están organizadas considerando las dimensiones que estructuraban los dos cuestionarios, las dos entrevistas a los estudiantes, la entrevista a los docentes, las observaciones en las clases de Física I,

el test a los estudiantes, así como la evaluación de la herramienta virtual, y se guían con los propósitos específicos formulados en la presente investigación.

Enseñanza y aprendizaje de la Física.

- Los sujetos participantes en la investigación se desempeñan como profesores de Física en la carrera de Ingeniería en el estado Trujillo. Sus acciones didácticas siguen el esquema: explicaciones del profesor (teóricas: leyes, definiciones y fórmulas), ejemplos dados por el docente y resolución de ejercicios por los estudiantes. Por ende, la práctica docente se desarrolla más de modo tradicional que de acuerdo a las tendencias actuales que proceden de enfoques cognitivo-constructivistas. Son pocos los docentes que hacen, eventualmente, uso de estrategias innovadoras como son los mapas mentales, presentaciones audiovisuales (con la ayuda del Power Point), planteamiento de experiencias de la vida cotidiana, mientras la mayoría realiza resolución de problemas con guías prácticas, de elaboración propia, que contienen ejercicios extraídos de un libro determinado. Además, la mayoría de los docentes no suelen hacer uso del laboratorio físico (pocos lo hacen 2 a 7 veces durante el semestre) y menos del virtual en las clases de Física I.

- Las estrategias de enseñanza que desarrollan les permiten la mediación docente a través de exposiciones magistrales con el uso de la pizarra y con énfasis en el desarrollo de competencias relativas, exclusivamente, al dominio de contenidos teóricos y cálculos.

- Hay poca innovación en la praxis docente, no se utilizan recursos de enseñanza distintos al pizarrón (en pocas ocasiones se usa el video beam), no se realizan preguntas adecuadas al estudiante que les permitan obtener información sobre sus conoci-

mientos previos, no se usan TIC, entre otros; y se promueve la falta de interés de los estudiantes por el estudio de las ciencias.

- La actividad docente tiende a centrarse en la presentación de una base de ideas descontextualizadas y desarrollo de destrezas. No hay reflexión sobre ellas antes de aplicarlas y los estudiantes se confunden dentro de ese universo de ideas y fórmulas por ello no comprenden lo que estudia la Dinámica de lo que estudia la Cinemática.

- Los estudiantes pierden rápidamente la motivación hacia el estudio de Física.

Herramientas virtuales para la enseñanza y aprendizaje de la Física

- Los docentes no suelen utilizar en las clases de Física materiales didáctico-electrónicos como los software de simulación, el único recurso multimedia que utilizan son presentaciones en Power Point, esto se debe a la falta de tiempo para diseñarlos o al desconocimiento del manejo de estos materiales por parte del docente.

- El uso de software de simulación resulta favorable para el aprendizaje de la Física ya que permite al estudiante su manipulación (agregar valores, control del tiempo en la simulación, entre otros), lo que le permite hacer un estudio más detallado del tema a trabajar en clase, además simula lo que acontece en algunos fenómenos de la vida diaria por lo que le da el toque de realismo y lo acerca al fenómeno físico a estudiar. Pero estos softwares necesitan del diseño de actividades que se puedan realizar con sus elementos (menús, botones, barras, objetos, entre otros) y es allí donde el docente, conocedor del método científico y la didáctica de su área, juega un papel importante y determinante para mejorar la enseñanza aprendizaje de la Física.

- Los docentes participantes en esta investigación (docentes del NURR) no utilizan laboratorios virtuales (e-laboratorios) en la enseñanza de Física I, aunque ellos permiten la realización de actividades sin necesidad de que el docente esté presente físicamente, su presencia se pondría en evidencia cuando diseña esas actividades o da las orientaciones en forma remota. Los e-laboratorios son un sistema de apoyo a la enseñanza y aprendizaje de materias con una componente práctica y son de gran utilidad cuando los laboratorios tradicionales presentan déficit en personal, espacios, equipos o materiales.

Referencias

ARRIETA, X.; DELGADO, M. Tecnologías de la información en la enseñanza de la Física de educación básica. *Revista Venezolana de Información, Tecnología y Conocimiento*, v. 3, n. 1, p. 63-76. 2006.

BOHIGAS, X.; JAÉN, X.; NOVELL, M. Innovaciones Didácticas: Applets en la Enseñanza de la Física. *Enseñanza de las Ciencias*, v. 21, n. 3, 463-472. 2003. Disponible en: <http://www.raco.cat/index.php/ensenanza/article/viewFile/21951/21785>. Accedido en: 25 de junio de 2014.

CAMPANARIO, J. M.; MOYA, A. ¿Cómo enseñar Ciencias? Principales tendencias y propuestas. *Enseñanza de las Ciencias*, v. 17, n. 2, p. 179-192. 1999.

CAPUANO, V. El uso de las TIC en la enseñanza de las Ciencias Naturales. *Virtualidad, Educación y Ciencia*, [S.l.], v. 2, n. 2, p. 79-88, Jul. 2011. ISSN 1853-6530. Disponible en: <https://revistas.unc.edu.ar/index.php/vesc/article/view/335/334>. Accedido en: 25 de junio de 2014.

ELIZONDO, M. Dificultades en el proceso enseñanza-aprendizaje de la Física. *Revista Presencia Universitaria*, v. 3 n. 5, 2013. Disponible en: http://eprints.uanl.mx/3768/1/Dificultades_en_el_proceso_ense%C3%B1anza_aprendizaje_de_la_F%C3%ADsica.pdf. Accedido en: 27 de junio de 2014.

FUENTES E., URBINA S., GUTIERREZ G., SARMIENTO, M. y LOBO, H. Estrategias de enseñanza en el laboratorio de física (caso: estudiantes de los liceos bolivarianos “Rafael María Urrecheaga” de Pampán y Juan Antonio Román Valecillos de Carache, del estado Trujillo). *Revista Electrónica Quimera*, v. 1, n. 1, p. 63-66. 2013. Disponible en <http://erevistas.saber.ula.ve/index.php/requimera/issue/view/369/>. Accedido en: 12 de junio de 2014.

GARCÍA, L.; BRICEÑO, M. El lenguaje matemático como competencia necesaria para la enseñanza y el aprendizaje de la Física. In BADILLO, E., GARCÍA, L.; MARBA, A.; BRICEÑO, M. (Coords.), *El desarrollo de competencias en la clase de Ciencias y Matemáticas (105-139)*. Mérida: Servicio de Publicaciones de la Universidad de los Andes. 2012.

GIL, S. Nuevas tecnologías en la enseñanza de la Física oportunidades y desafíos. *Educación en Ciencias*, v. 1, n. 2, p. 1-10. 1997. Disponible en: http://www.df.uba.ar/users/sgil/public_sgil/papers_sgil/Docencia/nuevas_tec_LaFalda97.pdf. Accedido en: 8 de junio de 2014.

MOREIRA, M. De los Webs Educativos al material didáctico WEB. *Comunicación y Pedagogía*, n. 188, p. 32-38. 2003. Disponible en: http://201.151.86.184/cete/snovo/pdf_investigaciones/de_los_webs_educativos.pdf. Accedido en: 25 de junio de 2014.

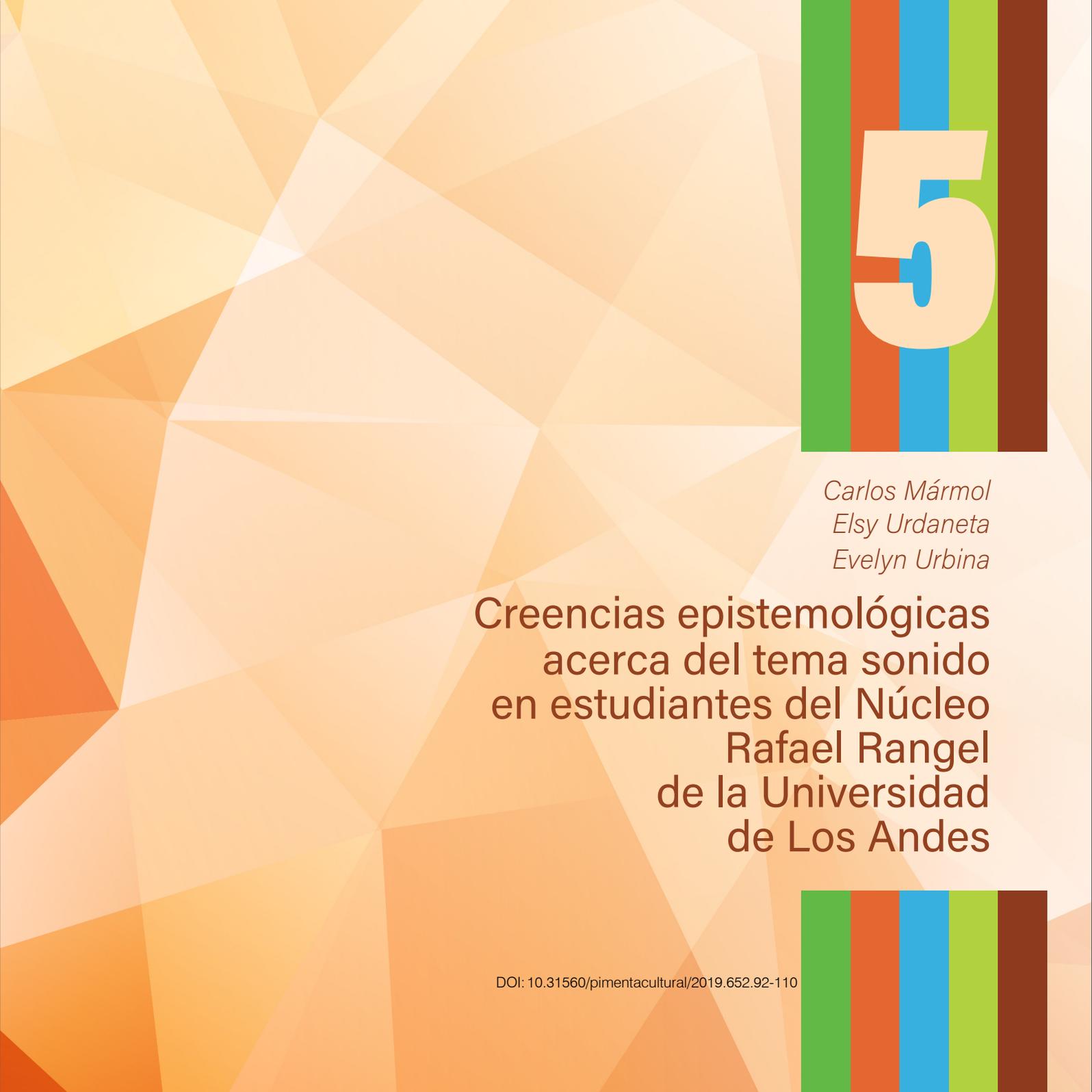
POZO, J. I.; GÓMEZ, M. A. *Aprender y enseñar ciencia*. 2da ed. Madrid: Morata. 2000.

ROJANO, T. Incorporación de entornos tecnológicos de aprendizaje a la cultura escolar: proyecto de innovación educativa en matemáticas y ciencias en escuelas secundarias públicas de México. *Revista Iberoamericana de Educación*, n. 33, p. 135-165. 2003. Disponible en: <http://www.rieoei.org/rie33a07.pdf>. Accedido en: 5 de mayo de 2014.

SCHWARZ, C.; ERTEL, J. *Interactive Physics*. Workbook. 2nd Edition. USA. 2003.

TORRES, M. La enseñanza tradicional de las ciencias versus las nuevas tecnologías. *Revista Electrónica Educare*, v. 14, n. 1, p. 131-142. 2010. Disponible en <https://revistas.una.ac.cr/index.php/EDUCARE/article/view/1515>. Accedido en: 6 de mayo de 2014.

VILLARREAL, M.; LOBO, H.; GUTIÉRREZ, G.; BRICEÑO, J.; ROSARIO, J.; DÍAZ, J. La Enseñanza de la Física frente al Nuevo Milenio. *Revista ACADEMIA*, v. 21, n. 3, p. 463-472. 2005. Disponible en: <http://www.saber.ula.ve/bitstream/123456789/16941/2/articulo1.pdf>. Accedido en: 5 de mayo de 2014.



5

Carlos Mármol
Elsy Urdaneta
Evelyn Urbina

Creencias epistemológicas
acerca del tema sonido
en estudiantes del Núcleo
Rafael Rangel
de la Universidad
de Los Andes

DOI: 10.31560/pimentacultural/2019.652.92-110

Resumen

El siguiente artículo tiene como propósito presentar las creencias epistemológicas que tienen los estudiantes de la asignatura física básica acerca del tema Sonido. En el estudio participaron 26 estudiantes del Núcleo Universitario Rafael Rangel de la Universidad de los Andes (NURR-ULA). La investigación es de campo, de tipo cuantitativa y con fines descriptivos. Los resultados obtenidos evidencian que, en el grupo de informantes, los conocimientos básicos existentes acerca del tema son concebidos de manera aislada, sin vincularlos con otros conocimientos y su respectiva utilidad en el contexto cotidiano, lo cual representa una deficiencia conceptual significativa, siendo un referente teórico importante a considerar por los docentes al momento de planificar e impartir esta asignatura.

Palabras Claves

Sonido, Creencias, Conocimientos.

Introducción

En los últimos años, la didáctica de las ciencias viene experimentando constantes cambios, requiriendo de profesionales con un alto nivel de preparación para responder a las exigencias actuales y ayudar así, al desarrollo del país y sus ciudadanos. En este sentido, Villarreal y otros (2005) señalan que resulta imprescindible para un profesor de física, conocer los problemas a los que se enfrenta su enseñanza y los resultados que en este campo se van logrando, con miras a hacer más eficiente su actividad docente.

Como consecuencia han venido surgiendo muchas ideas que se plantean como posibles soluciones a diferentes dificultades presentes dentro del proceso de la enseñanza y aprendizaje en las ciencias, en específico en el caso de la física. En este sentido, cabe señalar que, en las últimas décadas, en la región, se han venido trabajando y desarrollando nuevas propuestas didácticas cuya finalidad es proponer alternativas que impulsen la utilización de métodos, herramientas y técnicas innovadoras que permitan al docente avanzar hacia uso de enfoques educativos que den respuesta a los retos involucrados en la enseñanza de calidad de la ciencia, buscando hacer que el proceso de aprender física sea más trascendente.

Los estudios diagnósticos son de gran utilidad para indagar debilidades conceptuales de los estudiantes, expresadas en las creencias epistemológicas que puedan tener acerca de un fenómeno físico. En este sentido cabe señalar las apreciaciones que en relación a lo planteado hacen Ausubel, Moreira, Campanario y Otero (citados por Nava y otros 2008), en donde se resalta el hecho de que un individuo no tiene su mente como una hoja en blanco, sino que, por el contrario, a medida que este tiene capacidad de captar y guardar información de un determinado tema, esta funge como un punto de partida o de inicio para la construcción de nuevos

conocimientos. Por ello, esta investigación cobra un gran interés, ya que tiene como propósito determinar las creencias epistemológicas de estudiantes universitarios de física básica con relación a los conceptos básicos sobre el fenómeno del sonido y la emisión de radio difusión.

Los aspectos relativos a la radio difusión, desde la perspectiva de Young y Freedman (2009), guardan relación con todos los conceptos básicos referentes a las ondas (que para efectos de esta investigación serán consideradas sonoras), las cuales por sus características son ondas longitudinales y usualmente involucradas en muchos fenómenos físicos que ocurren en nuestra vida diaria.

Concepción inicial sobre el sonido

Desde la antigüedad hasta nuestros días se ha concebido la estrecha relación que existe entre sonido y el concepto de onda. Aristóteles es el primero en aportar una idea al respecto, cuando afirma que el movimiento del aire se genera por una fuente, moviéndose hacia delante para que las ondas sonoras se propaguen hasta donde la perturbación en el aire sea sostenible.

Por su parte, en relación al sonido existe a lo largo de la línea histórica, el aporte que Galileo realiza al respecto y que representa una contribución interesante. Galileo, mediante una demostración, evidenció que a las ondas sonoras se le asocia lo que se conoce como tono. Logró este descubrimiento raspando un cincel en un plato hecho con latón, produciendo así un chillido. Galileo estableció una relación entre el espacio causado por las ranuras del cincel y el chillido ocasionado.

Posteriormente, en el año 1640, Mersenne determina por primera vez la velocidad del sonido en el aire, cuando logró medir el

retorno de un eco. La medición realizada por él tuvo menos de un 10% de error, lo que sin duda representaba para la época un logro bastante importante, pues el avance tecnológico para la época era prácticamente nulo. Más tarde, en el año 1660 con la aparición del experimento de Robert Boyler quien, mediante el simple tictac de un reloj dentro de un recipiente parcialmente vacío, logró demostrar que el aire es necesario, bien sea para la producción o transmisión del sonido.

Sin embargo, no fue hasta el año 1686, con la publicación del libro Principia de Isaac Newton, cuando se comenzó a hablar de teorías que podían reseñar las primeras pinceladas matemáticas relacionadas con las teorías de la propagación, en el cual se interpretaba el sonido como pulsos de presión transmitidos a través de partículas fluidas vecinas.

Luego, basándose en estas teorías matemáticas de cálculos de Newton es cuando mediante la intervención de científicos como Joseph Luis LaGrange, Johann Bernoulli y Euler se logró un avance bastante importante en relación al tema del sonido durante el siglo XVII. Ahora bien, aunque los avances fueron muy buenos no fue sino hasta el siglo XIX cuando se le da un tratamiento matemático más completo al mismo, mediante la aplicación del análisis armónico desarrollado por Fourier y que fue utilizado y aplicado por George Simmons Ohm.

De allí en adelante, todo lo relacionado con la teoría del sonido fue avanzando con la invención de varios dispositivos como el teléfono, el micrófono o el fonógrafo, los cuales fueron de mucha utilidad para su estudio. A medida que el tiempo fue transcurriendo los avances durante el siglo XIX continuaron, hasta tal punto que se logró la grabación y reproducción del sonido en alta definición. Durante el siglo XX el punto referencia fue el análisis de la velocidad del sonido, muestra de ello fue el intento de varios pilotos al intentar volar aviones que pretendieron ser más rápidos que el sonido.

En conclusión, se verifica como el tema sobre el cual se desarrolla la investigación que se reporta en el presente artículo abarca aspectos y aportes de científicos cuyas investigaciones son destacadas y conocidos mayormente por todos. En ese sentido, con la idea de profundizar en los basamentos teóricos sobre el tema, a continuación, se plantean las siguientes ideas sobre cómo se puede definir conceptualmente el sonido.

El sonido

Cuando se habla del sonido muchas son las ideas que llegan a nuestro pensamiento, una de ellas es que el sonido se da como consecuencia de golpear un objeto con otro. Más, sin embargo, el sonido, en términos formales, se puede definir como una perturbación que se propaga a través de un medio que generalmente es el aire, como sucede en el caso de las estaciones de radio. De igual manera, para complementar la información acerca del sonido, Young y Freedman (2009) indican que una manera sencilla y general a través de la cual se puede definir el sonido es como una onda longitudinal en un medio, siendo la más común la onda sonora, por la cual el sonido puede propagarse a través de un gas, líquido o sólido.

Ondas y propagación

Las ondas sonoras son ondas sinusoidales, acerca de las cuales hay que tener presente ciertos criterios propios de las ondas de este tipo, las cuales se presentan a continuación.

Una onda se define “como un conjunto de osciladores capaces de entrar en vibración por la acción de una fuerza” (MAGGOLLO, s.f., p.1). Una situación alternativa y practica que facilita

explicar lo expresado por el autor es lo que sucede cuando una piedra es lanzada en una piscina, al momento de que ésta impacta con el agua se observa alrededor pequeñas olas, quienes a su vez describen un movimiento a lo largo de una trayectoria determinada, este tipo de fenómeno es a lo que el autor le llama ondas.

De igual manera, resulta importante dar conocer que existen diferentes tipos de ondas, lo cual depende de la relación entre la propagación y el sentido de la oscilación. Vale la pena mencionar que las ondas se pueden propagar en un determinado medio que debe cumplir con tres características específicas: ser elástico, tener masa y tener inercia.

Para entender el significado del término propagación, el mismo puede ser considerado como el conjunto de fenómenos que conducen a las ondas. Este concepto también puede ser comprendido como la relación causa-efecto que una perturbación en un determinado punto del espacio induce sobre otra perturbación que está en los puntos próximos a la inicial, causando un efecto que hace que se perciba que la onda que se inicia en un punto se transmite (propague) a los demás que la rodean.

Existen diferentes tipos de ondas sinodales, entre las que se pueden mencionar las ondas electromagnéticas, que no necesitan de un medio para propagarse en el espacio, también existen las ondas mecánicas, que en caso contrario a las anteriores necesitan de la presencia de un medio, ya sea sólido, líquido o gaseoso para propagarse, además están las conocidas ondas gravitacionales, que son perturbaciones que afectan la geometría espacio-temporal que viaja a través del vacío, su velocidad es equivalente a la de la luz, y por otra parte existen las ondas longitudinales que son las que para efectos del tema a estudio en esta investigación serán consideradas, y que además es de destacar en ellas el hecho de que el sentido de propagación que tienen coincide con el sentido de

la oscilación de las mismas (Las moléculas se desplazan en forma paralela a la dirección en la que la onda viaja).

Frecuencia de onda (f)

Este concepto puede ser interpretando como la capacidad de repetición en función del tiempo de un fenómeno determinado, considerando siempre que el mismo sea periódico. Descrito de manera más formal desde el punto de vista de la física que se enseña en nuestras aulas de clases, se define como el número de ciclos que una perturbación (onda) puede efectuar en un tiempo determinado. Su unidad de medida conocida internacionalmente es el Hercio, en honor al científico Heinrich Rudolf Hertz. Un Hertz es el equivalente a tener un suceso cuyo régimen de repetición es de una vez por segundo, lo que hace que la unidad de medida de la frecuencia también pueda ser ciclo por segundo (cps).

Un aspecto que es importante mencionar al respecto es que existen frecuencias de algunos sonidos que no pueden ser percibidos por los seres humanos, ya que existe un rango mínimo en el que el sistema auditivo funciona adecuadamente; el mismo comprende las frecuencias entre 20 y 20.000 hercios.

Existen otras unidades utilizadas en el área de las ciencias para referirse a la frecuencia, dentro de las cuales están las unidades revolución por minuto (RPM), que indican que tan rápido puede ser un motor eléctrico y las unidades conocidas como golpes por minuto (bpm), que se utiliza para medir los latidos del corazón y también son de gran uso en lo relacionado con los tiempos musicales.

Ahora bien, si se estudia la relación del concepto de frecuencia de onda con el campo de las telecomunicaciones, indudablemente se observa su gran utilidad, ya que hace posible

establecer las bandas de operación de las diferentes empresas de telecomunicaciones, televisión y estaciones de radios. A esto es lo que se le denomina espectro de frecuencias, que no es más que el intervalo de frecuencias entre dos límites establecidos que condicionan su aplicación.

Fontal y otros (2005) indican que el espectro de frecuencias es un rango que no tiene límite inferior ni superior y que a su vez se subdivide en diferentes regiones, cuyas fronteras no son rigurosas, pues en sus adyacencias pueden variar. Esto permite indicar que el autor al hacer referencia de regiones dentro de este concepto señala exactamente la ubicación que se le da dentro del espectro de frecuencia a las ondas de Sonido, para lo cual es necesario considerar dos elementos básicos la frecuencia y la longitud de onda.

Amplitud de onda (A)

La amplitud es la máxima distancia que un punto del medio en que se propaga la onda se desplaza de la posición de equilibrio; esta distancia corresponde al grado de movimiento de las moléculas de aire en una onda sonora. Al aumentar su movimiento, golpean el tímpano con una fuerza mayor, por lo que el oído percibe un sonido más fuerte. Un tono con amplitudes baja, media y alta demuestra el cambio del sonido resultante. La amplitud de una onda de sonido puede expresarse en unidades absolutas midiendo la distancia de desplazamiento de las moléculas del aire o la diferencia de presiones entre la compresión y el enrarecimiento, o la energía transportada.

Al hablar de amplitud lo primero que podría pasar por el pensamiento humano es relacionar el término con el tamaño de cualquier objeto, pero en el caso del sonido y las ondas, se refiere al valor máximo que puede ser alcanzado por una perturbación (onda)

durante un periodo de tiempo determinado. En física, la amplitud en términos generales se refiere a la variación de una magnitud física en un determinado periodo, es decir, la desviación máxima de una onda en relación a su valor medio o punto de equilibrio.

Desde un punto de vista relacionado al tema objeto de estudio en esta investigación, se puede decir que la amplitud está relacionada con la intensidad sonora, a mayor amplitud, mayor intensidad en el sonido y viceversa. Este fenómeno se mide con la unidad internacional conocida con el nombre de decibelio (dB). Existe, al igual que como se mencionó con la frecuencia, un rango permisible o aceptable para el sistema auditivo humano, el cual está comprendido entre cero 0 dB, y a partir de allí podrían ser escuchados los sonidos hasta un máximo de 140 dB, que es el máximo valor tolerado y a partir del cual se pueden ocasionar daños al sistema auditivo, por lo tanto, es recomendable que para valores de amplitud mayores a 100 dB deba usarse protección adecuada.

Periodo de una onda (T)

Básicamente se relaciona con el tiempo en que un punto de onda tarda en realizar una oscilación completa. Visto de una manera general sería la distancia del punto inicial al punto final de la onda.

Se simboliza con la letra T y es medido en segundos (s). Es importante considerar la existencia de una expresión matemática que permite establecer una relación entre este concepto y la frecuencia de una onda, esto lo indica la ecuación:

$$T = \frac{1}{f}$$

Longitud de onda (λ)

Se refiere a la distancia entre dos puntos máximos o dos puntos mínimos de la onda. Es decir, la clave para identificar claramente este concepto es identificar dos puntos donde la amplitud de la onda sea máxima.

En general, la longitud de onda se simboliza con la letra del alfabeto griego lambda (λ) medida en metros. Matemáticamente puede ser relacionada con la frecuencia y la velocidad de una onda mediante la ecuación 2.

$$\lambda = \frac{v}{f}$$

Velocidad de una onda (v)

Es un término que sin duda alguna se refiere a la relación que existe entre un espacio recorrido igual a una longitud de onda y el tiempo empleado en recorrerlo. Si se observa esta definición y se compara con la que se enseña en los temas de movimientos de un cuerpo, encontramos similitud, ya que desde este punto de vista de la cinemática se enseña que la velocidad es la relación que existe entre la distancia que recorre un cuerpo y el tiempo que tarda el mismo en realizar dicho recorrido; y desde el punto de vista del tema en estudio, prácticamente la esencia del concepto no se altera ya que por definición la longitud de onda (λ) no es más que una distancia y el periodo (T) el tiempo que tarda la onda en efectuar el recorrido.

Transmisión del sonido

En la mayoría de los casos el sonido se propaga o viaja a través del aire, lo que ocurre cuando el cuerpo sonoro es sumergido

en el mismo y hace que por ese contacto directo que se da entre ambos se comuniquen las vibraciones a los demás cuerpos. En el mismo orden de ideas, es ahora importante conocer que el aire como medio de propagación del sonido, posee ciertas características propias, entre las cuales se mencionan las siguientes:

- La propagación en el aire es lineal, es decir que en un mismo momento varias ondas se pueden propagar por él sin existir entre ellas alguna perturbación mutua.
- El aire permite que las ondas se puedan propagar, indiferentemente de la amplitud y frecuencia, a una misma velocidad, por lo que se considera como un medio no dispersivo.
- En el aire el sonido se propaga en forma esférica, lo que significa que se forma lo que se conoce como campo sonoro, en tal sentido la propagación de las ondas se hace en todos los sentidos. A esto se le denomina como medio homogéneo.

Otro aspecto que resulta importante para el desarrollo de este trabajo es lo que afirma Gran:

El sonido, hemos dicho, se origina en los cuerpos materiales, sólidos, líquidos o gases, animados de movimiento vibratorio y, una vez producido, va del cuerpo en vibración, llamado cuerpo sonoro o fuente sonora, a los otros cuerpos y, en particular, al órgano del oído (GRAN, 1962, p.725).

En base a lo expresado en la cita, resulta interesante establecer ciertas reflexiones; en primera instancia debe señalarse que indiferentemente de los estados en que se encuentre la materia, el sonido se puede originar sin ningún problema. En segunda instancia hay que resaltar el hecho de que debe existir una fuente que de origen al sonido y otro cuerpo que perciba al mismo. Es aquí donde perfectamente se puede expresar claramente que este aspecto expuesto por el autor es similar al principio de transmisión utilizado Radio Difusión, es decir, un punto inicial que es la fuente (Transmisor

o estación de Radio) y un punto final que es quien recibe la señal (Receptor o traductor). En relación a esta idea expresada, Gran afirma además que:

En todo caso el sonido precisa de un medio material para transmitirse, siempre que percibimos un sonido notamos la presencia de un medio material situado entre el cuerpo sonoro y nosotros que sirve de conductor del sonido (GRAN, 1962, p.725).

De lo cual se puede concluir que los conceptos de la Radio Difusión pudieran ser muy útiles como una herramienta didáctica que permita desarrollar el tema del sonido, ya que la misma es considerada como ese transporte necesario para el sonido.

Problemas en la transmisión del sonido

Ya sabemos que el sonido se puede producir en cualquier medio y de cualquier manera, solo basta en nuestro caso producir cambios en la presión del aire, como ejemplo a esto podemos citar los cambios de presión que ejercen nuestras manos cuando queremos dar una palmada o un aplauso, además debemos conocer que el sonido por ser una onda longitudinal por sí mismo no puede transmitirse a puntos distantes entre sí ya que el mensaje podría llegar al receptor distorsionado en algunos casos en mayor o menor grado, esto en consecuencia a que la onda que transporta el mismo pierde energía.

Transmisión del sonido en una estación de radio

Un aspecto importante de mencionar al comenzar a desarrollar este punto es una característica propia del sistema auditivo humano que se refiere a la capacidad que posee el mismo para

hacer diferencia entre distintas frecuencias sonoras que simultáneamente pueden estar ocurriendo o transmitiéndose en un mismo instante de tiempo, esto permite afirmar que nuestro sistema auditivo es capaz, aunque existan diversidad de sonidos, de seleccionar cuál de los mismos tiene la prioridad para ser escuchado. Hecho similar ocurre en el caso de la radio difusión, ya que, aunque existen diferentes estaciones el usuario es quien elige que desea escuchar. Hoy día prácticamente todas las personas tienen acceso a una radio, ya que se ha vuelto un medio de tan fácil acceso que hasta mediante un equipo celular se puede sintonizar. De esta manera, resulta interesante conocer cómo mediante la radio es posible propagar sonidos desde un lugar (estación radiofónica) a otro lejano a la misma (receptor).

En tal sentido, comprender primero lo que es una estación de radio resultaría bastante ventajoso e importante, la cual es definida como un medio sencillo que permite enviar y recibir información, transmitida de manera rápida. Es necesario aclarar que por sí solo el sonido no puede viajar muy lejos, ya que por sí mismo no puede ofrecer ciertas características, pues a la hora de atravesar obstáculos o viajar a lo largo de trayectorias grandes resulta distorsionado.

Es este el punto de partida en el que las estaciones de radio difusión para transmitir sonidos aprovechan las propiedades de las ondas electromagnéticas (la propagación omnidireccional, la velocidad, así como la facilidad de viajar a través del espacio libre, lo que garantiza que el mismo pueda viajar a mayores distancias evitando las posibles distorsiones y superando obstáculos).

En la actualidad, lo que se conoce como radio se atribuye a las investigaciones realizadas por tres grandes hombres como lo son Lee de Fores, Edwin Armstrong y David Sarnff, quienes con sus aportes técnicos lograron hacer posible la radiodifusión, la cual se estructura con tres componentes básicos como lo son estudio, transmisor y receptor.

Estudio de una Radio

Este espacio es donde se organiza y planifica todo lo relacionado a los programas que van a ser transmitidos por una emisora de radio determinada.

Transmisor de Radio

Según Mármol (2010), un transmisor de radio no es más que la combinación de una serie de elementos, cuya función primordial es originar una señal modulada (puede hacer AM o FM), la cual es la señal básica a transmitir, por lo que entonces se podría afirmar que todos los elementos que conforman el transmisor son muy importantes ya que son la base de la señal que hace posible que los sonidos que se transmitan puedan ser recibidos en nuestros hogares, carros o en cualquiera de los ambientes en los que se utiliza la radio difusión actualmente.

Receptor de Radio

El receptor en una estación de Radio Difusión es quien recibe la señal previamente modulada (en AM –FM) proveniente del transmisor. A su vez esta señal es demodulada por medio de los componentes que lo forman, para posteriormente permitir al radioescucha poder hacer uso de la información contenida en dicha señal de sonido.

Método

La investigación realizada es de campo, de tipo cuantitativa y con fines descriptivos. Los participantes en la investigación fueron 26 estudiantes cursantes de la asignatura Física Básica del Núcleo

Rafael Rangel de la Universidad de los Andes (NURR-ULA), de los cuales 11 son del género masculino y 15 del género femenino. La edad promedio de los participantes fue de 20 años.

Recolección de datos

Para la recolección de la información se elaboró un cuestionario semi-cerrado con la finalidad de indagar acerca de las creencias epistemológicas sobre el fenómeno físico del sonido. Los participantes tenían disponibles para expresar su respuesta la opción "sí" y la opción "no", de seleccionar esta última opción debían justificar la elección. El cuestionario lo conformaron 15 preguntas sobre diversos conceptos relacionados al sonido y su transmisión radiofónica, específicamente sobre el concepto de sonido y los términos básicos asociados al fenómeno, sobre la transmisión del sonido y sobre el sonido y la radio difusión. Se aplicó este cuestionario para ser respondido en el tiempo de 15 minutos.

La aplicación se realizó en el horario regular de clases. Al iniciar la actividad se dio una breve explicación a los estudiantes acerca de los objetivos que tenía la investigación y la manera en que debían responder el cuestionario. Así mismo, se indicó que los resultados obtenidos no tendrían ningún grado de repercusión en las evaluaciones de la asignatura, así como además se indicó que la información allí suministrada sería confidencial y solo estaría destinada para el uso exclusivo de los investigadores responsables del estudio.

Procedimiento para el análisis de los resultados

Para la codificación de los datos recolectados se procedió a asignar a cada respuesta dada por los participantes una puntuación,

la cual variaba entre 0 y 2. Para las preguntas 1, 2, 3, 4, 10, 11, 12, 13, 14 y 15, se daba "0" punto para respuestas incorrectas y "1" punto para respuestas correctas; para las preguntas 5, 6, 7, 8 y 9, se daba "0" punto para respuesta incorrecta y "2" para respuestas correctas. Posteriormente se procedió a realizar la digitalización de las respuestas y finalmente, para efectuar el cálculo estadístico, se hizo uso del software SPSS 20.0.

Resultados

Procesada la información recopilada dentro del proceso de desarrollo de la investigación se encuentra que el 70% de los estudiantes tienen una concepción adecuada del fenómeno del sonido. No obstante, en relación a los términos básicos asociados con el sonido sus creencias epistemológicas no son del todo acertadas, porque a pesar de que aproximadamente el 65 % maneja los conceptos, no logra establecer relación entre sonido y categorías como frecuencia, amplitud de onda y periodo.

En cuanto a la transmisión del sonido, un altísimo porcentaje (superior al 85%) contestó incorrectamente las preguntas al respecto; más, sin embargo, en relación a la transmisión radiofónica estuvieron más acertados (alrededor del 70% contestó correctamente).

Solo poco más de la mitad (55%) de los estudiantes relaciona el sonido con los principios de la radiodifusión, apenas un 22 % afirma conocer la estructura interna de una estación de radio difusión y un pírrico 18% cree que existe relación entre términos como frecuencia, amplitud de onda y periodo en la transmisión del sonido a través de las emisoras de radio difusión.

Discusión y conclusiones

De estos resultados acerca de las creencias epistemológicas de los estudiantes lo más llamativo es la manera aislada en que van construyendo el conocimiento, pues mientras fijan algunos conceptos, no logran relacionarlos con los fenómenos físicos de la vida real, evidenciando la poca funcionalidad de los conocimientos adquiridos. Se observa un problema de aprendizaje, pues el conocimiento adquirido no es utilizado de forma divergente.

Como establecen Donovan, Bransford y Pellegrino (1999), los estudiantes vienen a clase con concepciones preestablecidas de cómo trabaja el mundo, las cuales pueden estar equivocadas, de manera que el profesor debe conocer estas preconcepciones y orientar al estudiante para que el nuevo conocimientos que adquiere sea modelado adecuadamente para ser comprendido y aplicado en la forma correcta, siendo este aspecto el punto en donde la investigación cobra un valor agregado, ya que evidencia las deficiencias conceptuales que existen y perjudican negativamente la construcción de conocimiento significativo en los estudiantes.

En este sentido, se continuará avanzando en este estudio de manera de presentar estrategias alternativas a las modalidades clásicas de abordar la enseñanza de este tema, en la cual se incorporen herramientas didácticas que permitan al estudiante encontrar el sentido del saber qué hacer con el nuevo conocimiento que incorporan y lograr el mayor logro posible de competencias en el aprendizaje.

Referencias

DONOVAN, S., BRASFORD, J. y PELLEGRINO, J. *How people learn: bridging research and practice*. Washington D.C.: National Research Council. 1999.

FONTAL, B.; SUAREZ, T.; REYES, M.; BELLANDI, F.; CONTRERAS, R. y ROMERO, I. (2005). El espectro Electromagnético y sus Aplicaciones. *VII escuela para la enseñanza de la Física*. Universidad de los Andes. Mérida Venezuela. Disponible en: http://recursos.salonesvirtuales.com/wp-content/uploads/bloques/2012/07/espectro_electromagnetico.pdf. Accedido en: noviembre 2016.

GRAN, M. *Elementos de física*. New York: Minerva Books, 1962.

MAGGILO, M. *Propagación del Sonido*. S.f. Disponible en: <http://www.eumus.edu.uy/docentes/maggiolo.acuapu/ppr.htm>. Accedido en: 01 de febrero de 2015.

MÁRMOL, C. Radio Difusión Sonora digital. Propuesta de un estándar de radio digital para el país. *Trabajo de grado*. Universidad de Los Andes. Facultad de Ingeniería. Ingeniero Electricista. Mérida Venezuela. 2010

NAVA, M.; ARRIETA, X; FLORES, M. Ideas previas sobre carga, fuerza y campo eléctrico en estudiantes universitarios. Consideraciones para su operación. *Revista de estudios interdisciplinarios en Ciencias Sociales de la Universidad Rafael Beloso Chacín*, v.10, n. 2, 2008. Disponible en: <http://www.redalyc.org/pdf/920/92020206.pdf>. Accedido en: julio de 2016.

VILLARREAL, Manuel; LOBO, H; BRICEÑO G; ROSARIO, J y DÍAZ, J (2005). La enseñanza de la física frente al nuevo Milenio. *Revista Academia*, n. 8, 2008. Disponible en: <http://www.saber.ula.ve/bitstream/handle/123456789/16941/articulo1.pdf?sequence=2>. Accedido en: 03 de agosto de 2015

YOUNG, H y FREEDMAN, R. 2009. *Física Universitaria con física moderna*. Decima segunda edición. Volumen I. México: Editorial Pearson Education, 2009.

A large, stylized number '6' in a light beige color, centered within a vertical bar composed of five colored stripes: green, orange, blue, light green, and brown.

*Juan-C Díaz
Giselle Rangel
Jhonatan Cáceres*

La Enseñanza de los Números Cuánticos a través de una hoja de cálculo

DOI: 10.31560/pimentacultural/2019.652.111-131

Resumen:

Conociendo las dificultades durante el proceso de enseñanza y aprendizaje de los números cuánticos, se elaboró el software educativo Cuántico 1.0.1, como herramienta didáctica, basada en una hoja de cálculo del programa Excel y aplicaciones Visual Basic. Se construyeron tres plantillas interactivas, con la inclusión de gráficos, que facilitan, a través de la visualización, la comprensión de los números cuánticos y su vinculación con la configuración electrónica, la distribución en los subniveles de energía de los electrones y la clasificación periódica de los elementos. La posibilidad de visualizar rápidamente y de forma interactiva se constituye en un mecanismo importante para la enseñanza de este tema.

Palabras claves:

Números cuánticos; Diagrama de Madelung, hoja de cálculo

Introducción

El surgimiento de la mecánica cuántica ha generado una verdadera revolución cognitiva, debido a que supone una nueva forma de percibir los fenómenos, donde ideas y conceptos fuertemente arraigados en nuestra cultura como determinismo, localidad, o simplemente trayectoria, han tenido su ámbito de validez reducido (GRECA; HERSCOVITZ, 2002). Sin embargo, los análisis acerca de las dificultades para tal comprensión han sido escasos y, en general, centrados en la enseñanza de educación media (FISCHLER; LICHTFELDT, 1992). Solamente en los últimos años se ha apreciado un sensible aumento en el interés de conocer las dificultades que los contenidos de mecánica cuántica presentan a los estudiantes de educación universitaria (BAO; JOLLY; REDISH, 1996); y algunas implementaciones para facilitar su aprendizaje (HOBSON, 1996).

Desde los años noventa, se puede constatar que la investigación sigue siendo escasa. Muchas veces se centra en el nivel universitario y en trabajos sobre simulaciones informáticas y experimentos sencillos. Hay un consenso general sobre la necesidad de abordar el estudio de la cuántica desde el final de la educación secundaria (MICHELINI *et al.*, 2000); y en los primeros cursos de la universidad, incluso en la formación del profesorado (PEREIRA *et al.*, 2012), interés que deriva de la importancia del tema para la alfabetización científica de los individuos que van a seguir o no estudios científicos/tecnológicos.

La enseñanza de los principios básicos de cuántica, a nivel de educación media, es un tema muy complejo en el que es necesario que el educador involucre conceptos y modelos que le facilite la comprensión de temas tan complejos como la resolución de la ecuación de onda de Schrödinger. La enseñanza de estos conceptos suele poner en apuros a los educadores, y los estudiantes

comúnmente no comprenden el significado de cada término y no saben cómo lo pueden interpretar e imaginar, para correlacionarlos con los procesos macroscópicos que explican el mundo material que ellos pueden visualizar (PRIETO; BLANCO; GONZALEZ, 2000); es por ello, la necesidad de visualizar a través de modelos, estos conceptos de mayor complejidad.

Algunos métodos exitosos han sido desarrollados para la enseñanza de los conceptos básicos de cuántica, tal como la configuración electrónica de los elementos, especialmente aquellos que establecen el orden de llenado de los orbitales atómicos con electrones (ADHIKARY; SANA; CHATTOPADHYAY, 2015). Recientemente se reportó, usando el diagrama de Madelung y la regla de Hund, un método que permite el llenado de los electrones y la respectiva ocupación de los orbitales (KURUSHKIN, 2015). Hoy día, es posible realizar este tipo de experiencias, con el uso de nuevas tecnologías, que facilitan la integración no solo de los educadores, sino de los estudiantes, que permita construir el conocimiento. En la web es posible conseguir algunos ejemplos interesantes, que conjugan la visualización con los conceptos básicos de cuántica (*EDUCAPLUS.ORG*, 30 de marzo de 2016).

En los últimos años, se ha constatado un auge en el uso de los materiales hipermedia en la enseñanza de las ciencias naturales (JIMÉNEZ; LLITJÓS, 2006). Los applets, o miniaplicaciones, son herramientas de software que permiten simular procesos fisicoquímicos representados por una pantalla gráfica. En general, todas las simulaciones presentan alguna posibilidad de modificar los parámetros de la simulación con el fin de observar y analizar las consecuencias que tienen estos cambios sobre el proceso en estudio (GRAS-MARTÍ *et al.*, 2007).

El diseño de simulaciones por los propios profesores puede resultar una actividad difícil, que requiere un dominio considerable

de las aplicaciones tecnológicas. Para un profesor no programador es difícil crear un programa interactivo, pero no le resulta difícil crear y/o diseñar sobre aplicaciones tales como Excel. Una de las principales ventajas de operar con una hoja de cálculo, es que el usuario puede realizar tareas de programación sin necesidad de dominar un lenguaje específico. En la literatura se muestran muchas experiencias, en el uso de las hojas de cálculo, para la enseñanza de las ciencias en diversos tópicos (Ge *et al.*, 2014; RAVIOLO, 2011).

Este artículo, muestra un software elaborado con Excel, para la enseñanza de los números cuánticos, que permite al usuario de educación media y universitaria, visualizar la configuración electrónica de cada elemento, los orbitales asociados, los niveles de energía, ajustándose al Diagrama de Madelung y el principio de Construcción (Aufbau); teniendo presente la vinculación de estos principios con la periodicidad de los elementos. El software fue diseñado, con el objeto de favorecer la mayor interactividad del usuario, para visualizar la construcción de la configuración electrónica, que muestra ejemplos y puede ser útil en el salón de clases e introduce en algunos conceptos fundamentales de la mecánica cuántica. Se convierte en una herramienta didáctica amigable, que facilita la enseñanza de los aspectos fundamentales de los números cuánticos.

Metodología

En el diseño del software, se consideraron los conceptos mostrados en el Programa de Química General: Teoría cuántica y la estructura electrónica de los átomos. En vista de que el software es aplicable a educación media y los cursos introductorios universitarios, el diseño fue lo suficientemente gráfico y amigable para que sea accesible a todos. El mismo, cuenta con tres plantillas de contenido interactivo, denominadas: *Configuración Electrónica*, *CE*; *Conjunto*

de *Números Cuánticos, CNC*; y *Elementos y su Configuración Electrónica, ECE*. Desde el punto de vista técnico-conceptual, se consideró la pertinencia del diseño, las exigencias de producción del software y la usabilidad del programa.

Las hojas de cálculo fueron estructuradas como tablas-programa y/o plantillas de cálculo, con una combinación de secuencia de operaciones encadenadas, que con unos datos de entrada se realizan automáticamente una serie de instrucciones con el resultado de salida apropiado; igualmente se incluyó la aplicación Visual Basic, VBA, con la cual se insertaron diagramas, para visualizar imágenes. Todas las figuras fueron diseñadas con Fireworks de Macromedia 8.0 y con resolución de 300 dpi.

El diseño del diagrama de Madelung se construyó basado en el boceto presentado en el artículo de Kurushkin (2005) y la forma de los orbitales atómicos, al igual que el diagrama del principio de construcción, se obtuvieron de la web (WIKIPEDIA, 2016). Se elaboró el prototipo, teniendo en cuenta: a. establecimiento de las rutas de contenidos (cinco plantillas principales); b. construcción de las plantillas considerando el diseño establecido, una plantilla de créditos, y otra de requerimientos, tres de tablas-programa; c. determinación de la red de hipervínculos; d. realización de las pruebas de funcionamiento; e. proceso de prueba y validación, mediante un conjunto de instrumentos aplicados a una muestra que, dadas las características de la investigación, no se definió como una muestra estadísticamente significativa, pues el producto no fue sometido a prueba para medir su impacto o influencia en el aprendizaje.

Teoría

Los números cuánticos, pueden ser definidos como los conjuntos de valores numéricos que dan soluciones aceptables

para la ecuación de onda de Schrödinger del átomo de hidrógeno, teniendo en cuenta las restricciones que surgen debido a los postulados de la mecánica cuántica. Estos describen específicamente los niveles de energía de los electrones en los átomos, pero además incluyen: momento angular, giro, entre otros. Cualquier sistema cuántico puede tener uno o más números cuánticos (ATKINS, 1977). El primer documento sobre la mecánica cuántica fue publicado por Heisenberg (1925), pero la teoría fue posteriormente refinada por Schrödinger (1926). Este trabajo produjo una ecuación general que describe los cambios dependientes del tiempo de una función de onda. Esta expresión matemática es ampliamente conocida como la ecuación de Schrödinger (1):

$$E\psi = \hat{H}\psi \quad (1)$$

\hat{H} es el operador Hamiltoniano, que es la suma de las energías cinéticas de todas las partículas, además de su energía potencial. La solución de la ecuación, proporciona la energía de cada orbital (2)

$$E_n = -\frac{\mu e^4}{8\epsilon_0^2 h^2} \frac{1}{n^2} = \frac{-13.6eV}{n^2} \quad (\text{Válida para } \ell = 0, \text{ del átomo de hidrógeno}) \quad (2)$$

h es la constante de Planck y n es el número cuántico principal. Existe una solución de la ecuación sólo para valores enteros de n . Las soluciones para los términos restantes de la ecuación dieron una constante diferente.

El término da a lugar al número cuántico del momento angular orbital, $\ell = 0, 1, 2, \dots, n-1$, que describe la magnitud del momento angular de la función de onda, y el término da lugar al número cuántico magnético, $m_\ell = -\ell, \dots, 0, \dots, +\ell$, que describe la proyección del momento angular de la función de onda. Una función de onda describe un orbital, que a su vez describe la distribución espacial

del electrón. Los orbitales se caracterizan por los números cuánticos, que proporcionan la energía de los orbitales (n), forma (ℓ) y la degeneración (m_ℓ).

Formalmente los números cuánticos ℓ , m son el conjunto de enteros que son permitidos para las funciones armónicas esféricas soluciones de la ecuación de las coordenadas esféricas que se desprenden de la separación de coordenadas usadas para facilitar la solución de la ecuación de onda para los átomos hidrogenoides.

La tabla 1, muestra algunas de las soluciones para la función de onda para el átomo de hidrógeno. A pesar de la relativa simplicidad de la solución para el átomo de hidrógeno, (un protón y un electrón), los sistemas multielectrónicos, son más complejos y no es posible resolver la ecuación de Schrödinger exactamente.

Las representaciones mostradas (Tabla 1), son denominadas soluciones para átomos hidrogenoides. El concepto de espín electrónico, era necesario para dar cuenta de los detalles de los espectros de emisión de los átomos. El nuevo número cuántico, llamado el número cuántico del spin electrónico (m_s), sólo puede tener uno de dos valores $\pm 1/2$. A nivel sub-atómico el electrón es capaz de llevar a cabo un movimiento de precesión en torno al eje que representa las líneas de fuerza del campo magnético que le está siendo aplicado, entonces también debe desarrollar un movimiento rotatorio en torno al eje vertical, razón por la cual a la flecha que representa el spin del electrón como un vector se le dibuja frecuentemente posicionada con la punta a lo largo de un cono, el cono que está siendo recorrido por un vector (DIRAC, 1958).

Para simplificar esta interpretación usualmente en la bibliografía se suele ejemplificar que el electrón puede girar en una, de dos direcciones opuestas. El físico austriaco W. Pauli postuló: en un átomo dado, dos electrones no pueden tener el mismo conjunto de cuatro números cuánticos (n , ℓ , m_ℓ y m_s); esto se conoce como

el principio de exclusión de Pauli. Entonces, puesto que sólo se permiten dos valores de m_s , un orbital puede contener sólo dos electrones, y deben tener espines opuestos.

	$s (\ell=0)$			$p (\ell=1)$			$d (\ell=2)$					$f (\ell=3)$					
	$m=0$	$m=0$	$m=\pm 1$	$m=0$	$m=\pm 1$	$m=\pm 2$	$m=0$	$m=\pm 1$	$m=\pm 2$	$m=0$	$m=\pm 1$	$m=\pm 2$	$m=\pm 3$	$m=\pm 3$	$m=\pm 2$	$m=\pm 1$	$m=0$
	s	p_x	p_y	p_z	d_{z^2}	$d_{x^2-y^2}$	d_{xy}	d_{xz}	d_{yz}	f_z	f_{xz}	f_{yz}	$f_{x^2-y^2}$	f_{z^3}	f_{x^2z}	f_{y^2z}	f_{xyz}
$n=1$	•																
$n=2$	•																
$n=3$	•																
$n=4$	•																
$n=5$	•																
$n=6$	•																
$n=7$	•																

Tabla 1: Configuraciones orbitales para el átomo de hidrógeno, desde el orbital 1s al 7s. Fuente: Autores.

Se puede utilizar el modelo mecánico cuántico del átomo, para mostrar el arreglo de los electrones en los orbitales atómicos hidrogenoides, de los diversos átomos que dan cuenta de la organización de la Tabla Periódica. Con referencia a este punto supone, que todos los átomos tienen el mismo tipo de orbitales que se han descrito para el átomo de hidrógeno.

Como los protones se añaden uno a uno al núcleo para construir los elementos, los electrones se añaden de manera similar a estos orbitales hidrogenoides. Esto se conoce como el principio de Aufbau (GARRITZ; CHAMIZO, 1994). También se conoce popularmente con el nombre de *regla del serrucho* o regla de Madelung (MADELUNG, 1922).

El valor $n + \ell$ describe la energía relativa de los subniveles. Todos los subniveles con igual valor $n + \ell$ están dispuestos de manera horizontal, los subniveles con el menor valor de $n + \ell$ se llenan en primer lugar; y entre un número de subniveles con igual valor de $n + \ell$, el que tiene el menor valor de n se llena en primer lugar (Figura 1(A) y 1(B)).

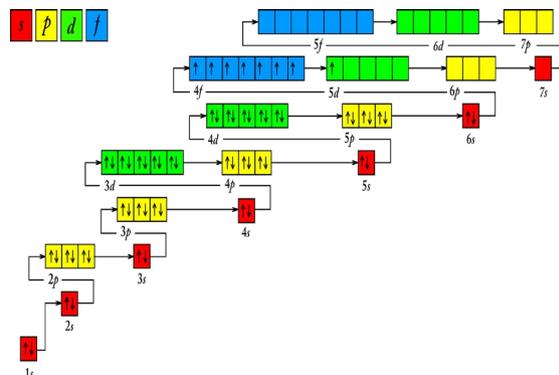


Figura 1: (A) Regla de Madelung; (B) Principio de Construcción. Fuente: Autores.

Los orbitales se 'llenan' respetando la regla de Hund, que dice que dentro de un subnivel los primeros electrones ocupan orbitales separados y tienen espines paralelos. En otras palabras, los electrones entran de uno en uno en los orbitales que contienen la misma energía, cuando estos orbitales se completan con un electrón, entonces cada uno de ellos se satura con dos electrones en el mismo orden, hasta que la configuración del estado fundamental logre maximizar la multiplicidad de una configuración (IUPAC, 1997). Se comienza con el orbital de menor energía. Aun cuando las representaciones graficas son distintas, el resultado del Principio de Construcción y el diagrama de Madelung, nos permiten conseguir la configuración electrónica de un elemento, para un número de electrones dado.

La *configuración electrónica* indica la manera en la cual los electrones se estructuran o se modifican en un átomo de acuerdo con el modelo de capas electrónicas, en el cuál las funciones de ondas del sistema se expresan como un producto de orbitales antisimetrizadas.

La misma determina las propiedades de combinación química de los átomos y por tanto su posición en la tabla periódica. Para el diseño del software, todos los conceptos antes bosquejados

fueron considerados, con algunas limitaciones, dado que este fue diseñado para cursos de educación media general y cursos introductorios a nivel universitario.

Descripción, usos y ejemplos

La descripción sucinta de los aspectos más relevantes del prototipo son las siguientes:

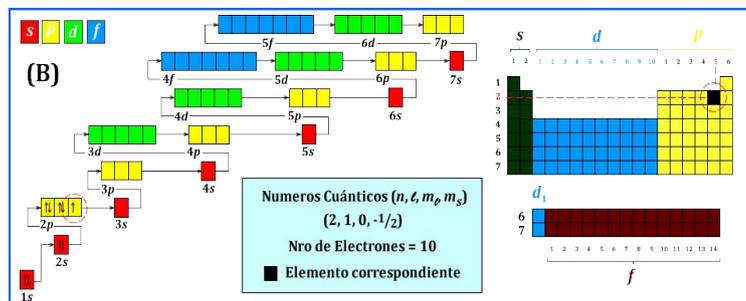
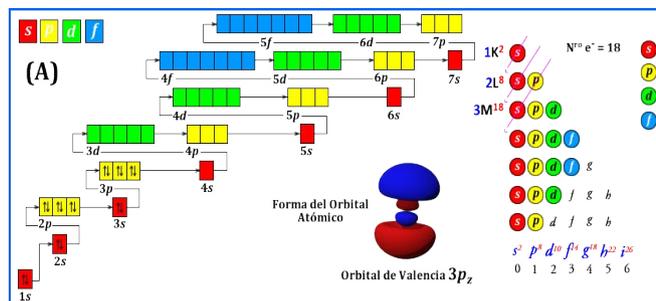


Figura 2: (A) Diagrama insertado en las plantillas CE y CNC y (B) insertado en la plantilla ECE. Fuente: Autores.

Interface Grafica

La activación del programa educativo se hace mediante el icono llamado *Cuántico 1.0.1.xlms*. Una vez iniciado, se ingresa a la plantilla denominada PRESENTACIÓN, que incluye los créditos (Autores e institución que lo respalda). A través del botón de acceso "INICIO", se vincula con la segunda plantilla llamada REQUERIMIENTOS, con cuatro botones de acceso, tres de los cuales enlaza con las plantillas de trabajo, y el cuarto, facilita el regreso a la Presentación. Las tres plantillas de trabajo fueron: a. *Configuración Electrónica*; b. *Conjunto de Números Cuánticos*; y c. *Los Elementos y su Configuración Electrónica*. En las plantillas, se muestra diversa información, pero con un común denominador de diseño, en el que se inserta una figura que varía conforme cambia el número de electrones y/o el número atómico (Figura 2).

Para la inserción de la figura se programó a través de la aplicación de VBA, usando la sub-rutina Target.Comment.Shape.Fill.UserPicture.Imagen. Para establecer la correspondencia entre la figura a insertar y el número de electrones y/o número atómico Z, fue necesario crear diversas bases de datos para cada una de las plantillas. La Figura 2, muestra un ejemplo del enlace grafico para las plantillas CE y CC (Figura 2(A)) y otro ejemplo para ECE (Figura 2(B)). Se construyeron figuras análogas a la Figura 2(A), donde se distribuyen, desde 1-88 electrones. En la base de datos se incluyeron las correspondientes configuraciones electrónicas, considerando las excepciones. Para la Figura 2(B), se construyeron 112 imágenes, correspondientes a los elementos de números atómicos desde 1-112.

Configuración Electrónica

La plantilla 3, *CONFIGURACIÓN ELECTRÓNICA*, permite visualizar, la configuración de un elemento X, con un determinado

número de electrones, que el usuario establece (Figura 3), además del número atómico, con el que determina la carga del ion. Dicha configuración puede obtenerse haciendo un clic sobre la celda del número de electrones, donde se despliega una lista que corresponde a los electrones deseados. Esta lista va de 1 a 88, de manera que es posible visualizar la información gráfica para cada caso.

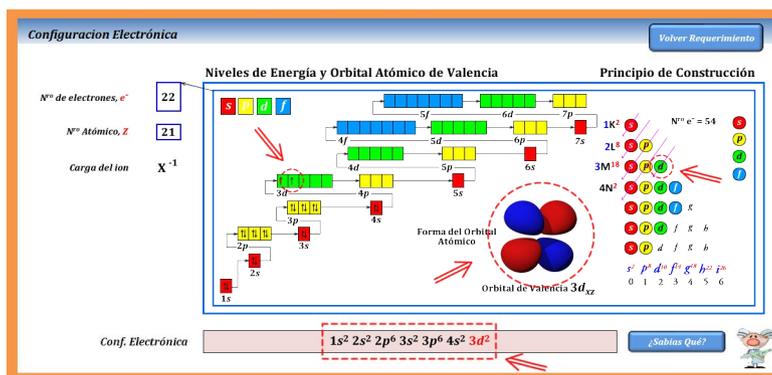


Figura 3: Plantilla 3, Configuración Electrónica. Fuente: Autores.

El usuario puede, de manera interactiva, observar la distribución electrónica, en los subniveles de energía, a través del diagrama de Madelung o el principio de Construcción, además del orbital de valencia. Según la rutina establecida para el software, la configuración electrónica que se muestra corresponde a un elemento X, que posea esta cantidad de electrones. Se limitó, la diferencia entre el número de electrones fijados a través de la lista, y el número de electrones del elemento X, hasta un valor de 7 unidades.

Establecer los números cuánticos, a través del enlace gráfico, es bastante sencillo. Consideremos un ejemplo donde el número de electrones es igual a 22 (Figura 3). Cuando el usuario establece el número de electrones y el número atómico Z ($Z=21$), el software no solo determina la carga del ion, sino que establece la distribución electrónica; y el enlace grafico facilita el diagrama de Madelung, el

principio de construcción y el orbital de valencia. Con solo hacer una revisión del diagrama, es posible establecer los números cuánticos para el electrón de valencia, a través de la información suministrada por la figura, según: el número cuántico principal n , del electrón $3d$, corresponde a $n=3$, y el subnivel $\ell=2$ (Esquema 1).

Para designar el número cuántico m_ℓ es necesario recordar los subniveles degenerados, que se bosquejan en el (Esquema 1 y 2) donde los valores numéricos que se asignan, según su posición, van para este caso, de los orbitales d , desde $-2, -1, 0, +1, +2$. Según su posición el valor del número cuántico m_ℓ corresponde a -1 . El número cuántico m_s , en base a la orientación del espín del orbital (representado por una flecha), sugiere que el valor corresponde a $m_s = +1/2$. En resumen, la coordenada cuántica del último electrón es $(3, 2, -1, +1/2)$.

Valores de los subniveles ℓ															
s=0 (2e⁻)		s													
		0													
p=1 (6e⁻)		p_z		p_y		p_x									
		-1		0		-1									
d=2 (10e⁻)		d_{z²}		d_{xz}		d_{yz}		d_{xy}		d_{x²-y²}					
		-2		-1		0		+1		+2					
f=3 (14e⁻)		f_{z³}		f_{xz²}		f_{yz²}		f_{xyz}		f_{x(x²-y²)}		f_{x(x²-3y²)}		f_{y(3x²-y²)}	
		-3		-2		-1		0		+1		+2		+3	

Esquema 1. Subniveles de energía y sus respectivos números cuánticos.

Si el usuario busca designar, los números cuánticos del último electrón, basado en la configuración electrónica, el ejercicio debe seguir la siguiente vía: El subnivel corresponde a $3d^2$, en consecuencia, el número cuántico principal es $n=3$ y el subnivel de energía $\ell=2$. Para obtener los números cuánticos m_ℓ , es necesario aplicar el mismo esquema que en el caso anterior, que se presenta de forma explícita en el diagrama de Madelung:

En nuestro ejemplo, $3d^2$, hay que ubicar los dos electrones en el subnivel d (Esquema 2), teniendo presente lo expresado en la regla de Hund; el valor de $m_l = -1$.

<i>Subniveles</i>				
$d=2$ (10e⁻)	↑	↑		
	-2	-1	0	+1

Esquema 2. Distribución de los electrones en el subnivel de energía d , ajustado a la regla de Hund

Independientemente, de la vía usada, la interfaz gráfica facilita la determinación de la coordenada cuántica de cualquier electrón, para una determinada configuración electrónica, basado en el respectivo diagrama de Madelung. En todos los casos, la combinación del diagrama y el principio de construcción, facilitan la comprensión del usuario a la hora de ir llenando los electrones, según la energía de sus orbitales.

Esta plantilla *CE*, aun cuando no permite observar las relaciones entre la estructura del sistema periódico y la configuración electrónica, facilita el proceso de enseñanza – aprendizaje para determinar la configuración electrónica de un elemento Z , para un determinado número de electrones (y/o sistemas isoelectrónicos). Como material adicional, la plantilla facilita información relevante, que puede visualizarse, accediendo a ésta a través del botón ¿Sabías Que? La presentación es descargable y comprende la temática de la Teoría Cuántica.

Conjunto de Números Cuánticos

Los Números Cuánticos n , l , m_l , m_s , son soluciones particulares de la función de onda para un subnivel electrónico específico y sirven como descriptores del conjunto de funciones para la solución de cada nivel electrónico. Para describir como ocurre la distribución de los electrones en un átomo, puede conocerse a través del Conjunto de Números Cuánticos.

La plantilla *CONJUNTO DE NUMEROS CUANTICOS* (Figura 4), permite conocer la configuración electrónica, los orbitales de valencia, los niveles de energía y el principio de construcción, para una determinada coordenada n , ℓ , m_ℓ , m_s , que se ajuste a lo exigido para la resolución de onda.

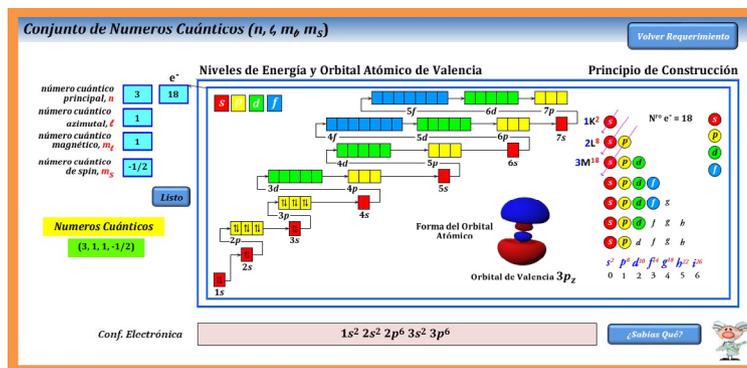


Figura 4: Plantilla 4, Conjunto de Números Cuánticos. Fuente: Autores.

En la sección anterior, se detalló cómo obtener la el Conjunto de Números Cuánticos, conociendo el subnivel de energía de un determinado electrón, con base en la configuración electrónica. El Conjunto de Números Cuánticos, te facilita, con los valores (n, ℓ, m_ℓ, m_s) , la ubicación del electrón en el diagrama de Madelung. La plantilla *CNC*, además permite conocer la configuración electrónica de una determinada coordenada, y el número correspondiente de electrones, para un elemento de número atómico Z , que para efectos de esta ventana no tiene relevancia. Nuevamente esta ventana *CNC*, no vincula la configuración electrónica con la estructura del sistema periódico. El usuario establece la coordenada cuántica (n, ℓ, m_ℓ, m_s) , para lo cual, se limitan los valores probables, ajustándolos a lo establecido en la resolución de la ecuación de Schrödinger. Esta plantilla permite la comprensión de la Regla de Hund (y sus excepciones), puesto que con pequeños ajustes en los números cuánticos m_ℓ y m_s , es posible visualizar las diferencias en cuanto a la distribución,

conteo y apareamiento del espín. Como material adicional, esta ventana, facilita información referente a los números cuánticos y la coordenada cuántica, que puede visualizarse a través de un video, accediendo a esta con el botón ¿Sabías Que?

Elementos y su Configuración Electrónica

La plantilla 5, denominada *ELEMENTOS Y SU CONFIGURACIÓN ELECTRÓNICA*, (Figura 5), permite visualizar la configuración electrónica, la coordenada cuántica del “último electrón”, y el diagrama de Madelung, de un elemento de la Tabla Periódica, que se establece según su número atómico Z (desde $Z=1-112$). El usuario, puede definir un número de electrones (con algunas limitaciones), obteniendo de inmediato su configuración electrónica y la carga del ion. La configuración electrónica obtenida a través del número Z , corresponde al número de electrones en su estado fundamental. La plantilla *ECE*, facilita la ubicación de los elementos en la tabla periódica a partir de su configuración electrónica, el número Z , y al igual que las ventanas anteriores, como calcular los números cuánticos, usando el diagrama de Madelung. Para conseguir ubicar los elementos, la ventana grafica incluye una pequeña Tabla Periódica modelo, que los dispone según los números cuánticos determinados por el número de electrones, para un elemento de número Z . Consideremos el ejemplo, donde $Z=25$, numero de electrones=24.

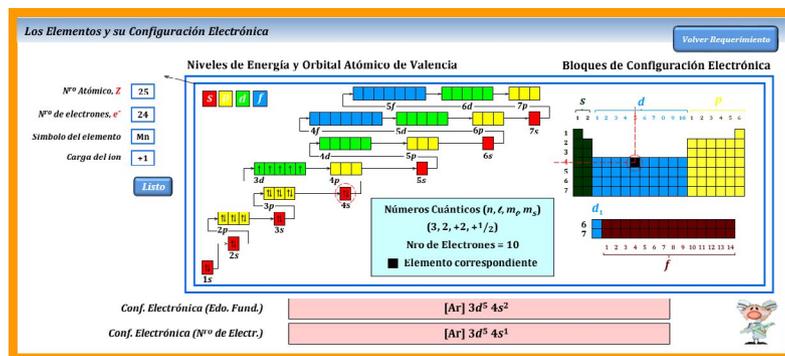


Figura 5: Plantilla 5, Los Elementos y su Configuración Electrónica. Fuente: Autores.

Al hacer clic sobre el botón LISTO, se observa la ventana grafica mostrada en la Figura 5. La plantilla nos brinda información sobre el símbolo del elemento (Mn), su configuración electrónica ($[\text{Ar}]3d^5 4s^2$) y la configuración electrónica correspondiente a la distribución del número de electrones sugeridos ($[\text{Ar}]3d^5 4s^1$), además de la carga del ion (+1). La inclusión de la carga del ión busca destacar la configuración electrónica para los sistemas isoelectrónicos. La información provista por la ventana grafica corresponde exclusivamente a la configuración electrónica del elemento Z. Es posible visualizar el diagrama de Madelung, con la novedad, que incluye una tabla periódica, que está dividida en *Bloques de Configuración Electrónica*, con un código de colores, que aunado a los detalles gráficos, facilita la ubicación de los elementos: para los bloques de los orbitales de valencia s, p, d y f, en base al número cuántico principal (columna de la izquierda, $n=1, 2, 3, \dots, 7$) y en la fila superior contentiva de los subniveles de energía s(1,2), p(1,2,3...6), d(1,2,3,...10) y f(1,2,3,...14), con los valores que corresponden a la ocupación de los electrones, para los orbitales de valencia. En este ejemplo, a través del diagrama de Madelung, el ultimo electrón corresponde al nivel $4s^2$, así el número cuántico es $n=4$, así el período corresponde a $n=4$. Para establecer el grupo o familia, se considera el subnivel $3d^5$, que señala, que el elemento Mn, debe

estar en la columna 5, en el bloque *d*. Por otro lado, también en esta ventana, se incluye la coordenada cuántica del electrón de valencia $(3, 2, +2, +\frac{1}{2})$.

Conclusiones

Es importante la elaboración de propuestas educativas que integren las teorías cognitivas y el enfoque constructivista, con la utilización de recursos tecnológicos para el aprendizaje y la enseñanza. La aplicación de herramientas para no especialistas, donde los profesores puedan construir propuestas, tal como las hojas de cálculo, facilitan la interactividad del estudiante con propuestas dentro y fuera del aula de clase.

Las hojas de cálculo disponen de diversas herramientas que pueden ayudar en la didáctica de la enseñanza de los números cuánticos, con el diseño de planillas interactivas de complejidad gradual que permiten adaptarse a diversos niveles de preparación de los estudiantes, llámese educación básica a nivel de bachillerato o inicial universitaria.

Este software, comienza por un diseño de una plantilla, que muestra la configuración electrónica para un determinado número de electrones y le permite al usuario, a través de una imagen insertada, observar su distribución en los diversos subniveles de energía, lo que facilita establecer los números cuánticos, para un determinado electrón, aunado a esto, permite visualizar el orbital del electrón de valencia. Una segunda plantilla, de mayor complejidad técnica, vincula la coordenada cuántica (n, ℓ, m_ℓ, m_s) , con la configuración electrónica y la distribución de los electrones según los subniveles de energía, siguiendo el diagrama de Madelung o a través del principio de Construcción. Una tercera plantilla, relaciona la configuración electrónica y la coordenada cuántica, de un determinado elemento,

con la distribución electrónica en los subniveles de energía, a través del diagrama de Madelung, basada en la configuración electrónica, que facilita la comprensión de la distribución periódica de los elementos en la Tabla Periódica.

Agradecimientos

Los autores Agradecen a la Comisión de Desarrollo Científico, Humanístico, Tecnológico y de las Artes de la Universidad de Los Andes -Venezuela, por el financiamiento con el Proyecto NURR-C-595-15-02-F.

Referencias

ADHIKARY, C., SANA, S., CHATTOPADHYAY, K. Chunking Strategy as a Tool for Teaching Electron Configuration. *Journal of Chemical Education*, v. 92, n. 4, 2015, p. 664-667

ATKINS, P. W. *Molecular Quantum Mechanics Parts I and II: An Introduction to Quantum Chemistry (Vol. 1)*. Oxford: Oxford University Press, 1977.

BAO, L., JOLLY, P., REDISH, E. *Student difficulties with quantum mechanics*. AAPT Summer Meeting. Phoenix, 1996. Obtenido de <www.physics.umd.edu/perg/cpt.html>

EDUCAPLUS.ORG. (30 de 3 de 2016). Disponible en: *educaplus.org*: <<http://www.educaplus.org/play-73-Configuraci%C3%B3n-electr%C3%B3nica.html>>

FISCHLER, H., LICHTFELDT, M. Modern physics and students' conceptions. *International Journal of Science Education*, v. 14, n. 2, 1992, p. 181-190

GARRITZ, A., CHAMIZO, J. *Química*. México: Addison-Wesley Iberoamericana, 1994.

GE, Y., RITTENHOUSE, R., BUCHANAN, J. C., LIVINGSTON, B. Using a Spreadsheet To Solve the Schrödinger Equations for the Energies of the Ground Electronic State and the Two Lowest Excited States of H₂. *Journal of Chemical Education*, 91, 2014, p. 853-859

GRAS-MARTÍ, A., CANO VILLALBA, M., SOLER SELVA, V., MILACHAY VICENTE, Y., ALONSO SÁNCHEZ, M., & TORRES CLIMENT, A. Recursos digitales para los docentes de ciencias. In P. Membiela, *Experiencias innovadoras de utilización de las NTIC en actividades prácticas en ciencias*. Vigo: Educación Editora. 2007.

GRECA, I., & HERSCOVITZ, V. E. Construyendo significados en mecánica cuántica: fundamentación y resultados de una propuesta innovadora para su introducción en el nivel universitario. *Enseñanza de las ciencias*, v. 2, n. 2, 2002, p. 327-338.

HEISENBERG, W. Über quantentheoretische Umdeutung kinematischer und mechanischer Beziehungen. *Zeitschrift für Physik*, v. 33, n. 1, 1925, p. 879-893.

HOBSON, A. Teaching quantum theory in the introductory course. *The Physics Teacher*, v. 34, n. 4, 1996, p. 202-210.

IUPAC. *Compendium of Chemical Terminology* (2da ed.). (A. D. McNaught, & A. Wilkinson, Edits.) Oxford: Blackwell Scientific Publications. 1997

JIMÉNEZ, G., LLITJÓS, A. Recursos didácticos audiovisuales en la enseñanza de la química: una perspectiva histórica. *Educación en Química*, v. 17, n. 2, 2006, p. 158-163.

KURUSHKIN, M. Teaching Atomic Structure: Madelung's and Hund's Rules in one Chart. *Journal Chemical Education*, v. 92, n. 6, 2015, p. 1127-1129.

MADELUNG, E. *Die Mathematischen Hilfsmittel des Physikers*. Berlin: Springer. 1922.

MICHELINI, M., RAGAZZON, R., SANTI, L., & STEFANEL, A. Proposal for quantum physics in secondary. *Physics Education*, v. 35 n. 6, 2000, p. 406-410.

PEREIRA, A. P., FREIRE, O., CAVALCANTI, C., OSTERMANN, F. Uma abordagem conceitual fenomenológica dos postulados da física quântica. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, v. 29, n. 2, 2012, p. 831-863.

PRIETO, T., BLANCO, A., GONZALEZ, F. *La materia y los materiales*. Madrid: Síntesis Educación. 2000.

RAVILOLO, A. Enseñanza de la química con la hoja de cálculo. *Educación Química*, v. 22, n. 4, 2011, p. 357-362.

SCHRODINGER, E. An undulatory of the mechanics of atoms and molecules. *Ann. Phys.*, v. 28, n. 6, 1926, p. 1049-1070.

WIKIPEDIA. (23 de marzo de 2016). Disponible en: https://es.wikipedia.org/wiki/Orbital_at%C3%B3mico

A large, stylized number '7' in a light beige color, positioned in the upper right corner of the page. It is set against a background of vertical stripes in green, orange, blue, and light green, with a dark brown stripe on the far right.

7

*Ana Pacheco
Evelyn Urbina
Hebert Lobo*

MARYCE:
Software educativo
para el aprendizaje de
inglés básico en jóvenes
con déficit cognitivo
leve (DCL)

DOI: 10.31560/pimentacultural/2019.652.132-147

Resumen

Investigación realizada con el objetivo de promover la inclusión de jóvenes con Déficit Cognitivo Leve (DCL) en el aprendizaje del vocabulario básico de inglés en Venezuela. El programa educativo digital MaryCe, es accesible directamente desde la web, cuyas características principales (técnicas y de contenido) están adaptadas a las dificultades cognitivas de estos jóvenes estudiantes. El software fue probado en una escuela juvenil especial y los resultados obtenidos, según las observaciones realizadas y la opinión de los docentes, fueron realmente alentadores.

Palabras Claves

Déficit Cognitivo Leve; MaryCe; Inglés.

Introducción

Resulta sorprendente el alcance que la tecnología basada en computadores ha tenido en esta era y, como se ha venido incrementando, vertiginosamente, su presencia en diferentes campos de nuestra vida desde la década de los 90 a estos primeros años del siglo XXI con el advenimiento de la Internet, afectando en todas sus formas y en diferentes campos nuestra vida. Todo ello ha generado diversos cambios en la sociedad que, de algún modo, han modificado el ritmo de vida de los seres humanos, favoreciendo ciertos comportamientos propios o no de su cultura y de la forma tradicional de realizar ciertas actividades en el comercio, las finanzas, la política, la salud y la educación.

Las instituciones educativas enfrentan la exigencia de no quedarse rezagadas ante los cambios dramáticos que vienen produciéndose en toda la sociedad, deben adaptarse a la innovación tecnológica, sobre todo la telemática, y transformarla en algo productivo, es decir, en la llave que abrirá nuevas puertas para el desarrollo dinámico y eficiente del proceso de enseñanza-aprendizaje. Sin embargo, la relevancia que tiene al uso de las tecnologías de la información y la comunicación (TIC) en la vida cotidiana no es la misma que ha alcanzado en el ámbito educativo, al contrario, es muy poca, en comparación con el sector industrial o laboral y en las actividades habituales del día a día.

Los medios de comunicación han sido durante mucho tiempo objeto de interés como herramienta educativa, siempre ha existido la inquietud que “la lengua, la tiza y el tablero [pizarra] no pueden ser los únicos elementos para llevar el conocimiento a la escuela” (Juárez, Aguilar & Jiménez, 2009, p.1), pero allí donde la radio, los periódicos y la televisión tuvieron escaso éxito, la informática, utilizando la tecnología como herramienta educativa, tiene un potencial

enorme para triunfar. Diversos estudios (ARAUJO, BRICEÑO, 2012; PIÑA, 2011; JUÁREZ, AGUILAR, JIMÉNEZ, 2007) demuestran que el uso de software educativo facilita el aprendizaje de una Lengua Extranjera y, resultan una herramienta didáctica eficiente y eficaz para la adquisición de vocabulario por los estudiantes de todos los niveles educativos.

El uso de las TIC en el campo de la enseñanza para los niños con compromisos cognitivos ha sido un reto que muy pocos han podido emprender, más aún; existe pocos conocimientos acerca de su uso específico en situaciones de aprendizaje, pues implica grandes limitaciones y dificultades de comprensión sobre una población que no todos saben cómo abordar.

En el artículo 6º de la Ley para las Personas con Discapacidad de la República Bolivariana de Venezuela (2007), se define a esta población como “aquellas personas que por causas congénitas o adquiridas presentan alguna distinción o ausencia de sus capacidades de orden físico, mental, intelectual, sensorial o combinación de ellas; de carácter, permanente o intermitente...” (p.5).

La Organización Mundial de la Salud (OMS) aprobó en 1980 la Clasificación Internacional de Deficiencias, Discapacidades y Minusvalías (CIDDDM), y allí el término discapacidad es definido como “una restricción o ausencia —debida a una deficiencia— de la capacidad de realizar una actividad en la forma o dentro del margen que se considera normal para ser humano” (CIDDDM, 1980 citado por ARAMAYO, 2003, p.43).

Se puede afirmar que los estudiantes con dificultades para el aprendizaje, son aquellos que manifiestan un ritmo diferente de asimilación del conocimiento. No necesariamente deben de tener una minusvalía, sino otro problema en los logros académicos y/o habilidades intelectuales en una o más áreas como expresión oral y

escrita, comprensión oral o escrita, habilidad de lectura, habilidad de aprendizaje, razonamiento matemático-lógico o de ortografía.

Se ha comprobado la eficacia de las nuevas tecnologías para romper las barreras en la comunicación en diversos casos como, por ejemplo; autismo o discapacidad cognitiva (PEÑA y ARISTIZABAL, 2010). La tecnología utilizada en la educación especial permite que, las personas con discapacidades o compromisos cognitivos puedan lograr el desarrollo de sus habilidades y que tengan contacto con todas las ventajas que presenta el trabajar con la tecnología.

No se pone en duda la importancia que tiene dominar otro idioma distinto al materno, en esta nueva era de la educación, y esto aplica también para esta población tan especial de estudiantes con compromisos cognitivos, que son parte de un estudiantado que se merece y tiene derecho a conocer este nuevo mundo que un idioma le ofrece, aunque sea a nivel muy básico.

Los inconvenientes más relevantes que se podrían encontrar son la velocidad con la que aprenden y la complejidad que puede alcanzar dicho aprendizaje, pero precisamente por ello se elaboró una propuesta para enseñar un nivel muy básico del segundo idioma, de acuerdo a las exigencias y características que estos presentan, que estará dirigido a quienes muestran cierto nivel de dificultad en el desempeño de los procesos de aprendizaje, por lo que se hace necesario la oferta de apoyos que mejoren su funcionalidad (República de Colombia. Ministerio de Educación Nacional, 2006).

La enseñanza de un nuevo idioma para estos alumnos es una manera de romper algunas barreras colocadas por la sociedad y a la vez de tomar en cuenta sus actitudes para el desarrollo de nuevas formas de comunicación con el resto, pues si bien existen ciertos retos que deben ser superados por esta población tan vulnerable, son estudiantes que merecen ser tomados en cuenta en el desarrollo de esta parte del proceso educativo.

Por ser una población con características específicas o especiales, se debe utilizar herramientas interactivas que promuevan un aprendizaje dinámico y atractivo para ellos, y la tecnología presenta estas características, necesarias para obtener un aprendizaje en todas sus dimensiones, permitiendo en la educación especial que los estudiantes con compromisos cognitivos puedan alcanzar el desarrollo de sus habilidades y simultáneamente, tener contacto con todas las ventajas que tiene el trabajar con tecnología.

Se siguieron las pautas de contenido y dificultad señaladas por sus docentes y orientadores, de manera que puedan lidiar con el programa, desde el punto de vista sensoriomotor. Se revisaron cuáles estrategias mediadas a través de las TIC pueden ayudar a estos niños a aprender inglés básico, tomando como referencia los resultados de diversas investigaciones que indican su impacto positivo en el aprendizaje de LE, en diferentes países y niveles educativos (FARÍAS, OBILINOVIC, ORREGOD, 2010; MORALES, FERREIRA, 2008; CHACÍN, NEGRI, 2009; GARRET, 2009).

A partir de esto, se avanzó en la búsqueda de nuevas vías y herramientas que permitan la inclusión de estudiantes con diversidad funcional al proceso de enseñanza y aprendizaje de un nuevo idioma, desarrollando una herramienta didáctica-interactiva en formato digital, denominado MaryCe para que la población estudiantil con compromiso cognitivo leve, (definición aportada por la institución) presente en la Escuela Técnica Robinsoniana y Zamorana para la diversidad funcional “Ciudad Trujillo” logren aprender, por lo menos, lo básico del inglés como LE, asumiendo lo planteado por Peña y Aristizabal “en la actualidad un ambiente que permite la inclusión de los niños y las niñas con capacidades diferentes es la tecnología” (PEÑA; ARISTIZABAL, 2010, p. 7).

Metodología

La investigación fue de tipo cualitativa, siguiendo a Sherman y Webb (1988), pues implicó una preocupación directa por la experiencia tal y como es vivida, sentida y experimentada. Además, fue un estudio subjetivo, inductivo, emergente y no generalizable. La investigación estuvo centrada en esta población muy especial; los estudiantes con compromiso cognitivo leve, tradicionalmente apartados del proceso educativo regular y, en particular, en el desarrollo del proceso enseñanza/aprendizaje en el contexto escolar básico y en el entorno que les rodea, incluyendo aquellas personas con las que conviven.

Se escogió entonces cómo método la investigación-acción-participativa, que reúne ciertos aspectos claves que ayudan a conocer un poco más sobre la realidad estudiada y a su vez definir un conjunto de actividades (acciones) para superar los problemas que la aquejan.

La práctica se efectuó a medida que se desarrollaba la investigación tomando en cuenta primordialmente, los actores principales, debido a que este método exigía la elaboración del software con la implicación de los profesores de aula, profesores de la especialidad, padres y representantes y, por supuesto, los propios estudiantes de la Escuela Técnica Robinsoniana y Zamorana para la diversidad funcional “Ciudad Trujillo”.

Esta investigación cualitativa, con la participación de los profesores y estudiantes en varias etapas del método investigación-acción, el cual pretende dar a entender al mundo, tratar de cambiar la realidad, colaborar y reflexionar, se desarrolló cumpliendo cinco (5) etapas consecutivas:

diagnóstico, que indicó cuál es el problema relevante que debe abordarse de acuerdo a la opinión de los participantes;

planificación de la acción, donde se discutieron y programaron actividades que aportaran soluciones al problema y/o alternativas de acción, en mesas de trabajo participativas;

ejecución de las acciones, implementación de las alternativas con ayuda de técnicos en el área de programación;

evaluación del producto, en este caso, la evaluación del software, que incluye la validación por parte de algunos informantes claves (dos maestras de aula, profesor de informática, psicopedagogo) y la prueba por parte de un grupo de jóvenes con compromiso cognitivo leve (JCCL);

reflexión sobre el proceso y sus resultados realizado conjuntamente con todos los que participaron y aportaron durante el trabajo de investigación.

Resultados

Tomando como referencia la metodología de Blum (1995) y las orientaciones de Iuppa (2001) y Marqués (1999, 2000, 2005, 2009), la construcción de MaryCe estuvo precedida de una etapa de diagnóstico de todos los elementos importantes para la concepción de una propuesta educativa de este tipo.

El resultado principal, ha sido la creación de un software que permite incluir al estudiante con diversidad funcional en este nuevo reto de aprender un nuevo idioma, tomando en cuenta sus posibilidades y capacidades, y que puede resultar en un aporte importante para mejorar su calidad de vida, avanzar en los problemas de comunicación que muchos de ellos padecen y hacerles pasar tiempos muy agradables con calidad pedagógica.

El software educativo MaryCe es un programa para ordenador en formato HTML (*HyperText Markup Language*), para el aprendizaje del inglés para estudiantes con compromiso cognitivo leve, que busca su integración al campo del aprendizaje de las lenguas extranjeras.

Utilizando todas las herramientas técnicas disponibles tanto en la web como creadas por la autora del presente trabajo, se elaboró un programa de fácil instalación, con un ambiente organizado y sistematizado, interactivo, agradable, transparente, atractivo y muy útil para sus potenciales e importantes usuarios que son los estudiantes con compromiso cognitivo leve; en el cual las múltiples actividades propuestas para el aprendizaje están relacionadas con los procesos de desarrollo del pensamiento cognitivo y estimulan el logro de los objetivos del aprendizaje propuestos en este proyecto como lo es crear un software, como herramienta didáctica-interactiva que permita la inclusión de estudiantes adolescentes con compromiso cognitivo leve al proceso de enseñanza/aprendizaje de inglés básico.

Los contenidos lingüísticos, en este caso relacionados con el inglés y el español se presentan de forma contextualizadas, amena, y estructurada. De forma general, la finalidad de MaryCe no es otra que lograr que los jóvenes con compromiso cognitivo leve puedan llegar a dominar en un periodo de tiempo no muy largo, un vocabulario básico de inglés, tanto a nivel comprensivo como expresivo en forma oral. Además, avanzar en algunas expresiones básicas con las que el usuario se va familiarizando y que dentro de un contexto puede comprender y a más largo plazo expresar (saludos, expresiones de tiempo, etc.) finalmente se tuvo en cuenta el requerimiento de presentar instrucciones en español e inglés para el funcionamiento de las actividades que conforman el software, pues a pesar de que las actividades son de uso intuitivo no necesitan instrucciones para su navegación a través del programa. La figura 1 muestra la interfaz gráfica del portal de MaryCe, que muestra las barras de los distintos menús y el área de trabajo, en la cual se desarrollan las actividades o se presentan las informaciones.



Figura 1: Portal de entrada a MaryCe. Fuente: autores, tomado del software Maryce.

Se incluye un “menú principal de actividades” (fila superior), que fueron seleccionadas en conjunto con los maestros y psicólogos que atienden a los jóvenes con compromiso cognitivo leve del Taller Laboral donde se realizó la investigación acción participativa. Contiene siete botones que incluyen el botón de **inicio** (*home*), que restaura la interfaz del portal a la página de inicio y seis botones que son los vínculos a los diferentes contenidos para el aprendizaje de vocabulario básico en inglés; como son los **colores** (*colors*), **animales** (*animals*), **números** (*numbers*), el **abecedario** (*the abc*), la **familia** (*family*), y las **figuras geométricas** (*shapes*).

Al seleccionar cualquiera de los botones temáticos, se despliega en el área de trabajo un “menú secundario de actividades” que incluye, en cada caso, cuatro actividades de aprendizaje interactivo, como se muestra en la figura 2.

La primera, se ubica arriba y a la izquierda, consiste en una actividad de identificación de los objetos relacionando imagen-texto-sonido; la segunda, arriba y a la derecha contiene una inte-

ractividad donde la motricidad y la creatividad son estimuladas en los jóvenes, pues siempre propone la construcción y/o creación de alguna tarea concreta; la tercera, abajo y a la izquierda, se trata de un actividad lúdica para ejercitar la memoria a corto plazo, mediante asociación de imágenes y/o sonidos de acuerdo al formato empleado para su elaboración (*html 5, javaclíc o flash*) y, finalmente, la cuarta actividad es un video-musical o cuento narrado para reforzar emocionalmente lo aprendido.



Figura 2: Menú secundario de actividades. Fuente: autores, tomado del software Maryce.

El menú de información es de mucha importancia para el manejo del programa MaryCe, pues contiene el grupo de botones en español e inglés que permiten obtener información, ayuda y comunicación desde el programa y a través de la Web con otras páginas de utilidad.

Cada botón corresponde a una función particular; el botón **NOSOTROS** (*ABOUT US*) contiene información sobre MaryCe, los autores, la ULA-NURR y la licencia GNU (*GNU General Public License*, que garantiza el uso libre del software siempre que no se haga con fines mercantiles). Para acceder a ella se utiliza el menú colocado sobre la barra azul y también se puede acceder a una versión en inglés desde el menú principal de información en inglés.

El botón de **AYUDA** (*HELP*) enlaza con una versión del manual del usuario, con una interfaz muy atractiva pero muy sencilla para que pueda ser utilizada por los estudiantes con compromiso cognitivo leve.

El botón **MAESTRO** (*TEACHER*) que conduce al manual de los profesores abre un archivo pdf que contiene toda la información relevante que el instructor debe conocer para el funcionamiento óptimo de MaryCe-2013. Entre otros: cómo instalar el programa, como navegar en MaryCe, cómo utilizarlo con fines didácticos, cómo resolver problemas y comunicarse.

Conclusiones

La investigación cualitativa permitió múltiples puntos de contacto con el problema estudiado, por lo cual se determinó por observación directa e intensiva que la enseñanza que se realiza en la Escuela Técnica Robinsoniana y Zamorana para la diversidad funcional “Ciudad Trujillo” a los JCCL es muy personalizada por

lo cual se debe tomar en consideración las características cognitivas, físicas (motricidad) y emocionales para lograr que el software MaryCe pueda ser utilizado con comodidad por los usuarios, teniendo en cuenta que deben ser guiados por el maestro de aula para facilitar el proceso educativo.

A partir del diagnóstico realizado, sobre la identificación de las características particulares de los JCCL en la creación del software MaryCe se tomaron en cuenta algunos aspectos fundamentales como son: colorido en las imágenes visuales, para mantener la atención del usuario; la fuente de los textos y demás elementos para que no haya dificultad al momento de seleccionar los enlaces; diversidad en las actividades, pues a pesar de que se repiten en su intención didáctica sin embargo se cambian de forma para que no se vuelven rutinarios y aburridos. Además, como algunos de los JCCL no saben leer se agregaron sonidos, algunas actividades con voces que lo requerían para coadyuvar a la comprensión y a la expresión de los contenidos lingüísticos.

El programa se diseñó para ser trabajado en el escritorio (PC o *Laptop*) sin conexión a Internet, para garantizar su utilidad en contextos reales de la educación venezolana; pero, para aprovechar la gran cantidad de herramientas que actualmente se encuentra en la web, se agregaron algunas ventanas de conexión que requieren Internet, como son: ENLACES (*LINKS*), BUSCADORES (*SEARCHERS*), FACEBOOK, NOSOTROS (*ABOUT US*) y páginas web.

La estructura didáctica del programa MaryCe se diseñó como una herramienta pedagógica, lúdica y técnica para la enseñanza de estudiantes de acuerdo al dominio cognitivo de los potenciales usuarios, es decir que incluye un menú principal de actividades que pueden ser realizadas por todos los JCCL cuyo propósito es la adquisición de lenguaje comprensivo y expresivo a nivel de vocabulario o léxico básico de algunos temas específicos en inglés; un

menú de actividades adicionales para aquellos jóvenes con menor compromiso cognitivo y motriz, para apoyar la adquisición de algunas expresiones básicas para comunicarse en inglés y, finalmente, el menú de información que resultara de utilidad para todos los usuarios, independiente de cuanto avancen desde el punto de vista cognitivo.

La opinión de los informantes claves, incluyendo la reacción de los jóvenes con compromiso cognitivo leve consultados, fue altamente favorable a la versión final del programa MaryCe, por lo cual se puede afirmar que; cumple con los requerimientos técnicos de diseño, está adecuado a las necesidades e intereses de los usuarios y su interfaz es agradable, transparente, atractiva e interactiva, lo cual lo convierte en una propuesta válida que podría servir para mejorar y fortalecer el aprendizaje de los aspectos básicos del inglés lengua extranjera y con ello contribuir a la inclusión e integración de los jóvenes con compromiso cognitivo leve en el proceso educativo venezolano.

Referencias

ARAMAYO, M. Un Modelo Social Venezolano de la Discapacidad: De la Conceptualización a la Acción. *Trabajo de Ascenso*. Universidad Central de Venezuela. Caracas, 2003

ARAUJO, V; BRICEÑO, D. Uso del software educativo WELCOME ON BOARD como herramienta de apoyo didáctico para la enseñanza/ aprendizaje del vocabulario del idioma Inglés. *Trabajo de Grado*. 2012. Universidad de Los Andes. Núcleo Universitario Rafael Rangel. Departamento de Lenguas Modernas. Trujillo. Venezuela

BLUM, B. *Interactive Media: Essentials for Success*. Nueva York: Ziff Davis Publishing, 1995.

CHACÍN, J.; NEGRI, M. Uso del internet en la enseñanza de lenguas extranjeras. La perspectiva de los docentes en Trujillo, Venezuela. *Revista Academia*, v. 5, n. 10, 2009. Disponible en: <http://www.saber.ula.ve/bitstream/123456789/28814/1/articulo3.pdf>. Accedido el 14 de febrero de 2013.

FARÍAS, M.; OBILINOVIC, K., ORREGOD, R. Modelos de Aprendizaje Multimodal y Enseñanza-Aprendizaje de Lenguas Extranjera. *UT. Revista de Ciències de l'Educació*. Diciembre, 2010, p. 55-74.

GARRET, N. Technology in the Service of Language Learning: Trends and Issues. *The Modern Languages Journal*, n. 93, 2009, p. 697-718.

IUPPA, N. *Interactive Design for New Media and the Web*. 2a. ed. Boston, MA: Focal Press, 2001.

MORALES, S.; FERREIRA A. La efectividad de un modelo de aprendizaje combinado para la enseñanza del inglés como lengua extranjera: estudio empírico. *Revista de Lingüística Teórica y Aplicada*, v. 46, n. 2, 2008, p. 95-118.

MARQUÉS, P. (). Evaluación de programas educativos multimedia. En Ferrés, Joan y Marqués, P. (Coord.). *Comunicación Educativa y Nuevas Tecnologías*, p. 320-329. Barcelona, España: Praxis, 1999

MARQUÉS, P. Criterios de calidad en los programas educativos. *Revista MasPC*, n. 8, 2000, p. 218-219.

MARQUÉS, P. *Evaluación y selección de software educativo*. 2005. Disponible en <http://www.tecnoneet.org/docs/2002/62002.pdf>. Accedido el 04 de febrero de 2012.

MARQUÉS, P. (2009). *Entornos Formativos Multimedia: Elementos, Plantillas de Evaluación/ Criterios de Calidad*. Disponible en <http://www.pangea.org/peremarques/calidad.htm>. Accedido el 04 de febrero de 2012.

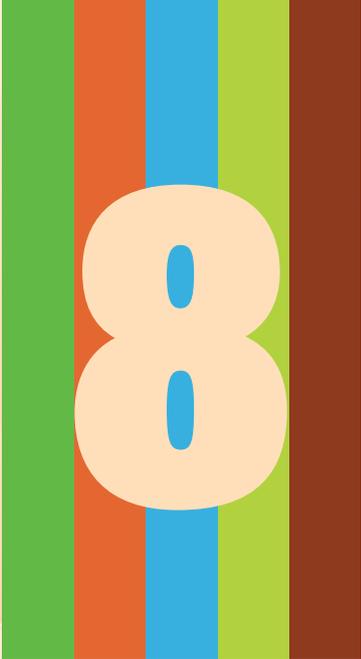
PEÑA, Y.; ARISTIZABAL, I. Estado del arte de las TICs aplicadas en niños y niñas con necesidades educativas especiales. *Trabajo de grado*. 2010. Universidad de La Sabana. Facultad de Educación. Licenciatura en Pedagogía Infantil. Chía (Cundinamarca), Colombia.

PIÑA. J. Diseño y Aplicación de Software Educativo para Facilitar el Aprendizaje del Inglés en el Séptimo Grado de Educación Básica. *Trabajo de grado*. 2011. Universidad de Los Andes. Núcleo Universitario "Rafael Rangel". Departamento de Lenguas Modernas. Trujillo, Venezuela.

República Bolivariana de Venezuela. Ley para las Personas con Discapacidad. *Gaceta Oficial* n. 38.598 del 05/01/2007.

República de Colombia. Ministerio de Educación Nacional. *Orientaciones Pedagógicas para la Atención Educativa a Estudiantes con Discapacidad Cognitiva*. 2006, Bogotá.

SHERMAN, R.R., WEBB, R. B. Qualitative research in education: A focus. En R. R. Sherman y R. B. Webb (Eds.), *Qualitative research in education: Focus and methods* (pp. 2-21). Philadelphia, PA: The Falmer Press. 1988.



8

*José Cáceres Moreno
Gladys Gutiérrez Nieto*

Estrategias Teórico-Prácticas para la Enseñanza de la Física

DOI: 10.31560/pimentacultural/2019.652.148-175



Resumen

El objetivo general de esta investigación fue establecer estrategias teórico-prácticas para propiciar un clima en el aula idóneo que permita mejorar el rendimiento estudiantil de los estudiantes de Física I. Para ello inicialmente se estudió la correlación entre el clima en el aula y el rendimiento estudiantil concluyendo que el clima en el aula involucra un conjunto de variables que se denominan contextos en el aula y que el rendimiento estudiantil es condicionado por factores personales. Ello condujo a desarrollar un cuerpo de recomendaciones con base a estrategias teórico-prácticas, partiendo de la teoría de Kurt Lewin. para establecer ocho estrategias. Este artículo expone este producto puesto que la primera parte ya fue publicada.

Palabras Claves

Clima en el aula, rendimiento académico, estrategias, enseñanza, Física.

Introducción

Con el pasar de los tiempos, se ha establecido la necesidad de cambios que permitan mejorar el rendimiento estudiantil, a partir de un clima de aula favorable, que conducen a la perfección de los diversos componentes del proceso de enseñanza-aprendizaje: objetivos, contenidos, métodos, formas de organización, medios de enseñanza y evaluación, y por supuesto también en la dinámica de dicho proceso.

Es de notar que, un clima de aula favorable, fomenta la participación entre estudiantes y profesores, como fuentes para el aprendizaje, en un contexto dialógico y colaborativo. De este modo, se considera esencial la mediación de otros sujetos en el aprendizaje personal, en un contexto dialógico y colaborativo, a través del cual los estudiantes participan de forma activa, se contribuye a la formación constructiva de los estudiantes como resultado de la utilización de las estrategias teórico-prácticas, para propiciar un clima en el aula favorable que permita optimizar el rendimiento estudiantil.

Considerando que, la vinculación de la teoría con la práctica permite tanto la formación de espacios para lograr la unidad de significados y sentidos, como la adquisición de un conocimiento científico, semejante a un significado verdadero sin sesgos; se tiene entonces que en este contexto, el estudiante incorpora ese significado con un sentido particular a la solución de tareas de una amplia aplicación.

A partir del planteamiento anterior, esta propuesta se enfoca en disponer estrategias teórico-prácticas para propiciar un clima en el aula idóneo que permita optimizar el rendimiento estudiantil de los estudiantes de Física I de Educación del Núcleo "Rafael Rangel", Trujillo estado Trujillo; con base a la teoría de Kurt Lewin, quien considera que la conducta de los individuos, depende de una

serie de variables dinámicas, esto se explica al suponer que todos los cambios en la estructura cognitiva se deben a ciertas fuerzas o entidades dirigidas a necesidades y motivaciones.

El establecimiento de estrategias teórico-prácticas para propiciar un clima en el aula idóneo que permita optimizar el rendimiento estudiantil de los estudiantes de Física I de Educación del Núcleo "Rafael Rangel", Trujillo estado Trujillo; se fundamenta legalmente en la Ley Orgánica de Educación (2009), en su artículo 44 relacionado a la apreciación y registro permanente mediante procedimientos científicos, técnicos y humanísticos, del rendimiento estudiantil, se medió a través de un proceso de apropiación y construcción de los aprendizajes, de acuerdo a factores socio-históricos y diferencias individuales.

Igualmente, esta propuesta se fundamenta en las diferentes concepciones manejadas por la Teoría de Kurt Lewin, la cual sustenta la teoría de campo o de la dinámica de grupos, quien considera el estudio de pequeños grupos humanos y de la dinámica que se desarrolla en ellos, partiendo de un enfoque gestaltista ortodoxo, considerando la situación total de los estudiantes, como su espacio vital, cercado por el entorno físico, o sea, el clima en el aula de clases con el que interactúa, el cual se encontraría influenciando por las percepciones y motivaciones de los estudiantes.

La Teoría de Kurt Lewin posee un enfoque dinámico, que fundamenta la propuesta, puesto que existe la necesidad o una tentativa de los estudiantes de adquirir aprendizajes significativos de la Física I, sin embargo, esto depende de los métodos constructivos de enseñanza utilizados por los profesores, los cuales deben estar cimentados, en diversos contextos como el personal, regulativo, instruccional, imaginativo-creativo.

Es importante precisar que, en esta propuesta se hace referencia a estrategias teórico-prácticas que permiten al profesor de Física I, encauzar y orientar los fenómenos que tienen lugar en el aula

de clases, en favor de un rendimiento estudiantil óptimo, centrado en la interacción tanto de los profesores con los estudiantes, como entre los estudiantes.

El objetivo de este trabajo fue elaborar una propuesta para propiciar un clima en el aula idóneo que permita optimizar el rendimiento estudiantil de los estudiantes de Física I de Educación del Núcleo “Rafael Rangel”, Trujillo estado Trujillo. Para ello se procuró fomentar las relaciones entre profesores y estudiantes de Física I y desarrollar actitudes de cooperación entre profesores y estudiantes de Física I de modo de facilitar al profesor de Física I, la búsqueda de soluciones a los problemas internos, comunicación intragrupal, y el desarrollo del sentido crítico, en los estudiantes de Física I, de Educación del Núcleo “Rafael Rangel”, Trujillo estado Trujillo.

La formulación de la propuesta sobre estrategias teórico-prácticas para propiciar un clima en el aula idóneo que permita mejorar el rendimiento estudiantil de los estudiantes de Física I de Educación del Núcleo “Rafael Rangel”, Trujillo estado Trujillo; surge por la necesidad de ofrecer a los profesores una serie de guías que le permitan facilitar los aprendizajes y logros de los estudiantes, a través de la mediación y la colaboración.

A partir de este escenario se justifica la propuesta, puesto que los profesores de Física I, deben asumir la función de coordinar y estructurar las actividades de los estudiantes, con relación a la consecución de los objetivos formativos. En efecto, deben hacer uso de estrategias teórico-prácticas, que sirvan como medios útiles para el proceso de comunicación que ha de tener lugar en el aula de clases, de este modo, sean instrumentos útiles para facilitar la reflexión sistemática de los estudiantes.

Las conclusiones presentadas una vez realizado el análisis de las variables “Clima en el aula” y “Rendimiento estudiantil”,

permitieron establecer las estrategias teóricas-prácticas enfocadas en el trabajo grupal, cooperativo y colaborativo, donde el profesor fomenta la participación de los estudiantes en las clases de Física I de Educación del Núcleo “Rafael Rangel”, Trujillo estado Trujillo.

Aporte Teórico:

Algunas Investigaciones Previas

Diversas investigaciones (ALVAREZ, 2001; BROCCO, 2006; RUIZ, MARTINEZ, ALVAREZ, 2006; BARRERA, 2007; PRIETO, MALDONADO, 2008; PINEDA, ARRIETA, DELGADO, 2009) explican que en la medida en que se usan estrategias instruccionales aumenta el rendimiento académico, utilizando tecnologías didácticas para motivar el cambio de actitud hacia la ciencia y el desarrollo de actividades investigativas y permiten orientar al docente para abordar espacios para concretar prácticas y acciones que potencien la formación del estudiante e influyan en su rendimiento académico.

Asimismo, Ruiz y Pachano (2005) explican que las prácticas evaluativas centradas en la evaluación sumativa es una tendencia en nuestros profesores que exigen más memorización que creación y análisis de los estudiantes, práctica que desfavorece el rendimiento académico.

El Clima en el Aula

Esta investigación tiene como laboratorio el aula de clase, implica interpretar lo que se conoce como “clima en el aula”, si se asimila al clima organizacional es un entorno físico que involucra factores relacionados con la convivencia de los miembros de esa organización.

El clima en el aula es una expresión compleja multidimensional compuesta por una parte material que abarca el mobiliario y la infraestructura y por otra inmaterial que incluye a las personas, sus características y el tipo de interacción que construyen en el espacio del salón de clases, destacando la interacción entre el profesor y los estudiantes y entre los estudiantes (ARÓN, MILICIC, 2004). La forma en los estudiantes y los docentes (RODRIGUEZ, 2004; BIGGER, 2005) sienten producto de sus interacciones formales e informales, tiene efecto sobre el aprendizaje de los primeros, su motivación al logro y el cambio de actitudes y conceptos.

El clima en el aula (FERNÁNDEZ, 2000; RIOS *et al.*, 2010) se desarrolla entre dos extremos; uno favorable, abierto, participativo, con oportunidades para la convivencia armónica académica, social y emocional y otro desfavorable, cerrado, autoritario, controlado, donde imperan relaciones de poder, de dominación y de control, sin estímulo de los procesos interpersonales, ni participación libre que inciden desfavorablemente en el aprendizaje.

El aula de clases, a nivel universitario, es el espacio que, refleja el proceso de transmisión de contenidos científicos constituidos en un lugar en que es posible desarrollar situaciones de enseñanza y de aprendizaje de naturaleza estratégica donde además de aprender contenidos se reflexiona sobre el cómo aprenderlos.

Se interpretan diversos contextos para el trabajo en el aula; (1) Contexto interpersonal, el trato y comunicación entre profesor y estudiantes y estudiantes-estudiantes como proceso recíproco en el cual se valoran los comportamientos de cada uno; (2) Contexto regulativo, como la percepción de los estudiantes de las reglas y las relaciones de autoridad en donde se normalizan las pautas de convivencia, los derechos y obligaciones de cada actor en el aula de clase para favorecer el propósito didáctico planteado y el rendimiento académico; (3) Contexto instruccional, refiere a las estrategias de

motivación y presentación de los objetivos de estudio de acuerdo a la intencionalidad pedagógica buscando el aprendizaje del tema enseñado y la creatividad para nuevas aplicaciones que muestran el rendimiento estudiantil; (4) Contexto imaginativo-creativo refiere a los aspectos ambientales que estimulan a construir, crear y recrear el mundo y las ideas de los estudiantes para involucrarlos y desarrollar todas sus potencialidades para aprender.

El Rendimiento Estudiantil

El rendimiento estudiantil es el resultado del proceso de aprendizaje a través del cual el docente en conjunto con el estudiante puede determinar en qué cantidad y calidad ha sido captado por este último. Lo que indica que el rendimiento académico es un indicador del nivel de aprendizaje alcanzado por el estudiante, entendido como una medida de las capacidades que en forma estimativa expresan lo que una persona ha aprendido como consecuencia de un proceso de instrucción.

La Ley Orgánica de educación (2009) en su artículo 44 reseña que se debe apreciar y registrar de manera permanente mediante procedimientos científicos, técnicos y humanísticos, el rendimiento estudiantil, el cual es un proceso de apropiación y construcción de los aprendizajes de acuerdo a factores socio-históricos y diferencias individuales.

Para Méndez (2001) el rendimiento estudiantil es “la medida de las capacidades que manifiestan en forma estimada lo que ha aprendido una persona como consecuencia de un proceso de formación” (p. 8). Así, explica que el rendimiento estudiantil puede ser mejorado a través de algunas estrategias, como: asistencia puntual a clase, atención a los contenidos, aplicación de técnicas de estudio adecuadas al contenido de la asignatura, estudio en un lugar limpio, aireado y con buena luz, bajo un clima de tranquilidad,

actitud de paz en los exámenes, entre otras. Una situación de aprendizaje en términos de logros implica una modificación de la conducta, del conocimiento que obedece al crecimiento y los factores internos del estudiante.

Uno de los objetivos del papel del docente es mejorar y actualizar estrategias y métodos de enseñanza para que los estudiantes obtengan un rendimiento académico satisfactorio. Si se desea estudiar el desempeño de los estudiantes de los estudiantes durante su carrera, la ponderación de la cantidad de materias aprobadas y el promedio de notas obtenido indican un valor de su productividad.

El rendimiento académico no sólo debe expresar el nivel del aprendizaje de los estudiantes además el nivel pedagógico de los docentes, lo que muestra exige que ambos actores deben preocuparse por su papel en el proceso de aprendizaje. En Física, el rendimiento estudiantil es una cuestión que exige al docente preocuparse por cómo se enseña y no que se enseña, eso hará la diferencia, la actitud del estudiante hacia la Física, su motivación para aprender las estrategias para facilitar y promover el aprendizaje reflejan el nivel de eficiencia y eficacia del proceso de enseñanza aprendizaje y en consecuencia en sus resultados expresados en el rendimiento académico evitando la repitencia de la asignatura y los bajos índices académicos.

Los factores que condicionan el rendimiento estudiantil (PIÑERO; RODRÍGUEZ 2003; GARCÍA, ALVARADO, JIMÉNEZ, 2000) que contribuyen a desarrollar armónico del individuo para desenvolverse en sus contextos sociales, familiares y escolares: (1) Factores personales, en tanto capacidades intelectuales, aptitudes, preparación académica, dominio de técnicas instrumentales; (2) Factores de relaciones sociales, en tanto el grado de interacción e integración entre los estudiantes y con sus profesores, así como la adecuada satisfacción de necesidades, autoevaluación, confianza

y reconocimiento; (3) Factores socioeconómicos y culturales que implican la importancia de la responsabilidad compartida entre la familia, la comunidad y la escuela e incluye las características del estudiante, las horas que se dedican al estudio, el nivel de instrucción; y (4) Factores ambientales, se incluyen el ambiente de su contenido, el clima escolar, la zona geográfica de residencia y de la institución escolar y las expectativas del profesor.

Estrategias Teórico-Prácticas

Las estrategias son “todos aquellos enfoques y modos de actuar que hacen que el profesor dirija con pericia el aprendizaje de los alumnos” (CARRASCO, 2004, p. 83). La didáctica explica que una estrategia es una estructura coherente que ofrece un amplio campo de posibilidades para la acción pedagógica. Ello orienta a un plan en el cual los docentes combinan objetivos, contenidos y actividades con el propósito que los estudiantes logren aprendizaje significativo, en la práctica requiere del perfeccionamiento de procedimientos y técnicas para la acción docente dinamizando el proceso de aprendizaje.

La necesidad de realizar cambios profundos en la enseñanza de la ciencia, requiere perfeccionar los diferentes componentes del proceso de enseñanza-aprendizaje, objetivos, contenidos, métodos, formas de organización, medios de enseñanza y evaluación. Para Barrera (2007) adaptar la enseñanza de la Física a las condiciones de los estudiantes involucra mayores exigencias al docente para dirigir el aprendizaje, replanteando sus relaciones con los estudiantes y creando condiciones estratégicas para desarrollar los contenidos promoviendo un buen clima relacional, de participación y cooperación que procure mejores actitudes de los estudiantes y su independencia en la construcción de su conocimiento. Así, al

estudiar los fenómenos físicos y sus leyes, explicando la relación causa-efectos y la significación de cada uno de los elementos que explican un fenómeno. se hace necesario recurrir al uso de demostraciones, experimentos, software conjugado con el planteamiento de situaciones problemáticas que despiertan el interés de los estudiantes y confieren verdadero significado al aprendizaje de la Física.

A continuación, se muestra algunos aspectos teóricos que respaldan la propuesta, información adicional que le aportara al docente estrategias, técnicas y métodos utilizados dentro de la propuesta.

Ideas Previas

Gonzales y Salas (2010), lo definen como las ideas que el alumno ya posee acerca de los temas que va abordar en el aula, por lo general son incompletos o equivocados, sin embargo, necesarios para iniciar cualquier proceso de aprendizaje significativo.

Aprendizaje Significativo

Barriga y Gerardo (2002, online), lo define como: “Es aquel que conduce a la creación de estructuras de conocimiento mediante la relación sustantiva entre la nueva información y las ideas previas de los estudiantes”.

Mapas Conceptuales

Es una estrategia mediante la cual los diferentes conceptos y sus relaciones pueden representarse fácilmente. Los conceptos guardan entre si un orden jerárquico y están unidos con líneas

identificadas por palabras (de enlace) que establecen la relación que hay entre ellos.

Guerrero (1997, online), los define como:

“... una presentación visual que contiene un resumen esquemático de la estructura cognoscitiva del individuo sobre un aspecto determinado. Dicha estructura consiste en un conjunto de conceptos relacionados y ordenados de una manera jerárquica”.

De acuerdo a esto, el mapa conceptual permite la secuencia lógica de los conceptos, en nuestro caso particular, conceptos Físicos relacionados con Dinámica. Teniendo como idea principal la adquisición y construcción de conocimientos en la Física, fortaleciendo el proceso de enseñanza-aprendizaje.

La V de Gowin

Otro recurso utilizado es la V de Gowin, con la finalidad de que los estudiantes aprendan a aprender. Consiste en un diagrama en forma de V, en el que se representa de manera visual la estructura del conocimiento. Aprendemos sobre ellos construyendo preguntas en base a conceptos y teorías (organizados previamente) que explican el comportamiento de fenómenos.

Los Contenidos Conceptuales

Barriga y Gerardo (2002, online), dicen que este se:

“construye a partir del aprendizaje de conceptos, principios y explicaciones, los cuales no tienen que ser aprendidos en forma literal, sino abstrayendo su significado esencial o identificando las características definitorias y las reglas que los componen”.

Los Contenidos Procedimentales

Barriga y Gerardo (2002, online), lo describen como el

“saber hacer; constituye el tipo de conocimiento relativo a la ejecución de procedimientos, estrategias, técnicas, habilidades, destrezas, métodos, etcétera. El conocimiento procedimental es de tipo práctico, porque se basa en la realización de varias acciones u operaciones dirigidas hacia la consecución de una meta determinada”.

Los Contenidos Actitudinales

Denominado “saber ser”, comprende las actitudes, valores, ética personal y profesional.

Resultados y discusión

La Propuesta

Sobre la base del diagnóstico se diseñaron una serie de estrategias teórico-prácticas para propiciar un clima en el aula idóneo que permita mejorar el rendimiento estudiantil de los estudiantes de Física I de Educación del Núcleo “Rafael Rangel”, Trujillo estado Trujillo.

Se desarrollaron ocho (8) estrategias teórico-prácticas diseñadas para propiciar un clima en el aula idóneo que permita mejorar el rendimiento estudiantil de los estudiantes de Física I de Educación del Núcleo “Rafael Rangel”, Trujillo estado Trujillo, a saber:

Establecimiento participativo de normas

El profesor de Física I, tiene la función de facilitar los aprendizajes y logros de los estudiantes, a través de la mediación y la colaboración; así en el aula de clases, debe conducirse de forma participativa y democrática; es decir, propiciar una estructura de funcionamiento en la que facilite a los estudiantes, la definición de los objetivos de la asignatura, la elección de las estrategias y medios para conseguirlos, respetando y apoyando las decisiones tomadas. Sin embargo, la participación de los estudiantes, estaría condicionada por el contexto externo e interno del grupo de estudiantes en cuestión, puesto que la enseñanza-aprendizaje de la Física I, persigue el crecimiento y el desarrollo de los estudiantes.

En función de lo anterior, el profesor de Física I, debe establecer las normas que regularán las relaciones en el aula de clases, junto a los estudiantes, a fin de conseguir que estos sean conscientes de la fijación de pautas de convivencia, de esta manera, pueden ellos mismos determinar qué actuaciones pueden o no pueden llevar a cabo, además de cuáles serían los derechos y obligaciones, tanto de los profesores como de los estudiantes.

Estas estrategias permiten tanto a los profesores como estudiantes, elaborar en equipo, todas las actividades inherentes al curso, generando así, un clima de gran cohesión y participación, en el que abundan las comunicaciones en todos los sentidos, en efecto, el rendimiento estudiantil será aumentado, proporcionando a los estudiantes un efectivo beneficio personal.

Utilización de métodos de enseñanza motivacionales basadas en las TIC's

Los profesores de Física I, deben promover la cooperación entre los estudiantes y el trabajo en equipo, convertir el aula de clases en un ambiente de solidaridad y cooperativismo. Por tanto, es pertinente que consideren en su planificación programática, el uso de métodos motivacionales para la enseñanza de la Física I, que permitan a los estudiantes analizar resultados obtenidos de comparaciones realizadas entre teorías y observaciones experimentales conducentes al aprendizaje significativo de esta asignatura.

Para que los estudiantes sean responsables de su propia formación, deben necesariamente aprender a hacer, a ser y a convivir. Esto se logra al operar directamente con los diferentes objetos, procesos y leyes, lo cual se favorece mediante el uso de medios y recursos de diferentes tipos. En este caso, los profesores, deben emplear métodos motivacionales basadas en las TIC's, para la enseñanza-aprendizaje de la Física I, puesto que las tecnologías facilitan el manejo de la información y la socialización del conocimiento.

Se sugiere la utilización de software que pueden ser bajados de la red y adaptados para su uso sin necesidad de conexión a internet; así, desde cualquier computadora los estudiantes de Física I, podrán estudiar aquellos aspectos que requieran un nivel alto de abstracción. En general, las estrategias motivacionales les ayudarán a adquirir aprendizajes, con base a la actitud crítica hacia el conocimiento científico y cooperación resultante del trabajo en equipo, más no se basará en la memorización de temas implícitos.

Adaptación imagino-creativa del aula de clases

El clima en el aula constituye un elemento clave de la enseñanza-aprendizaje, está representado por una serie de interacciones entre profesores y estudiantes, estudiantes-estudiantes, que tipifican conductas denotadas por la motivación de logros, actitudes, entre otros. Dado que, dentro del aula de clases hay más de un estudiante, esto implica la existencia de la convivencia y están en la necesidad de compartir experiencias, es por esto que los profesores de Física I, deben ir más allá de la enseñanza y fomentar un clima positivo debido a que este influye en las actitudes y conductas de convivencia estudiantil.

Los profesores de Física I, deben ambientar el aula de clases atendiendo a la diversidad estudiantil, esto quiere decir, partiendo de los intereses y necesidades de los estudiantes, con la intención de fomentar entre los estudiantes, el trabajo cooperativo y solidario; así como la adquisición de valores como el aprender a convivir, esto a su vez, permitirá estimularlos a experimentar y ser creativos para lograr el aprendizaje esperado en el curso, permitiendo finalmente, establecer un ambiente favorable al clima emocional tanto de los estudiantes, como de los profesores.

Se destaca que la adaptación imagino-creativa del aula de clases de Física I, debe estar direccionada al establecimiento de un clima abierto, participativo, ideal, coherente, en el cual existiría mayor posibilidad para la formación integral de los estudiantes, desde el punto de vista académico, social y emocional, puesto que existirían más oportunidades para la convivencia armónica.

Organización de grupos de trabajo cooperativo

Se sugiere la organización de pequeños grupos de estudiantes en el aula de clases, para lo cual el profesor deberá brindar atención especial a los que presenten dificultades en la solución de los problemas. Una adecuada colaboración entre los estudiantes, que posibilite la realización de las tareas y actividades, que los estimulen a la ayuda mutua, y a la vez fomente las buenas relaciones entre ellos.

La interacción entre los estudiantes en el aula de clases, puede propiciar diferentes espacios, momentos y condiciones para ejercer importantes influencias educativas, a partir de la valoración-autovaloración tanto de su comportamiento como del resultado de la actividad. Esto se puede lograr mediante:

- La realización de trabajos en pequeños grupos, en ejecución de tareas donde trabajen con el software.
- La realización de tareas investigativas donde se propicie el trabajo colectivo, dentro y fuera del aula.
- El control del equilibrio personal en las relaciones entre los alumnos. Cuando se trabaja tanto en pequeños grupos, como en el grupo completo, se logrará la autorregulación de las emociones.

Utilización continua de técnicas grupales de producción del conocimiento

La teoría de Kurt Lewin hace referencia al trabajo grupal, colaborativo y cooperativo, en este caso, el profesor de Física I, para fomentar el desarrollo de esta clase de grupos de estudiantes en el aula de clases, debe aprovechar al máximo la capacidad del trabajo en grupo, mediante una adecuada organización de las tareas en función de los objetivos propuestos. Es pertinente la utilización de

técnicas grupales que permitan entre los estudiantes la producción de conocimiento sobre los contenidos del curso de Física I, dentro de dichas técnicas se destacan: el estudio de casos, torbellino de ideas, phillips 66, mesa redonda y el panel.

Problematización de los contenidos de Física I

Los estudiantes de Física I, pueden aprender mejor sobre el curso, si el profesor los enfrenta a situaciones que les induzca a reflexionar y cuestionar, es decir, si problematiza los contenidos, planteando tareas, situaciones problemáticas, ejemplificando, mostrando contradicciones, experimentando y demostrando, las cuales permiten enfrentar a los estudiantes con problemas que despierten la curiosidad y el interés por aprender. De este modo, el profesor del curso de Física I, puede tomar como punto de partida una situación polémica que estimule la observación; se destaca que, los problemas deben ser planteados tanto por el profesor, como por los estudiantes.

En resumen, esta estrategia permitirá en los estudiantes el desarrollo de la capacidad interpretativa, porque deben interpretar, explicar, argumentar, además de potenciar la formación conceptual-metodológica de la asignatura en cuestión, ya que la observación, la experimentación y otros métodos propios de la Física, ayudan al estudiante a la comprensión del entorno; implica fijar la atención, discriminar elementos, relacionarlos, interpretarlos.

Nivel pedagógico del profesor como medida para evaluar el rendimiento estudiantil

El rendimiento estudiantil de las clases de Física I, debe ser evaluado y medido para identificar las variables y posibles

nexos, implícitos en su predicción, pues la elección de una medida adecuada, suele estar condicionada por la disponibilidad de información. De esta forma, es relevante determinar en qué forma influyen en el rendimiento académico los diferentes factores que intervienen en el proceso educativo, para reforzar los que inciden favorablemente y adoptar los correctivos necesarios, en los disfuncionales.

Debido a lo anterior, el rendimiento de los estudiantes no debe ser medido sólo según las calificaciones obtenidas, o según el nivel de repitencia o deserción estudiantil, sino que además se considera pertinente, tomar en cuenta el nivel pedagógico de los profesores, esto quiere decir, evaluar si verdaderamente poseen la pedagogía necesaria para lograr el rendimiento esperado; puesto que, no es un secreto, que la mayoría de los profesores de Física, independientemente de su formación, conocen sobre los contenidos de la asignatura, sin embargo, no cuentan con la pedagogía requerida para enseñar los conocimientos que poseen.

Actualización semestral de los métodos de enseñanza

Uno de los objetivos del profesor universitario, es mejorar y actualizar los métodos de enseñanza para que los estudiantes obtengan un rendimiento académico satisfactorio. En este sentido, los profesores de Física I, deben actualizar cada semestre, los métodos de enseñanza que utiliza para lograr el aprendizaje de los estudiantes, pues la carencia de recursos didácticos innovadores, ha influenciado en el rendimiento estudiantil esperado, conduciendo a la repitencia de los estudiantes; aunado a ello, cada grupo de estudiantes presenta distintas dificultades y necesidades.

Factibilidad de la propuesta

La factibilidad de uso de las estrategias teórico-prácticas para propiciar un clima en el aula idóneo que permita mejorar el rendimiento estudiantil de los estudiantes de Física I de Educación del Núcleo “Rafael Rangel”, Trujillo estado Trujillo, está dada en tres puntos clave:

Factibilidad técnica. Para su desarrollo sólo es necesaria la inversión en capacitación para de los profesores de Física I, por tanto, no se requerirán recursos financieros, administrativos, logísticos y humanos que generen costos adicionales.

Factibilidad económica-material. El Núcleo “Rafael Rangel”, dispone de los recursos materiales necesarios para la implementación de las estrategias teórico-prácticas, entendiéndose que su viabilidad será exitosa, siempre que se asuma con consciencia que dichas estrategias conducirán a la ejecución conjunta de una serie de actividades, en las cuales deben participar de forma activa tanto los profesores como los estudiantes.

Factibilidad institucional. Todos los profesores de Física I, que consideren la aplicación de las estrategias teóricas-prácticas, participarán de forma activa, direccionando las estrategias al fomento de un clima en el aula idóneo que permita mejorar el rendimiento estudiantil de los estudiantes de Física I.

Plan de Sesiones

Se presenta a continuación las sesiones de trabajo en el aula que conforman la estrategia planteada para lograr un buen clima en el aula que conlleven a un buen rendimiento estudiantil.

Las tablas 1 y 2 muestran la organización y planificación del trabajo en el aula de clase para enseñar la Dinámica de la Partícula utilizando las estrategias discutidas para generar un buen clima en el aula.

Tabla 1: Sesión 1 para el Estudio de la Dinámica de la Partícula

Sesión #1: Estudio de la Dinámica de la Partícula		
Objetivo: Analizar y comprender las Tres Leyes de Newton		
Contenidos		
Conceptuales	Procedimentales	Actitudinales
La Dinámica. Noción de aceleración, masa, inercia y fuerza. Tipos de fuerzas.	Reflexionar sobre la idea que tienen del concepto de masa y fuerza (conocimientos previos). Reflexionar con experimentos como se relacionan la masa, aceleración y fuerza. Descripción de forma oral y escrita lo observado. Identificar fuerzas. Comprensión de las leyes de Newton.	Establecimiento de normas de participación en el aula. Valorar el trabajo en grupo. Reconocer la importancia de las leyes de Newton en la comprensión de los fenómenos físicos. Repaso de las ideas previas de los alumnos.
Actividades a realizar		
<p>Mostrar, con el uso del video Beam, videos relacionados con las leyes de Newton. Utilizar video Beam para presentaciones en Power Point acerca del tema. Conformación de grupos de 3-4 integrantes. Analizar fenómenos de nuestra vida cotidiana que permitan explicar la relación entre masa, aceleración y fuerza. Introducir preguntas que tiene que ver con situaciones problematizadoras. Por ejemplo: ¿Qué hace que un cuerpo se mueva?, ¿Por qué es necesario el uso del cinturón de seguridad en los automóviles? Discutir acerca de los conceptos de masa y fuerza. Elaborar conclusiones sobre los conceptos de masa, aceleración y fuerza. Formar equipos de trabajo, para diseñar un experimento con la ayuda del docente. Realización del experimento plano inclinado con la finalidad de identificar las leyes de Newton en este fenómeno. Identificar las fuerzas existentes en la masa que utilizamos en el experimento plano inclinado. Resolver Sopa de letras y crucigrama referentes al tema. Continúa:...</p>		

Recursos	Video Beam, Balanza, Cuerpos sólidos de formas regulares e irregulares, Plano inclinado, Carrito, Dinamómetro, Regla. Papel de gráficos.
Evaluación	
Instrumentos: Lista de cotejo Trabajo experimental. Examen escrito tipo selección múltiple y desarrollo.	Técnicas: Torbellino de ideas. Evaluación diagnóstica inicial. Evaluación formativa y Evaluación sumativa.

Tabla 2: Sesión 2 para el Estudio de la Dinámica de la Partícula

Sesión #2 Construcción de mapa conceptual y V de Gowin		
Objetivo: Construir un mapa conceptual y V de Gowin acerca de la Dinámica.		
Contenidos		
Conceptuales	Procedimentales	Actitudinales
Mapa conceptual. V de Gowin. Dinámica. Aceleración, masa y fuerza. Leyes de Newton. Tipos de Fuerzas.	Realización de Mapa Conceptual. Realización de la V de Gowin. Demostración de las Leyes de Newton. Comprensión de las leyes de Newton.	- Valoración de la curiosidad en situaciones de interrelación social. - Reconocimiento de la importancia del trabajo en grupo en la búsqueda de la solución de un problema. - Valoración de las tres leyes de Newton para la comprensión de fenómenos físicos.
Actividades a realizar		
Utilizar video Beam para presentaciones en Power Point acerca del tema. Conformación de grupos de trabajo de 3-4 integrantes. Cada grupo debe elaborar un mapa conceptual y V de Gowin acerca de Dinámica. Para esto es necesario Identificar la idea principal, asociar la idea con una imagen. Debatir las ideas, de cada integrante de los grupos, acerca de las leyes de Newton.		

Recursos	Video Beam, Pizarra acrílica, Hojas tipo carta blancas, Marcadores acrílicos de colores, Textos.
Evaluación	
Instrumentos: Escala de estimación.	Técnicas: Trabajo grupal. Lluvia de ideas. Discusión grupal.

Validación de la Propuesta

Para la validación de la propuesta se consideraron cuatro (4) profesores del área de física que han impartido la asignatura, Física I, a estudiantes de educación mención Física y Matemática del Núcleo “Rafael Rangel”.

Para este proceso se utilizó un cuestionario, como instrumento de recolección de datos, con una escala de estimación estructurada de 20 ítems; los cuales describen aspectos importantes de la propuesta. La Tabla 3 muestra los resultados de la validación de la propuesta y se muestra a continuación.

Tabla 3: Resultados de la validación de la propuesta.

No.	Ítems	μ	σ^2
1	La presentación es atractiva.	4,75	0,19
2	Los objetivos a alcanzar están claramente formulados.	4,75	0,19
3	Los contenidos (conceptuales, procedimentales y actitudinales) se adecuan al nivel de estudio.	4,50	0,25
4	Las estrategias didácticas (enseñanza y aprendizaje) empleadas están basadas en un enfoque constructivista.	4,50	0,25
5	Los recursos a utilizar son adecuados y de fácil acceso.	4,75	0,19
6	Facilita el proceso de enseñanza-aprendizaje del tema “Conservación de la Energía”.	4,50	0,25
7	Resalta la aplicabilidad de los contenidos con la vida diaria.	4,75	0,19

8	Las actividades a realizar en clase presentan una secuencia lógica.	4,50	0,25
No.	Ítems	μ	σ^2
9	La aplicación de la propuesta permite que el estudiante extrapole los conocimientos a otras situaciones.	5,00	0,00
10	Existe correspondencia entre la teoría y los trabajos prácticos.	4,25	0,19
11	La aplicación de la propuesta permite que el estudiante adquiera un aprendizaje significativo.	4,50	0,25
12	Las referencias bibliográficas son suficientes y adecuadas al tema de estudio.	4,75	0,19
13	Sirve de modelo para desarrollar otros trabajos sobre enseñanza de la física.	4,75	0,19
14	La propuesta permite el desarrollo de actitudes de cooperación entre el profesor y los estudiantes.	5,00	0,00
15	La propuesta permite el desarrollo del sentido crítico de los estudiantes.	4,50	0,25
16	La propuesta utiliza métodos de enseñanza motivacionales basados en TIC's.	4,75	0,19
17	La propuesta permite el desarrollo del trabajo grupal entre los estudiantes.	5,00	0,00
18	La propuesta se ajusta al contenido programático de Física I para estudiantes de educación mención Física y Matemática	4,75	0,19
19	La propuesta permite enfrentar a los estudiantes con problemas que despierten la curiosidad y el interés por aprender.	5,00	0,00
20	Los instrumentos de evaluación permiten establecer el logro del aprendizaje significativo de los conceptos.	5,00	0,00
	TOTALES Valoración: Muy Elevado Predominio	4,71	0,05

Fuente: cálculo basado en las respuestas del cuestionario aplicado a los profesores del Área de Física que imparten Física en la carrera de Educación Mención Física y Matemática del Núcleo "Rafael Rangel" (2013)

Según la tabla 3, la validación de la propuesta, se muestra con un promedio muy elevado de 4.71 con una varianza de 0.05, por cuanto se puede concluir que la propuesta cumple con los requisitos necesarios para ser aplicada a los estudiantes de Física I de la carrera de Educación Mención Física y Matemática del Núcleo “Rafael Rangel”.

Conclusiones

Se diseñaron estrategias teórico-prácticas que propicien un clima en el aula idóneo que permita mejorar el rendimiento estudiantil de los estudiantes de Física I de Educación del Núcleo “Rafael Rangel”, Trujillo estado Trujillo; con base a los resultados obtenidos, se logró apreciar la necesidad de aplicar nuevas estrategias, que permiten lograr el establecimiento de un clima de aula necesario para lograr el rendimiento esperado en los estudiantes, dentro de las estrategias propuestas se tienen las ocho (8) siguientes: (1) establecimiento participativo de normas; (2) métodos de enseñanza motivacionales basados en TIC's; (3) adaptación imagino-creativa del aula de clases; (4) organización de grupos de trabajo cooperativo; (5) técnicas grupales de producción del conocimiento; (6) problematización de los contenidos de Física I; (7) nivel pedagógico como medida de rendimiento estudiantil y (8) actualización semestral de los métodos de enseñanza.

De acuerdo a las conclusiones establecidas en la investigación, se plantearon una serie de recomendaciones significativas para propiciar un clima en el aula idóneo que permita mejorar el rendimiento estudiantil de los estudiantes de Física I de Educación del Núcleo “Rafael Rangel”, Trujillo estado Trujillo.

Hacer llegar los resultados de esta investigación a los profesores del Área de Física que imparten Física en la carrera de Educación Mención Física y Matemática del Núcleo “Rafael Rangel”, a fin de proporcionar una reflexión la manera de cómo se están desarrollando las clases. Hacer un seguimiento de la aplicación de las estrategias teórico-prácticas diseñadas, para analizar los resultados y determinar la operatividad de las mismas. Se sugieren nuevas investigaciones utilizando el paradigma cualitativo a fin de profundizar con mayor precisión las variables “Clima en el aula” y “Rendimiento estudiantil”.

Referencias

ÁLVAREZ, María. Estrategias instruccionales utilizadas por los docentes en el rendimiento académico de los estudiantes de la Universidad Bolivariana de Venezuela. *Trabajo de grado no publicado*. 2011. Maestría en Docencia para la Educación Superior. Universidad Nacional Experimental “Rafael María Baralt” (UNERMB). Cabimas.

ARÓN, Ángel y MILICIC Néstor. *Clima social escolar y desarrollo personal*, Santiago: Andrés Bello, 2004

BARRERA, J. La enseñanza de la Física a través de habilidades investigativas: una experiencia. *Lat. Am. J. Phys. Educ.* v.1, n. 1, septiembre, 2007

BIGGS, Juan. *Calidad del aprendizaje universitario*. Madrid: Narcea, 2005

BROC Miguel. Motivación y rendimiento académico en alumnos de Educación Secundaria Obligatoria y Bachillerato. *LOGSE Revista de Educación*, 340, 2006, p. 379-414.

CARRASCO, J. *Una didáctica para hoy: Cómo enseñar mejor*. España: Ediciones Rialp, S.A. 2004.

COY, N; OROBIO, R; ORTIZ, M. La estrategia didáctica como elemento dinamizador del desarrollo del pensamiento matemático. *Memorias del VI Encuentro de Innovadores e Investigadores en Educación*, 1988. Convenio Andrés Bello, Caracas, p. 154-175.

DÍAZ, F; HERNÁNDEZ, G.; BARRIGA, A. ESTRATEGIAS DOCENTES PARA UN APRENDIZAJE SIGNIFICATIVO: Una Interpretación constructivista. 2ª ed. México: Editorial Mc Graw Hill, 2002.

FERNÁNDEZ, Enguita. La Organización escolar: agregado, estructura y sistema. *Boletín de Novedades CREDI – OEI*, 2000. Disponible en www.campus-oei.org/n3835.htm. Accedido en: 25 de abril 2011.

GARCÍA, M; ALVARADO, J.; JIMÉNEZ, A. La predicción del rendimiento académico: regresión lineal versus regresión logística. *Psicothema*, v. 12, Supl n. 2, 2000, p. 248-252.

GONZÁLEZ, A.; SALAS, Y. Metodológicas Empleadas en el Proceso de Enseñanza/Aprendizaje de la Física en el Nivel de Educación Media General. *Trabajo de grado no publicado*, 2010. Lic. en Educación mención Física y Matemática. Universidad de Los Andes, Núcleo Rafael Rangel. Trujillo.

GUERRERO, L. Estrategias para un aprendizaje significativo-constructivista, *Enseñanza*, v. 15, 1997, p. 29-50

LEWIN, Kurt. *Dinámica de la personalidad*. Ed. Morata. 1973.

LEY ORGÁNICA DE EDUCACIÓN. Asamblea Nacional. *Gaceta Oficial* n. 5929. 2009. República Boliviana de Venezuela. Caracas.

MÉNDEZ, T. *El Rendimiento Estudiantil*. Caracas: El Punto. 2001

Molina de C, Nora y Pérez, Isabel. El clima de relaciones interpersonales en el aula un caso de estudio. *Paradigma*. v. 27, n. 2, Maracay, 2006.

PINEDA Lenda, ARRIETA Xiomara, DELGADO Mercedes. Tecnologías didácticas para la enseñanza aprendizaje de la Física en Educación Superior. *TELEMATIQUE Revista Electrónica de Estudios Telemáticos*. v. 8, n. 1, 2009.

PIÑERO, L.J.; RODRÍGUEZ A. Los insumos escolares en la educación secundaria y su efecto sobre el rendimiento académico de los estudiantes. Human Development Department. *LCSHD Paper series*, n. 36. The World Bank. Latin America the Caribbean Regional Office. 2003.

PRIETO Luis y MALDONADO Anderssen. Actitudes hacia la ciencia en estudiantes de Secundaria. *PSYCHOLOGIA: Avances en la Disciplina*. v. 2, n. 1, 2008, p. 133-160.

PUCHE, I. *La cara oculta del rendimiento estudiantil*. Buenos Aires: Editorial Siglo Veinte.

REDONDO, C. *Libertad, creatividad en la educación*. Barcelona: Editorial Paidós. 2001

RÍOS, DANIEL *et al.* Factores que inciden en el clima de aula universitario. *RLEE México. Artículos y Ensayos*. v. XL, n. 3 y 4, 2010 p.105-126.

RODRÍGUEZ, N. El Clima Escolar. *INVESTIGACION Y EDUCACION*, v. 3, n. 7, 2004.

RUÍZ Juan; MARTÍNEZ Tomás y ÁLVAREZ Nivia. Estrategia didáctica para la formación integral del estudiante de bachillerato mediante el proceso de enseñanza-aprendizaje de la Física. *Revista Iberoamericana de Educación*, n. 40/2 – 10 de octubre. 2006.

RUIZ Lidia y PACHANO Lizabeth. La Docencia Universitaria y las Prácticas Evaluativas. *EDUCERE*, v. 9, n. 31, 2005, p. 531-540.



9

*Daiyibeth Carrasquero
Hebert Lobo*

Estrategias lúdicas para evaluar en física

DOI: 10.31560/pimentacultural/2019.652.176-193



Resumen

Se diseñaron y aplicaron estrategias lúdicas de evaluación en un curso de Física de educación media general, para luego capacitar profesores con nuevas técnicas, instrumentos y estrategias de evaluación. Estudio cualitativo del tipo investigación - acción – participativa siguiendo cuatro fases: diagnóstica, planificación, ejecución y evaluación, realizado con profesores, estudiantes y representantes del Liceo Bolivariano “Chejendé”, Trujillo-Venezuela. Los resultados permiten concluir que la aplicación de estas estrategias genera un cambio significativo en la praxis de los profesores, que deben superar las técnicas convencionales, y de los estudiantes que enfrentan con mayor confianza el proceso de evaluación en la construcción del conocimiento.

Palabras claves:

Estrategias Lúdicas, Evaluación, Física.

Introducción

Para el sistema educativo venezolano (REPÚBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA, 2009) la evaluación, como parte del proceso de enseñanza y aprendizaje, debe ser democrática, participativa, continua, integral, cooperativa, sistemática, cuali-cuantitativa, diagnóstica, flexible, formativa y acumulativa y, la concibe, como un proceso que permite determinar y valorar el logro de los objetivos, tomando en cuenta las condiciones en las cuales se produce el aprendizaje, con la finalidad de tomar decisiones que contribuyan a reorientar, mejorar y garantizar la acción educativa.

Con la reforma curricular la evaluación en el contexto venezolano debería producir un cambio del enfoque positivista o tradicional a un enfoque constructivista-cualitativo, en el cual se emitirían juicios descriptivos del educando, haciendo énfasis en las fases de la evaluación cualitativa, las competencias, criterios e indicadores, técnicas e instrumentos de evaluación, incluyendo la orientación a los padres y representantes de los alumnos sobre el proceso de evaluación. Esto permitiría a los profesores registrar los logros o debilidades de los estudiantes, para lograr una evaluación a lo largo de todo el proceso, con el *feedback* requerido para hacer reajustes de ser necesario.

Estos cambios no han sido asimilados en su totalidad por la mayoría de los profesores y son innumerables las interrogantes sobre la aplicabilidad de la evaluación cualitativa, por lo cual, tratamos de encontrar algunas respuestas, con la participación y ayuda de los docentes y estudiantes del Liceo Bolivariano Chejendé, ubicada en el sector la pandita de la parroquia Chejendé, municipio Candelaria del estado Trujillo, Venezuela.

Se realizó una investigación de carácter proyectivo, cuyo objetivo fundamental fue el diseño de un manual de estrategias

lúdicas innovadoras de evaluación dirigido a los profesores y estudiantes de Física en el nivel de Educación Media General, que es como se denomina la educación secundaria en Venezuela, junto a una propuesta de capacitación a profesores y estudiantes para así mejorar significativamente la calidad de la práctica pedagógica, especialmente lo relacionado a la evaluación. Para ello, se plantearon los objetivos siguientes:

Analizar los procedimientos de evaluación que se realizan a estudiantes de Educación Media General para instruir a los profesores sobre nuevas estrategias de evaluación aplicadas en el Liceo Bolivariano Chejendé.

Diseñar juntamente con el grupo de investigación las estrategias innovadoras de evaluación para aplicarlas a estudiantes de Física de Educación Media General.

Evaluar las estrategias innovadoras de evaluación realizadas por el grupo de investigación para aplicarlas a estudiantes de Física de Educación Media General.

El trabajo se realizó como una investigación acción participativa como proceso orientado a facilitar la transformación social. Su aporte radica en el análisis de la realidad con la modificación de ésta según objetivos consensuados en el seno de una comunidad que se constituye en protagonista del proceso de principio a fin, lo cual acrecienta simultáneamente su comprensión y conocimiento de la situación particular y facilita una acción de cambio en su beneficio (SANDÍN ESTEBAN, 2003; MURCIA FLORIÁN, 1997).

Comprende cuatro fases: diagnóstico, planificación, ejecución y evaluación, en las que se consiguió integrar a los estudiantes, profesores, directivos y comunidad; se realizaron entrevistas no estructuradas y abiertas y observaciones directas para recabar información, en calidad de informantes claves, para que el producto sea parte de un esfuerzo colectivo de diálogo, consulta y reflexión de quienes forman parte de la institución y son protagonistas del proceso educativo.

Consideraciones iniciales

Toda acción formativa debe ser valorada y contener un elemento que la justifique; ese elemento es la evaluación que, según el diccionario de la RAE - Real Academia Española (2014) estima los conocimientos, aptitudes y rendimiento de los alumnos. De lo cual se puede decir, que para poder determinar si realmente los estudiantes obtuvieron conocimientos sobre algún tema es necesario realizar algunas actividades que sirvan para evaluarlos.

Ander-Egg (1996) define la evaluación como la parte del proceso de enseñanza-aprendizaje que tiene un carácter formativo, continuo, integral, sistemático y orientador. De lo cual se asume que, la evaluación es un proceso que aprecia y juzga el progreso de los estudiantes de acuerdo con fines propuestos o metas por alcanzar.

En la educación existe una cantidad de métodos que parecen casi imposibles de desterrar y que constituyen tradiciones y mitos prácticamente inamovibles en cuanto a la evaluación se refiere. Uno de esos métodos son los exámenes, los cuales a través del tiempo se han convertido en la evaluación más extendida y constante que realizan los profesores. En ellos se mide, principalmente, la memorización de conceptos y la resolución mecánica de problemas, que terminan por “evaluar” una formación instantánea o un pseudo-aprendizaje, sobre todo en las áreas científicas, que se diluye y desaparece rápidamente después del momento en que se aplica la evaluación.

Evaluar es tener elementos para poder analizar el acto formativo; pero no sólo eso, sino también objetivar la observación hacia las posibilidades que tiene el proceso de enseñanza-aprendizaje; para ello se deben poner en marcha estrategias e instrumentos para comprender ¿qué está sucediendo en el proceso formativo? y evidenciar los criterios para analizar el nivel de aprendizaje que consiguen obtener los estudiantes.

El uso de la evaluación, muchas veces, pierde toda su riqueza pedagógica disolviendo todas las posibilidades de controlar los aprendizajes, pues sólo se concentra en medir los resultados. Por tal motivo, las evaluaciones que se apliquen a los estudiantes no deben ser tradicionales sino innovadoras, pues existe una variedad de estrategias de evaluación que se pueden aplicar a los estudiantes de Educación Media General, sobre todo en la asignatura Física, que rompen los moldes convencionales.

La evaluación es parte integral de una buena enseñanza; de hecho, podríamos decir que no es posible concebir adecuadamente a la enseñanza sin la evaluación. Por tal motivo, se afirma que sin la actividad evaluativa difícilmente podríamos asegurarnos de que ocurra algún tipo de aprendizaje, cualquiera que éste fuera, o nos costaría mucho saber apenas nada sobre los resultados y la eficacia de la acción docente y de los procedimientos de enseñanza utilizados. De igual manera, sin la información que nos proporciona la evaluación, tampoco tendríamos argumentos suficientes para proponer correcciones y mejoras.

Según Ander-Egg (1996) se derivan las siguientes características del modelo curricular, en las cuales la evaluación debe ser:

1. Integral, en la medida en que se tienen en cuenta las diferentes capacidades, y considerando en cada una de ellas lo conceptual, lo procedimental y lo actitudinal.
2. Continua, en el sentido de que se estima y registra de una manera permanente el proceso de aprendizaje de cada estudiante, quien constituye el punto de referencia para evaluar los cambios producidos en cuanto a conocimientos, destrezas, entendimiento, actitudes, entre otras.
3. Formativa y formadora, ayudando a que los estudiantes progresen en su aprendizaje y en su maduración humana y también para que los profesores evalúen su propia manera de enseñar.

4. Cooperativa, con lo cual se amplía el sujeto evaluador, en cuanto procura que participen en esta tarea todas las personas que intervienen en el proceso de enseñanza-aprendizaje.

5. Flexible, para hacerse cargo de circunstancias vividas en el centro, o en el contexto y situación en que se desarrolla la vida de cada estudiante.

De lo que puede inferirse que, no existe un modelo que dé respuesta tanto al diseño como a la aplicación de la evaluación, pues el nivel de complejidad de la realidad educativa y concretamente la de los centros educativos hace que sea prácticamente imposible la construcción de un modelo que dé respuesta a las características de las distintas acciones evaluativas que pueden llevarse a cabo.

Por lo tanto, se entiende que existen determinadas orientaciones generales, que configuran un determinado enfoque de la evaluación. Así, cuando realizamos una evaluación concreta elegimos y priorizamos algunas de estas predisposiciones. Aunque la mayoría de las evaluaciones deberían considerar varias de estas características, las cuales marcan nuestro propio estilo. Así pues, para facilitar el éxito de la evaluación, es preciso seguir una manera atenta, a los propósitos de la evaluación y al contexto en el que se han de producir los procesos de evaluación y cambio.

La evaluación educativa está estrechamente ligada a una profunda modificación de la actitud mental tanto del educador como del educando hacia las clases que se les imparte. La condición esencial para que se produzca el progreso educacional y se terminen los métodos obsoletos que urgentemente reclama la generación de estudiantes actual, pero, es fundamental que previamente se tome conciencia de la importancia y valor de esas técnicas, con una nueva actitud y visión acerca de la evaluación.

La forma en que se realiza la evaluación del proceso de enseñanza-aprendizaje; es decir, las técnicas y procedimientos que se utilizan no siempre están a tono con las características de la enseñanza de la ciencia en la actualidad, pues, a pesar de que existen variedad de estrategias innovadoras que se pueden aplicar especialmente a estudiantes de Educación Media General; en el caso de la asignatura de física los estudiantes se muestran renuentes y apáticos en el proceso de evaluación.

Los alumnos se desmotivan al presentar una evaluación e, irremediamente, la mayoría terminan aplazados, allí pasan a considerar la idea que la asignatura es muy difícil, produciendo un círculo vicioso donde no entienden porque los resultados que obtuvieron en las evaluaciones no son favorables; por lo que, se hace necesario la aplicación de estrategias innovadoras de evaluación en la asignatura Física para estudiantes de Educación Media General, se deben procurar cualidades y competencias diferentes, haciendo que tengan concordancia con la Física y su relación con la vida cotidiana, pues, según los propios estudiantes, la mayoría, no sabe para qué puede servirle los contenidos de esta ciencia en su vida.

Se considera que las actividades lúdicas representan, para todo el proceso de enseñanza-aprendizaje, una opción innovadora y con potencial para mejorar los resultados, debido a que elimina ciertos elementos coercitivos inapropiados que terminan afectando la disposición de los alumnos a aprender.

El componente lúdico puede aprovecharse como fuente de recursos estratégicos en cuanto que ofrece numerosas ventajas en el proceso de enseñanza-aprendizaje, puede servirnos de estrategia afectiva puesto que desinhibe, relaja, motiva; de estrategia comunicativa, ya que permite una comunicación real dentro del aula; de estrategia cognitiva porque en el juego habrá que deducir, inferir, formular hipótesis; y de estrategia de memorización cuando el juego consista en repetir una estructura o en sistemas mnemotécnicos para aprender vocabulario, por mencionar algunos ejemplos (SÁNCHEZ; BENÍTEZ, 2010, p. 3)

Al respecto, diversos trabajos de investigación, consultados durante y después de cerrada la investigación, coinciden en señalar los juegos para el aprendizaje como una parte importante de las ideas a introducir en la práctica pedagógica en todos los niveles educativos (AGUDELO, MARÍN, 2016; BORJAS, 2016; CONTARINO, 2014; GOMEZ-ALVAREZ et al., 2017; GUTIÉRREZ-DELGADO et al., 2018; KOTLIARENCO, DUQUE, 2014; SÁNCHEZ-PEÑA, 2015; SOUZA et al., 2017; UNICEF, 2018; ZARAGOZA, 2017). También

Análisis de resultados

Para el diagnóstico se tomaron en cuenta las opiniones de los representantes, los profesores de aula de otras áreas, profesores de Física y los estudiantes de 3ro, 4to y 5to año de Educación Media General del Liceo Bolivariano “Chejendé”.

En la tabla 1 se sintetiza la información sobre el procedimiento mediante el cual se realizó el plan de acercamiento con la comunidad de impacto,

Con ellos se acordó constituir el grupo de trabajo, revisando los problemas presentes con mayor intensidad en el proceso de enseñanza-aprendizaje en la institución y se hizo el análisis enfatizando aquellos aspectos sobre los que menos se ha trabajado hasta ahora, como los vinculados con la falta de innovación en las estrategias de enseñanza y evaluación.

Tabla 1: Plan de Acercamiento

¿Qué?	¿Cómo?	¿Cuándo?	¿Dónde?	¿Para qué?
Contacto con el Director	Conversatorio	21.01.2013	Liceo Bolivariano "Chejendé"	Solicitar permiso para realizar investigación y documentar toda la información relacionada con la institución.
Consulta con los docentes de aula	Asamblea	23.01.2013 y 18.09.2013	Liceo Bolivariano "Chejendé"	Conocer las dificultades presentadas en el proceso de enseñanza-aprendizaje en sus materias y el efecto que producen.
Contacto con los estudiantes de 3ro, 4to y 5to año	Asamblea	23.01.2013 y 02.10.2013	Liceo Bolivariano "Chejendé"	Conocer las complicaciones que se les presentan en el proceso de enseñanza-aprendizaje para abordarlos a la posterior situación.
Consulta con los docentes de Física	Conversatorio	23.01.2013 y 14.10.2013	Liceo Bolivariano "Chejendé"	Conocer la experiencia en el proceso de enseñanza-aprendizaje en la asignatura Física.
Contacto con los representantes	Asamblea	22.01.2013 y 16.10.2013	Liceo Bolivariano "Chejendé"	Jerarquizar los problemas que se presenten para establecer la situación problemática con la que se va a trabajar.

Fuente: Autores

Comparando los problemas que aportó el grupo de trabajo; se puede decir, que son más importantes los relacionados con estrategias de evaluación y estrategias de enseñanza en general o en algunos temas en particular. Los estudiantes sienten que la física es muy complicada y que no les sirve de nada los contenidos que ven en la materia, son apáticos a hacer tareas y se quejan de no ser consultados sobre su evaluación; los padres y representantes confiesan que no participan en el proceso y los profesores siempre utilizan estrategias tradicionales para evaluar.

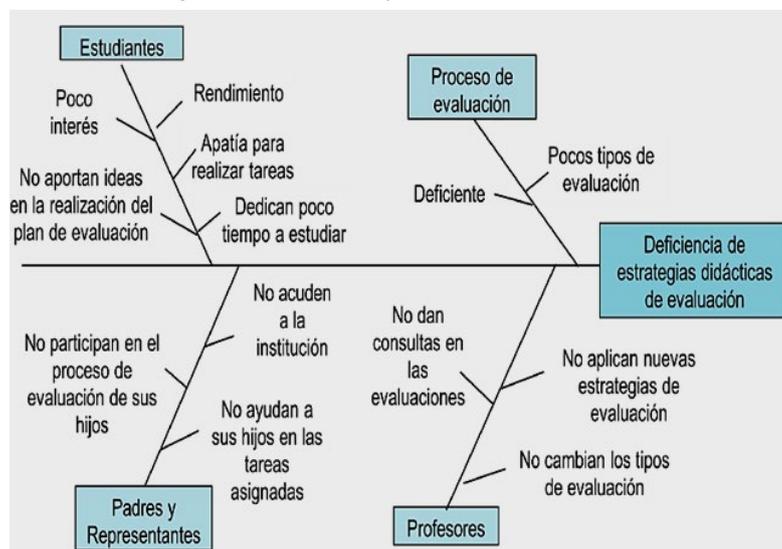


Figura 1 - Diagrama de Causa-Efecto. Fase diagnóstico y selección del problema.
Fuente: Autores.

La figura 1, muestra con más detalle la orientación del análisis y por qué se resolvió, para esta investigación, que el problema a abordar fuera el de la formulación de estrategias innovadoras de evaluación en la asignatura Física de Educación Media General.

En la fase de planeamiento, se trataron de identificar qué tipo de técnicas e instrumentos de evaluación resultarían innovadoras y

atractivas para los estudiantes y profesores, resultando que, en la mayoría de las entrevistas aplicadas, surgieron como posibilidad las estrategias lúdicas, asociadas a actividades divertidas, agradables, que no generan estrés y que encuentran referentes sociales y culturales en los juegos de los niños y adolescentes venezolanos.



Figura 2 - Opiniones de profesores y estudiantes sobre estrategias de evaluación.
Fuente: Autores

En la figura 2 se muestra un resumen de los resultados del análisis de entrevistas a profesores y *estudiantes*. A partir de estos resultados se realizaron, durante el mes de marzo, conversatorios con estudiantes de 3ro, 4to y 5to año, profesores de Física y un grupo de padres o representantes que mostraron interés, para definir el plan de acción sugerir, conocer y proponer estrategias lúdicas innovadoras con las que los estudiantes podrían ser evaluados en la asignatura Física.

Para concretar uno de los objetivos principales de la investigación, se diseñó un Manual de Estrategias Lúdicas Innovadoras de Evaluación para ser aplicadas a los estudiantes que cursan la asignatura Física de Educación Media General. Dicho Manual, consta de nueve (9) Estrategias, tales como: 1) El Dominó de la Ciencia, 2) El Dado de Colores, 3) Reto al Conocimiento, 4) Quien Quiere ser Millonario, 5) Juego de Cartas, 6) Memoria del Saber, 7)

El Rompecabezas de la Física, 8) Monopolio de Aprendizajes y 9) Circuito Eléctrico de Conocimientos.

Con el manual elaborado, se procedió a realizar los talleres de formación de los profesores y talleres demostrativos con estudiantes y representantes, con la finalidad de evaluarlo. Los profesores estuvieron de acuerdo en que las estrategias son realmente innovadoras, motivadoras y participativas para los estudiantes y están fuera de la rutina que, en ocasiones, se impone dentro del aula de clases. permiten evaluar de forma distinta a los estudiantes de manera que ellos no se sienten presionados.

En las figuras 3, 4 y 5, se muestra esquemáticamente, a manera de ejemplo, tres de las estrategias lúdicas diseñadas.

Consideraciones finales

1. El diagnóstico permitió obtener una información clara y precisa de las debilidades presentes en el Liceo Bolivariano Chejendé en cuanto a la orientación y aplicación de nuevas estrategias de evaluación y de esta manera asegurar el logro de los objetivos aprendizaje y metas pedagógicas propuestas.

2. Los participantes (profesores, alumnos y comunidad) afirmaron que la evaluación de los aprendizajes es fundamental para así optimizar los resultados en la institución, por tal motivo se eligió cambiar la forma de evaluación por nuevas estrategias que mantuvieran la atención de los estudiantes hasta el último momento.

3. El manual de estrategias lúdicas de evaluación brindó al personal docente y estudiantes del Liceo Bolivariano Chejendé los conocimientos y orientaciones necesarias para mejorar en forma eficaz el proceso de evaluación, con énfasis en lo cualitativo.

4. La realización de talleres brindaron a los profesores la oportunidad de renovar los conocimientos necesarios y conocer los nuevos retos que sobre la evaluación, a los estudiantes de aportar y sentir que sus opiniones son tomadas en consideración, a los padres y representantes involucrarse en el proceso de formación de sus hijos, y en conjunto cumplir con las exigencias y expectativas institucionales.

Reto al Conocimiento

Objetivo: Evaluar contenidos teóricos y prácticos tales como: Movimiento, Trayectoria, Fuerza.

Definición

“Es un juego que consiste en un tablero y contiene una serie de cuadros de colores; al principio esta la salida y al final la llegada, contiene una serie de fichas las cuales se colocan en la salida y un dado el cual nos indica la cantidad de cuadros que tenemos que movernos” según Carrasquero, D. (2014)

Materiales

- ✓ Cartulina doble faz.
- ✓ Lápiz.
- ✓ Regla graduada
- ✓ Marcador punta fina negro.
- ✓ Marcadores punta gruesa de colores.
- ✓ Tijeras.
- ✓ Dado.
- ✓ Fichas de colores.
- ✓ Cartulina de colores (los mismos colores diferentes del tablero) con preguntas y respuestas.

Procedimiento

1. Dibujar en la cartulina doble faz un tablero cuadrado.
2. Dibujar el modelo del reto al conocimiento en la cartulina doble faz.
3. Remarcar con el marcador punta fina negro el dibujo del reto al conocimiento.
4. Pintar con los marcadores punta gruesa de diferentes colores cada uno de los cuadros del reto al conocimiento.
5. Hacer las preguntas y respuestas en cada cartulina de colores (usar los mismos colores de los cuadros del tablero).

Instrucciones

1. Saca el tablero, coloca las piezas en el recuadro que diga salida.
2. Lanzar el dado, el que saque el número más alto juega primero.
3. Los recuadros son de colores diferentes, en el recuadro que caigas agarraras una carta y leerás una pregunta según el color que te toque.
4. Si responde bien caminaras los pasos que la carta te diga, sino te quedaras en el mismo lugar.
5. El primero en llegar a la meta gana 20 puntos.



Figura 3 - Reto al conocimiento. Fuente: Autores, Manual de Estrategias Lúdicas de Evaluación

El Rompecabezas de la Física

Objetivo: Evaluar contenidos teóricos tales como: vida y obra de los físicos, la energía y sus formas de transferencia.



Definición
“Un rompecabezas, es un juego de mesa que consiste en componer determinada figura combinando cierto número de piezas o pedacitos en cada uno de los cuales hay una parte de esa figura a conformar” según el Diccionario Definición abc (2014)

Materiales

- ✓ Cartulina.
- ✓ Regla graduada.
- ✓ Lápiz.
- ✓ Tijeras o cortador exacto.
- ✓ Hojas con preguntas y respuestas.

Procedimiento

1. Dibuja varios cuadros de 1" x 1" (2.5 cm x 2.5 cm) más o menos en la parte de atrás de la cartulina. Usa una regla si fuera necesario.
2. Corta el rompecabezas usando un cortador exacto o unas tijeras. Asegúrate de cortar sobre las líneas de los cuadros.
3. Pega las preguntas y respuestas en los cuadrados.
4. Revuelve las piezas del rompecabezas.

Instrucciones

1. Agrupar los estudiantes en pareja.
2. Cada jugador comienza el juego completando el rompecabezas colocando las preguntas seguidas de sus respuestas.
3. En los grupos habrán rompecabezas que corresponden a otros grupos.
4. Cada grupo debe observar cuales son las fichas que le faltan para completar cinco preguntas y respuestas y levantarse en orden a buscarlas en otros grupos.
5. No deben hablar ni preguntar nada a los otros equipos.

Figura 4 - El rompecabezas de la física. Fuente: Autores, Manual de Estrategias Lúdicas de Evaluación

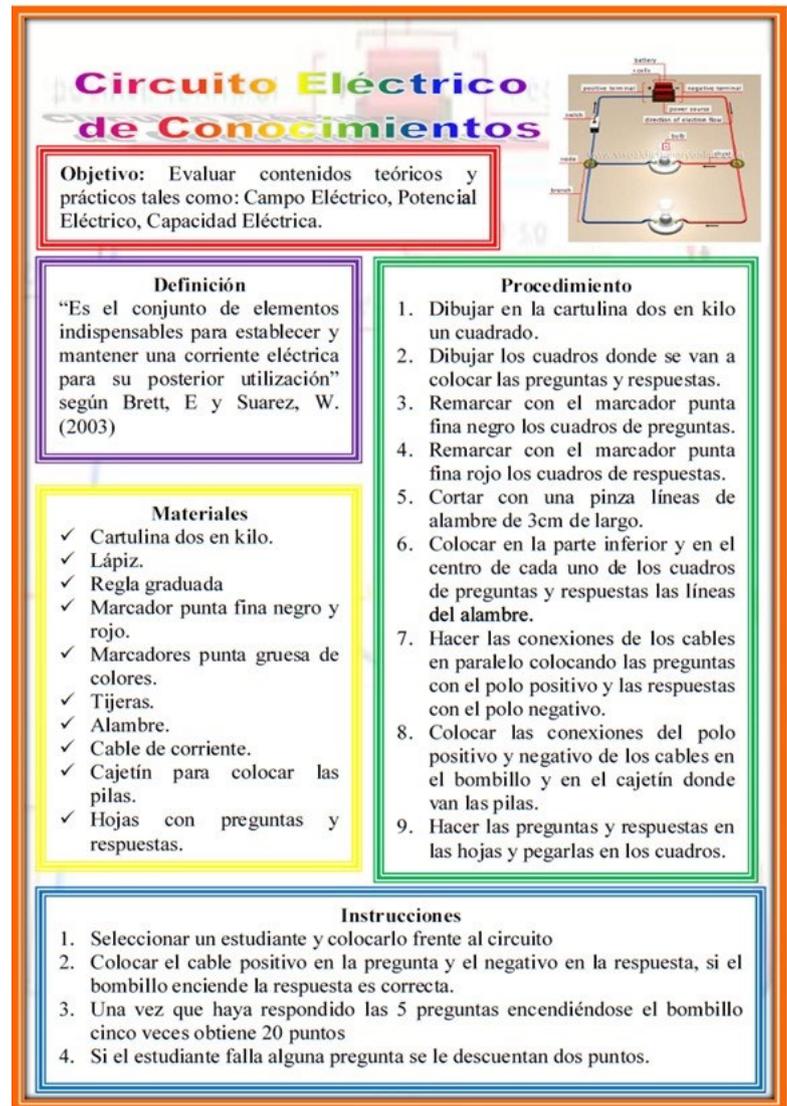


Figura 5 - Circuito eléctrico de conocimientos. Fuente: Autores, Manual de Estrategias Lúdicas de Evaluación

Referencias

- AGUDELO MARÍN, A. *et al.* Modelo de evaluación continua, progresiva, lúdica y formativa en el área de Tecnología e Informática. *Revista de Investigaciones UCM*, v. 16, n. 27, p. 134-145, diciembre, 2016.
- ANDER-EGG, E. *La planificación educativa: conceptos, métodos, estrategias y técnicas para educadores*. 6 ed. Buenos Aires: Magisterio del Río de la Plata. 1996.
- BORJAS, M. P. *Ludoevaluación en la educación infantil: más que un requisito, un asunto serio*. Colombia: Universidad del Norte. Disponible en: <https://www.jstor.org/stable/j.ctt1c3pzkz>. Accedido en: 10 noviembre de 2016.
- CONTARINO, M. A. La evaluación formativa como estrategia lúdico-didáctica. *Actas del VII CIBEM*. Montevideo, Uruguay Sept 2013. p. 6128-6132. Disponible en: <http://cibem.semur.edu.uy/7/actas/pdfs/847.pdf>. Accedido en: 25 de enero de 2014.
- GOMEZ-ALVAREZ, M. C.; ECHEVERRI, J. A.; GONZALEZ-PALACIO, L. Estrategia de evaluación basada en juegos: Caso Ingeniería de Sistemas Universidad de Medellín. *Ingeniare. Rev. chil. ing.*, Arica, v. 25, n. 4, p. 633-642, dic. 2017. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.4067/S0718-33052017000400633>. Accedido en: 29 de febrero de .2018.
- GUTIÉRREZ-DELGADO, J.; GUTIÉRREZ-RÍOS, C.; GUTIÉRREZ-RÍOS, J. Estrategias metodológicas de enseñanza y aprendizaje con un enfoque lúdico. *Revista de Educación y Desarrollo*, v. 16, n. 45, p. 37-46, abril-junio 2018.
- KOTLIARENCO, M. A.; DUQUE, B. Evaluación sobre el juego como una estrategia educativa. Resultados de estudio FONDECYT. Serie Documentos de Trabajo N° 3. CEANIM, Chile. 1996. Disponible en: <http://www.resiliencia.cl/investig/evaljuego.pdf>. Accedido en: 28 de enero de 2014
- MURCIA FLORIAN, J. *Investigar para cambiar: un enfoque sobre investigación – acción participante*. 3 ed. Bogotá: Cooperativa editorial MAGISTERIO. 1997.
- RAE - REAL ACADEMIA ESPAÑOLA. *Diccionario de la lengua española*. Edición del Tricentenario. 2014. Disponible en: <https://dle.rae.es/?id=H8KldC6>>. Accedido en: 25 de enero de .2014.
- REPÚBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA. *Ley Orgánica de Educación*. 2009.

SÁNCHEZ BENÍTEZ, G. Las estrategias de aprendizaje a través del componente lúdico. Memoria de máster. Universidad de Alcalá. *Marco ELE Suplementos*, n. 11, julio-diciembre 2010. Disponible en: <https://marcoele.com/descargas/11/sanchez-estrategias-ludico.pdf>. Accedido en: 25 de enero de 2013.

SÁNCHEZ-PEÑA, M.; SÁNCHEZ-DELGADO, K.; AGUDELO-RAMÍREZ, A. Estrategias lúdicas para aumentar el conocimiento de un grupo de adolescentes escolarizados sobre la gingivitis. *Duazary*, v. 12, n. 2, p. 100 – 111, diciembre 2015.

SANDÍN ESTEBAN, M. P. *Investigación cualitativa en educación: fundamentos y tradiciones*. Madrid: Mc Graw Hill. 2003.

SOUZA, J. B.; COLLISELLI, L.; MADUREIRA, V. S. F. A utilização do lúdico como estratégia de inovação no ensino da enfermagem. *Revista de Enfermagem do Centro-Oeste Mineiro*, v.7, n. 1227. 2017. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.19175/recom.v7i0.1227>. Accedido en: 25 de enero de 2018.

UNICEF. *Aprendizaje a través del juego: Reforzar el aprendizaje a través del juego en los programas de educación en la primera infancia*. Sección de Educación, División de Programas. Nueva York: Fondo de las Naciones Unidas para la Infancia (UNICEF), 2018. Disponible en: <<https://www.unicef.org/sites/default/files/2019-01/UNICEF-Lego-Foundation-Aprendizaje-a-traves-del-juego.pdf>>. Accedido: 21 de noviembre de 2018.

ZARAGOZA, E. et al. Estrategias didácticas en la enseñanza-aprendizaje: lúdica en el estudio de la nomenclatura química orgánica en alumnos de la Escuela Preparatoria Regional de Atotonilco. *Revista Educación Química*, v. 27, n. 1, p. 43-51, enero 2016. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0187893X15000683>. Accedido en: 25 de marzo de 2017.

A large, stylized number '10' is positioned in the upper right corner. The number is white with a slight shadow and is set against a background of vertical stripes in green, orange, blue, light green, and brown. The background of the entire page is a complex, abstract geometric pattern of overlapping triangles in various shades of orange and yellow.

Richar Durán
Jesús Briceño
Yasmelis Rivas

Implementación de una unidad didáctica experimental sobre el efecto fotoeléctrico

DOI: 10.31560/pimentacultural/2019.652.194-215

A smaller version of the '10' graphic with vertical stripes is located in the bottom right corner of the page.

Resumen

Este artículo tiene como propósito central realizar la implementación de una unidad didáctica experimental sobre el efecto fotoeléctrico, donde se partió de una exhaustiva revisión documental mediante el uso del análisis interpretativo, para luego elaborar y plantear la unidad sustentada en la parte experimental mediante el uso de materiales fácilmente accesibles y con facilidad para su manejo y adquisición tanto para el profesor como para el estudiante. Esto se realizó, mediante la aplicación de una metodología de tipo exploratoria, mixto documental y experimental. La funcionalidad e evaluación de dicha unidad se realizó mediante (05) cinco profesores del área de Física de una Universidad del Estado Trujillo-Venezuela.

Palabras Claves

Unidad didáctica experimental, efecto fotoeléctrico,

Introducción

En nuestra actualidad, es evidente la dificultad generalizada que se presenta entre los estudiantes con el aprendizaje de la Física, parte del problema está relacionado con la complejidad inherente al estudio de esta ciencia por el cual en muchos casos se elaboran conceptos que resultan sumamente abstractos y con muy poca vinculación con la cotidianidad del estudiante. Esta es una situación que produce, en la mayoría de los casos, una actitud de apatía hacia el estudio de esta disciplina y que indudablemente afecta el rendimiento académico.

En este artículo se presenta una propuesta de elaboración de una unidad didáctico experimental sobre el efecto fotoeléctrico, de manera que tanto el estudiante como el profesor puedan beneficiarse de una herramienta didáctica de gran utilidad que permita la formalización de dicha teoría.

La importancia de usar referentes cotidianos en la didáctica de las Ciencias, en particular en el Aprendizaje de la Física, ha sido una preocupación constante de los profesores que imparten estas asignaturas, donde se han propuesto metodologías y estrategias para incrementar la motivación de los estudiantes, destacando siempre el uso de los recursos experimentales. Por otra parte, en lo que se refiere a las formas de experimentación, se debe tener presente que no existe una separación entre la teoría y las actividades de laboratorio, sino que hay una estrecha relación entre ambas.

Desde este punto de vista, algunas actividades de laboratorio pueden sustituirse en algunas ocasiones por demostraciones experimentales de cátedra, y así buena parte de ellas se desarrollen en el aula de clases. Dichas estrategias, se utilizan para complementar las actividades de laboratorio sin pretender ser un sustituto, o bien

para ayudar en el planteamiento de un problema, además de las relaciones existentes entre las magnitudes involucradas en el fenómeno a estudiar, es decir, si se trata de abordar un contenido de clase mediante la ilustración de un prototipo experimental, esta le permite al estudiante el manejo de datos y su interpretación de cómo opera determinado principio Físico para explicar el fenómeno observado.

Según Campelo J, (2003). La didáctica de la Física desarrollada bajo el principio dialéctico de la unidad teoría-práctica, ejecuta funciones de carácter educativo y científico al mismo tiempo. A su vez el uso apropiado de la unidad en esa relación esa relación exige un cambio de paradigma de la práctica pedagógica, es decir, pasar del paradigma de la Pedagogía Tradicional, mecánico-cartesiano; modelo del alumno - tabula rasa, para el paradigma Histórico-Cultural; modelo del alumno activo, buscando garantizar actividades que proporcionan el desarrollo del conocimiento científico, la adquisición de habilidades y hábitos.

Este enfoque alternativo en el modelo productivo hace que el nivel de enseñanza de la Física en el siglo XXI sea mejor aprovechada por parte de los estudiantes, pudiéndose desarrollar en un ambiente educativo propicio para el mejoramiento académico. Mostrando herramientas que permitan al alumno desarrollar el interés por el conocimiento de la física dando explicación desde su origen, es decir, incentivar a la investigación e indagación de esos fenómenos naturales que hoy conocemos como Física.

Por su parte, cualquier suceso natural observable y posible de ser medido con algún aparato o instrumento, donde las sustancias que intervienen en general no cambian, y si cambian se produce en niveles subatómicos en el núcleo de los átomos intervinientes, a esto se le llama fenómenos físicos que constituyen un dominio para analizar, explicar y proponer acciones dirigidas a reconstruir el conocimiento físico que tendrá lugar en un cierto grupo de clases, dentro

de una cierta institución. Es por ello que el tema de interés *en este proyecto* se centra en conocer el fenómeno del Efecto Fotoeléctrico.

Tipler, P y Mosca, G (2008) señalan una de las historias relevantes en la ciencia fue precisamente explicar si la luz estaba constituida como un haz de partículas o por ondas en movimiento. Fue Isaac Newton quien se valió de la teoría corpuscular de la luz para dar explicación de las famosas leyes de reflexión y refracción, para tomar este nuevo fenómeno propone un supuesto de que la luz se propagaba más rápido en el agua o vidrio que el aire, hipótesis que más tarde se demostró que era falsa por Robert Hooke y Christian Huygens quienes señalaron que la luz era propagada más lento en el agua o vidrio que en el aire. La teoría ondulatoria clásica culmina en 1860 por James Maxwell por publicar su teoría del electromagnetismo, demostró que la luz no es más que ondas electromagnéticas que se propagaban con una velocidad prevista por las leyes de la electricidad y el electromagnetismo. Años más tarde Albert Einstein lanzo su teoría de la relatividad demostrando que la luz se comporta como una emisión de pequeñas partículas o cuantos de energía a los que Max Planck le llamo fotones, la luz en algunos casos se comporta como un movimiento ondulatorio que son fenómenos de interferencia y en otro se comporta como una emisión de electrones llamado efecto fotoeléctrico.

Efecto fotoeléctrico y leyes que lo rigen

Un fenómeno que puso de manifiesto lo acertado de las nuevas ideas cuánticas es el llamado efecto fotoeléctrico, conocido desde finales del siglo XIX, y explicado por Einstein en 1905.

Reisin y Ferrara (2004) señalan que, en el efecto fotoeléctrico, se agrupa un conjunto de fenómenos que aparecen durante la

interacción de la radiación luminosa con la sustancia y que consisten en la emisión de electrones (efecto fotoeléctrico externo) o, en el cambio de la conductibilidad eléctrica de la sustancia o la aparición de una fuerza electromotriz inducida (efecto fotoeléctrico interno).

El efecto fotoeléctrico externo puede explicarse a partir de la figura 1. Cuando sobre una placa metálica (cátodo) o de un material con determinadas características, incide radiación electromagnética en el rango de luz ultravioleta o visible. Producto de esta acción se desprenden electrones que logran alcanzar el ánodo, debido a la diferencia de potencial entre el ánodo y el cátodo, provocando la circulación de corriente eléctrica.

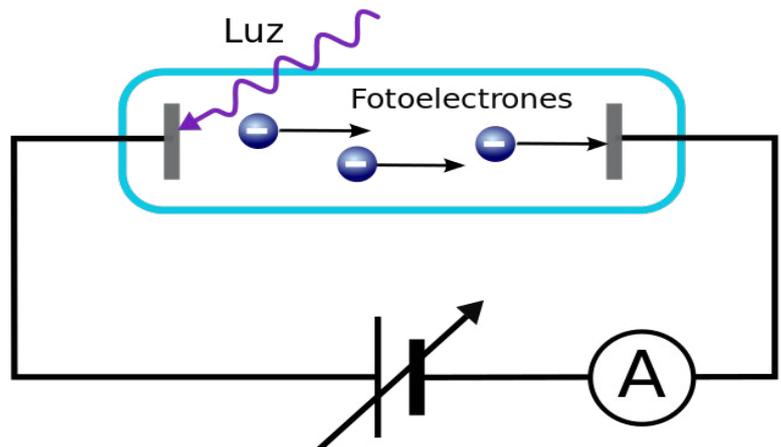


Figura 1: Esquema experimental del efecto Fotoeléctrico. Fuente: Reisin y Ferrara, 2004.

La práctica experimental permitió establecer las siguientes regularidades para el efecto fotoeléctrico:

Para cada sustancia existe un límite o umbral de frecuencia mínima de la luz por debajo de la cual no se observa el efecto.

Aún con una diferencia de potencial opuesta (el ánodo con carga negativa) se puede observar la aparición de fotocorriente,

evidenciando que los electrones son arrancados con un valor de energía, capaz de vencer el campo eléctrico opuesto.

Este valor tiene un máximo, pues cuando el potencial retardador adquiere un valor no es posible apreciar el efecto. El valor del potencial retardador (y por tanto de i) no depende de la intensidad de la radiación incidente sino de la frecuencia de la luz incidente.

La fotocorriente puede aumentar su valor si se aplica una diferencia de potencial aceleradora entre cátodo y ánodo (este último cargado positivo) Sin embargo, el valor de la corriente no aumenta indefinidamente, sino que alcanza un valor de saturación, permaneciendo constante con el aumento del potencial. El valor de la corriente de saturación no depende de la frecuencia de la radiación sino de la intensidad.

La fotocorriente aparece casi instantáneamente con respecto a la incidencia de la luz

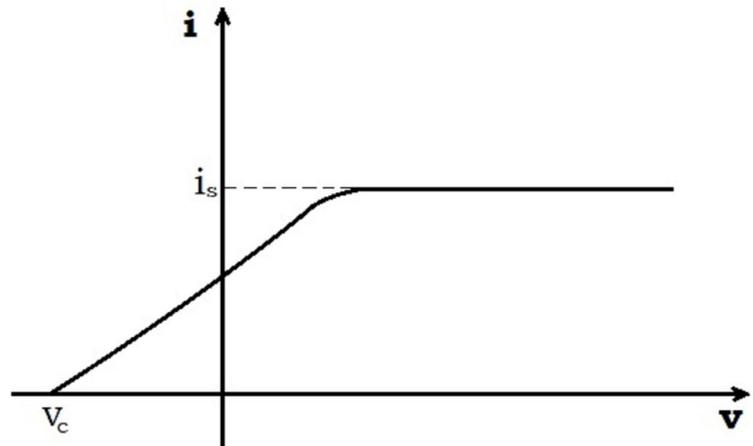


Figura 2: Gráfico de fotocorriente respecto a la incidencia de luz. Fuente: Reisin y Ferrara 2004.

Algunas de estas regularidades se aprecian en la figura 2. Las mismas no podían ser explicadas a partir del carácter ondulatorio de la luz, o sea, asumiéndola como onda electromagnética.

Einstein considerando la hipótesis de Planck propuso considerar la luz como un haz de partículas, llamadas fotones, cada cual de energía $h\nu$. Supuso además que si la luz era emitida en forma de cuantos de estos valores de energía debido a la simetría de la naturaleza, debía ser absorbida así. A partir de esta suposición planteó la siguiente ecuación para explicar este efecto.

Siendo W el trabajo de extracción del material, es decir, la energía necesaria para extraer un electrón del material y es una característica del mismo.

Importancia de los prototipos experimentales en el aprendizaje de la física.

Según Gutiérrez (2010), el experimento es la experiencia científica en que se provoca deliberadamente algún cambio y se observa su resultado con alguna finalidad cognoscitiva. En el experimento el desarrollo de los procesos ocurren en condiciones previamente planeadas y controladas. En efecto, si se varían las condiciones es posible lograr que se repitan los procesos que se retarde o se acelere el curso; en fin que se produzcan otras perturbaciones en el comportamiento.

La física es una ciencia que se fundamenta en el análisis teórico y en la actividad experimental, lo cual hace que tal aspecto sea fundamental en los procesos de la enseñanza de esta ciencia, es decir, se debe pensar en ese carácter teórico-experimental como un vínculo indisoluble, lo que significa una gran tarea para el docente. Así Señala Zambrano (2003) En el estudio de la ciencia,

el conocimiento de la naturaleza (Teoría) y los métodos experimentales (Práctica), los resultados (contenido: teorías específicas, leyes y conceptos) y los hechos (experiencias) de la naturaleza están relacionados. Es decir, la teoría de la ciencia está articulada a la práctica de la misma.

Metodología

En referencia al objetivo propuesto y partiendo de las consideraciones anteriores, la presente investigación es de tipo exploratoria con un diseño mixto: De campo y documental, el cual Arias (2004) define como “aquel que consiste en la recolección de datos directamente de los sujetos investigados o de la realidad donde ocurren los hechos, sin manipular o controlar variable alguna, es decir, el investigador obtiene la información, pero no altera las condiciones existentes”. Por lo que el estudio realizado será en una situación real, en donde una o más variables estarán sujetas a investigación a través de un conjunto de interrogantes.

La población estuvo conformada por (05) profesores expertos en el área de física utilizando un cuestionario para evaluar la propuesta del montaje experimental.

Se revisaron los textos más frecuentes para el estudio del Efecto Fotoeléctrico y luego la investigación se desglosó en dos fases:

Se diseñó un prototipo experimental del Efecto Fotoeléctrico. Para el cual se realizó una unidad didáctica de laboratorio con el propósito de utilizarlo durante el proceso de enseñanza-aprendizaje.

Se realizó la validación y evaluación del prototipo a través del juicio de expertos, el cual se define como aquella investigación que será evaluada por expertos en el área de Física, además en el

tema del Efecto Fotoeléctrico. Se utilizó el cuestionario con doce (12) preguntas utilizando como instrumento de medición la escala de estimación, con el fin de que los evaluadores aprobarán la propuesta en el diseño.

A continuación, se presenta una secuencia de imágenes el manual didáctico sobre el experimento realizado.

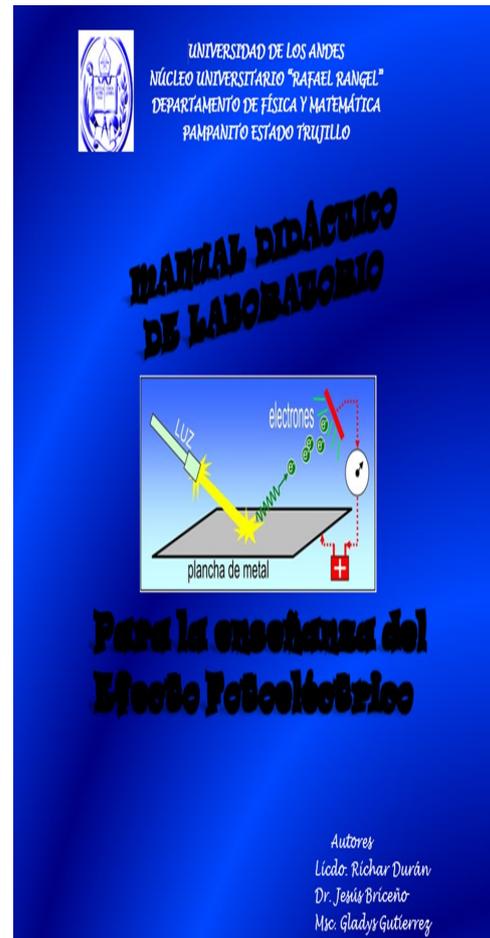


Figura 3: Portada del manual didáctico de laboratorio para la enseñanza del efecto fotoeléctrico. Fuente: Autores.




ÍNDICE

Prólogo.....	1
Propósito.....	2
Objetivos.....	2
Práctica de Laboratorio (Efecto Fotoeléctrico por medio de la construcción de un electroscopio casero).....	3
✓ Objetivo de la Práctica.....	3
✓ Fundamentación teórica.....	3
Actividad Experimental.....	6
✓ Materiales y Equipos.....	6
✓ Procedimiento.....	8
Actividad Experimental (Evaluación).....	10
✓ Actividad N°1.....	10
✓ Actividad N°2.....	11
Referencia Bibliográfica.....	14

Figura 4: Contenido del manual didáctico de laboratorio para la enseñanza del efecto fotoeléctrico. Fuente: Autores.



EFECTO FOTOELÉCTRICO

Actividad experimental.
Materiales y Equipos

Para la construcción del **Electroscopio casero**.

➤ Matraz aforado	
➤ Esfera de anime	
➤ Esfera de aluminio	
➤ Tubo de plástico PVC	
➤ Alambre de cobre	

Figura 5: Actividad del manual didáctico de laboratorio para la enseñanza del efecto fotoeléctrico. Construcción del Electroscopio. Fuente: Autores.

Tabla 5: Montaje experimental de prototipo											
 EFECTO FOTOELÉCTRICO	<table border="1"><tr><td>1) Electroscopio casero</td><td></td></tr><tr><td>2) Lámpara de Mercurio</td><td></td></tr><tr><td>3) Fuente de Poder</td><td></td></tr><tr><td>4) Interruptor</td><td></td></tr><tr><td>5) Papel periódico</td><td></td></tr></table>	1) Electroscopio casero		2) Lámpara de Mercurio		3) Fuente de Poder		4) Interruptor		5) Papel periódico	
1) Electroscopio casero											
2) Lámpara de Mercurio											
3) Fuente de Poder											
4) Interruptor											
5) Papel periódico											

Figura 5: Montaje experimental de prototipo del manual didáctico de laboratorio para la enseñanza del efecto fotoeléctrico. Fuente: Autores.



EFFECTO FOTOELÉCTRICO

Práctica de laboratorio (Efecto Fotoeléctrico por medio de la construcción de un electroscopio casero)

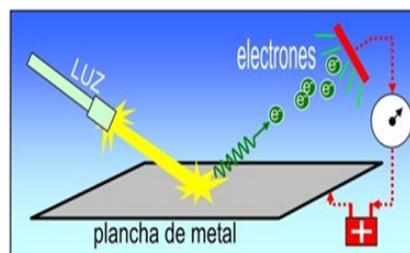
✓ **Objetivo de la práctica.**

Verificar experimentalmente el efecto Fotoeléctrico mediante la construcción de un electroscopio casero

✓ **Fundamentación Teórica.**

Efecto Fotoeléctrico: consiste en la emisión de electrones por un material cuando se hace incidir sobre él una radiación electromagnética (luz visible o ultravioleta, en general). A veces se incluyen en el término otros tipos de interacción entre la luz y la materia:

- Fotoconductividad: es el aumento de la conductividad eléctrica de la materia o en diodos provocada por la luz. Descubierta por Willoughby Smith en el selenio hacia la mitad del siglo XIX.



- Efecto fotovoltaico: transformación parcial de la energía luminica en energía eléctrica. La primera célula solar fue fabricada por Charles Fritts en 1884. Estaba formada por selenio recubierto de una fina capa de oro

Figura 6: Práctica de laboratorio del Efecto Fotoeléctrico. Objetivos y teoría.
Fuente: Autores.



EFEECTO FOTOELÉCTRICO

Pasos para la construcción del montaje experimental

- A. Conectamos la lámpara de mercurio (1) en la fuente de poder (2) y a su vez al interruptor (3). La lámpara de mercurio debe estar ubicada frente al electroscopio casero (4) y con la base (5) se le da altura a dicha lámpara.
- B. Frotamos rápidamente la barra de vidrio (6) con el papel (7) para que se cargue, luego por inducción cargamos el electroscopio, es decir se pasa la barra de vidrio cargada cerca de la esfera de aluminio sin hacer contacto. Este paso se puede realizar varias veces hasta que el electroscopio se cargue totalmente (las láminas de aluminio del electroscopio se separan).
- C. Posteriormente, encendemos la fuente de poder y le damos energía a la lámpara de mercurio y verificamos que poco a poco se va descargando el electroscopio (las láminas se cierran). De esta manera, queda demostrado el efecto fotoeléctrico.

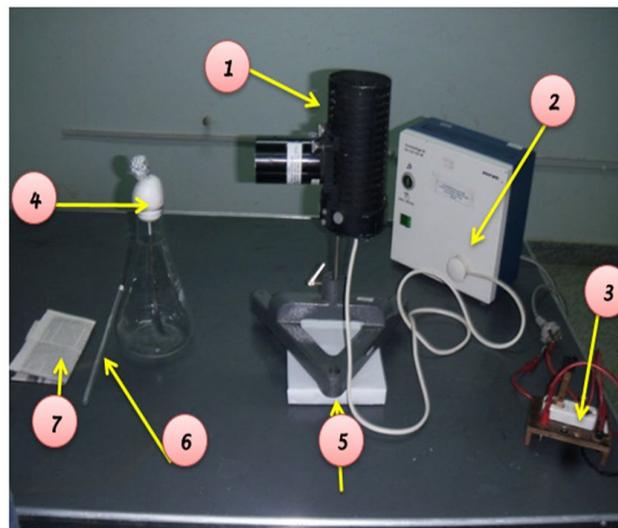
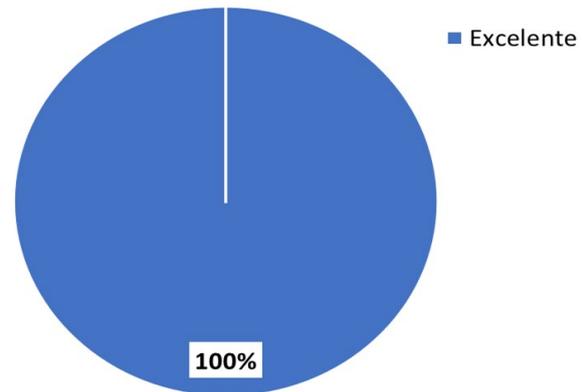


Figura 6: Práctica de laboratorio del Efecto Fotoeléctrico. Procedimiento.
Fuente: Autores.

Resultados

Ahora se presentan los ítems más resaltantes del cuestionario realizado a los profesores expertos en el área.

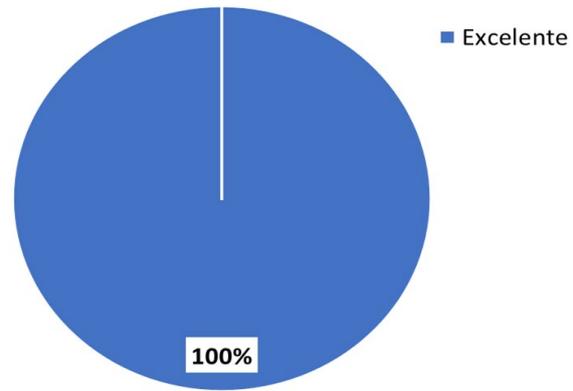
Pregunta N° 1: Cumple el prototipo con los requerimientos necesarios para su posterior aplicación.



El total de los encuestados señalaron que el prototipo propuesto está bien distribuido metodológica y didácticamente para poder ser aplicado a los estudiantes.

Pregunta N°2: Los materiales empleados en la construcción del prototipo son fáciles de obtener

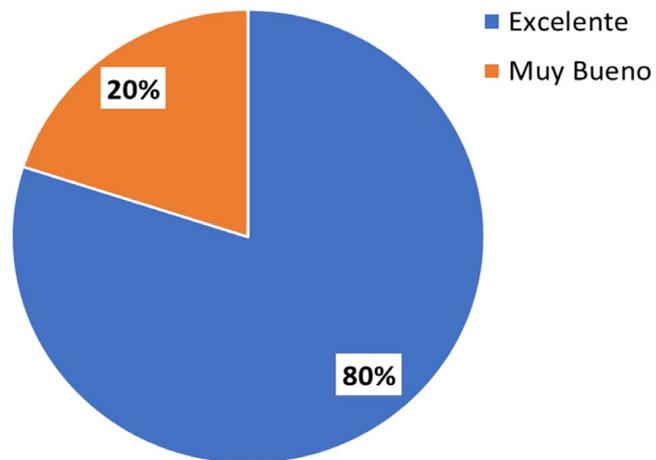
		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válidos	Excelente	5	100,0	100,0	100,0



Pregunta N° 3: El montaje del prototipo experimental sirve como herramienta para facilitar la enseñanza del Efecto Fotoeléctrico.

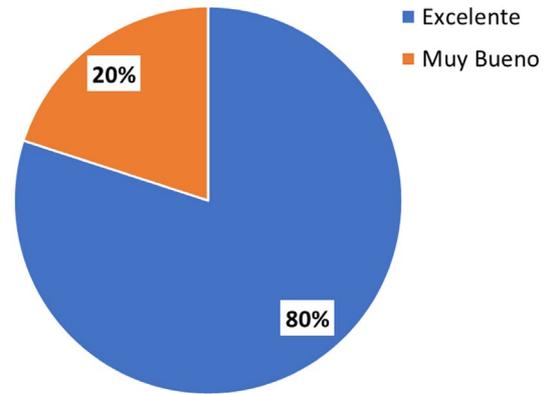
		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válidos	Excelente	4	80,0	80,0	80,0
	Muy Bueno	1	20,0	20,0	100,0
	Total	5	100,0	100,0	

Los resultados arrojan que en un 80% de los expertos confirman que es una herramienta excelente para dar a conocer el Efecto Fotoeléctrico, solo el 20% señala ser una propuesta muy buena para aplicar. Sin embargo, en de notar que la propuesta se dirige a ser una opción factible para que el docente tenga una herramienta para disponer en sus enseñanzas.



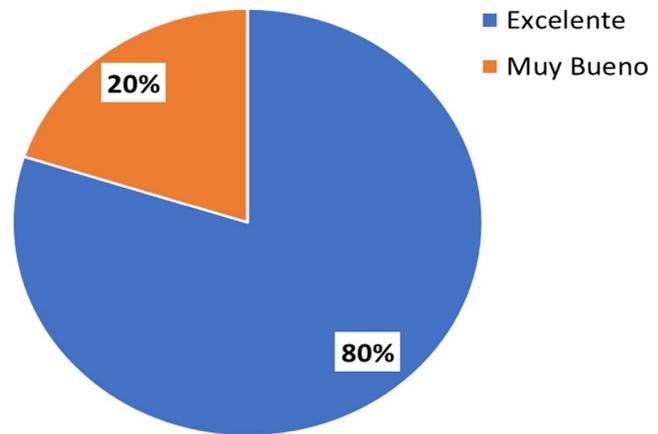
		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válidos	Excelente	4	80,0	80,0	80,0
	Muy Bueno	1	20,0	20,0	100,0
	Total	5	100,0	100,0	

Pregunta N° 4: El prototipo permite observar experimentalmente el principio del Efecto Fotoeléctrico.



Pregunta N° 5 La metodología de construcción permite que otra persona pueda reconstruir el prototipo experimental.

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válidos	Excelente	4	80,0	80,0	80,0
	Muy Bueno	1	20,0	20,0	100,0
	Total	5	100,0	100,0	



En los resultados que arroja la respuesta de los expertos señala un 80% que efectivamente la metodología es adecuada y de fácil reconstrucción, el cual permite ser una buena estrategia para aprender, y un 20% muestra ser muy buena la propuesta metodológica

Conclusiones

La investigación realizada ha puesto en manifiesto las numerosas deficiencias o carencias en lo que a conocimiento se refiere, lo que trae como consecuencia que quienes van recorriendo las materias de la carrera en esta área pareciera que no quedara buena fundamentación tanto teórica como práctica en diferentes tópicos de la Física.

Las dificultades observadas y detectadas en el aprendizaje de la Física Moderna, se han desarrollado en este trabajo como consecuencia a enfocarse en las concepciones epistemológicas y descontextualizadas que poseen los estudiantes para darle paso a un diseño experimental que permita la comprensión de dicho fenómeno y así permita al estudiante el análisis y comprensión de dichos conceptos cuánticos.

Con respecto a la validación de la propuesta realizada a los docentes expertos en el área de Física los resultados arrojaron un 90% factible y didáctico para ser utilizada en las aulas de clases. Es por ello, que el docente de Física debería tener en cuenta, en todo momento, las formas de impartir los conocimientos, a través de implementaciones didácticas, una de las opciones, como bien se presentó en la investigación, el cual, es proponer prototipos experimentales, puesto que es una técnica que ayudan a la enseñanza de la misma, y así el estudiante más que conocer las teorías puede afianzar sus conocimientos experimentando y creando.

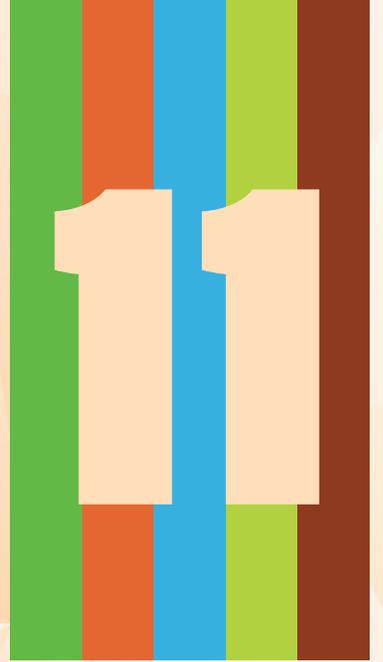
Referencias

- BALESTRINI, M. *Como se elabora el proyecto de investigación*. 6a. ed. Caracas: Editoriales consultores asociados, 2002.
- CAMPELO, J. Un modelo didáctico para enseñanza aprendizaje de la física. *Revista Brasileira de Ensino de Física*. 2003. Disponible en: http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S180611172003000100011&script=sci_arttext. Accedido en: 18 de diciembre de 2014.
- COLADO, J. Estructura didáctica de las actividades experimentales de ciencias naturales para el nivel medio. *Tesis doctoral*, 2003, La Habana, Cuba: Instituto Superior Pedagógico Enrique José Varona.
- FALCÓN, N. *et al.* Naturaleza de la luz: Recursos Experimentales didácticos y Recreativos. *Revista Educativa Candidus*, 34 (6), 2005, p. 100-102.
- FERNÁNDEZ, P.; GONZÁLEZ, E.; SOLBES, J. De los Corpúsculos de Luz al Efecto Fotoeléctrico. Una Propuesta Didáctica con base en la Discusión de Modelos. *Revista de enseñanza de la física*, v. 18, n. 1, 2005, p. 69-80.
- GIL, D.; VALDÉS, P. La orientación de las prácticas de laboratorio como investigación: un ejemplo ilustrativo. *Revista Enseñanza de las Ciencias*, v. 14, n. 2, 1996, p. 155-163.
- GÓMEZ, L.; MARULANDA, J. Experimentos en el aula de clase para la enseñanza de la física. Universidad EAFIT, Medellín – Colombia. *Revista Colombiana de Física*, v. 38, n. 2, 2006
- GUTIÉRREZ, C. *Introducción a la Metodología Experimental*. 2ª. ed. México: Editorial Limusa, 2010.
- HERNÁNDEZ R, FERNÁNDEZ, C, BAPTISTA L. *Metodología de la investigación*. México. Editorial Mc Graw Grill, 2003.
- HURTADO, J. *Metodología de la investigación holística*. Caracas: Fundación SYPAL, 2004.
- IZQUIERDO, Mercé; SANMARTI, Neus; SPINET, Mariona. Fundamentación y diseño de las prácticas escolares en ciencias experimentales, *Enseñanza de las ciencias*, n. 17, 1999, p. 150.
- LUNETTA, Vincent; HOFSTEIN Avi; CLOUGH, Michael. Aprender y enseñar en el laboratorio de ciencias en la escuela: un análisis de la investigación, la teoría y la práctica. *In*: S.K. Abell y N.G. Lederman (Eds.), *Manual de investigación sobre la enseñanza de las ciencias*. New Jersey: Lawrence Erlbaum, 2007. 442p.

MATERÁN, I., DABOIN, F., REVEROL, G. et al. *Webquest* un Recurso Didáctico para el Aprendizaje Guiado. Caso: El Efecto Fotoeléctrico. *Revista Electrónica. Quimera*; v. 1, n. 2, 2013, p. 103-106.

REISIN, H. y FERRARA, S. *Efecto Fotoeléctrico*: Laboratorio 5-Facultad de Ciencias Exactas y Naturales. Buenos Aires. 2004.

RIVERO, H et al. *Cómo mejorar mi clase de Física nivel superior*. México: Editorial Trillas, 2004.



*Evelitza Urbina
Elsy Urdaneta*

CAMPEL: un software educativo para la enseñanza de la física

DOI: 10.31560/pimentacultural/2019.652.216-236



Resumen

Esta investigación tiene como propósito el desarrollo de un software educativo para la enseñanza y aprendizaje de la física en estudiantes de educación media general. Para tal fin, se diseñó el software educativo CAMPEL para abordar el tema del campo eléctrico, usando la metodología ISE-O.O, con cuatro fases: análisis, especificación de requerimientos, desarrollo del software y prueba. CAMPEL propone una herramienta apropiada de uso interactivo y agradable que sirve de ayuda para el aprendizaje y fortalecimiento de conceptos básicos vinculados al tema del campo eléctrico.

Palabras Claves

software educativo, enseñanza, aprendizaje, física, campo eléctrico

Introducción

El empleo de las Tecnologías de la Información y Comunicación (TIC) ha venido evolucionando diversas áreas de nuestra vida cotidiana en los últimos años. Esto ha permitido acceder a datos, información y a una gran cantidad de conocimiento que circula por la red en tiempo real. Esta transformación tecnológica llevada a cabo a finales del siglo XX y comienzos del XXI ha traído significativos cambios de orden económico, social, político y científico, influyendo de manera sustancial en la globalización y los patrones de producción y organización de la sociedad en general. El campo educativo también ha evolucionado implementando estos recursos para mejorar el proceso de enseñanza y aprendizaje.

Con el pasar de los años la educación ha venido evolucionando hacia requerimientos tecnológicos de última generación, por eso se hace necesario el uso de los nuevos recursos didácticos en las aulas de clase. Todo esto con el fin de lograr efectividad en la enseñanza y erradicar el bajo rendimiento y la poca preparación de los aprendices, que en muchos casos resulta de la falta de estrategias y herramientas innovadoras y motivadoras por parte del docente al momento de impartir sus asignaturas. Siguiendo el mismo orden de ideas, Lobo (2007) afirma que con todo el significativo aporte que constituyen las nuevas tecnologías de la información al permitir incorporar formatos electrónicos en el desarrollo de los contenidos programáticos, aún hoy en día en Venezuela existen institutos donde se imparte enseñanza que no poseen laboratorios y cuyos docentes no utilizan estos aportes tecnológicos para los procesos de instrucción.

Sin embargo, la era tecnológica ha ido penetrando cada día más las prácticas educativas con el uso de computadoras, laboratorios de informática, aprendizaje a través de aulas virtuales o el acceso

a *cyber* café. Atendiendo a esta realidad, en la Ley Orgánica de Ciencia y Tecnología (LOCTI) se promulga el uso intensivo del software libre en todas las instituciones del estado y aquellas que lo deseen, teniendo como propósito la construcción del conocimiento mediante un aprendizaje significativo usando herramientas innovadoras.

El uso adecuado de las computadoras representa una gran oportunidad para estudiantes y profesores, tanto al momento de buscar información como también para motivar al aprendizaje, por lo que debe aprovecharse para la renovación frecuente al momento de impartir clases, no solamente como herramienta de comunicación y búsqueda de información, sino también como estrategia didáctica que permita la enseñanza asistida a través de los software que facilitan la resolución de problemas y las demostraciones prácticas. En este sentido, Cadena (2003) nos expresa que

“cuando hablamos de software educativo nos referimos tanto a temas de enseñanza asistida por ordenador (exposición, ejemplificación, tutoriales y presentación de elementos complementarios) como a la elaboración automática aleatoria o predeterminada de ejercicios, supuestos prácticos y simulaciones” (CADENA, 2003, p.25).

Dentro de la utilización de las TIC a nivel didáctico, el software educativo viene a ser una de las herramientas más comunes y aprovechando que los estudiantes son cada día más atraídos por el uso del computador, (navegando en internet, jugando, investigando, entre otros), se puede combinar el software con las actividades propias del ámbito educativo. De esta manera se consigue lograr la implementación de aplicaciones informáticas para la enseñanza de las distintas asignaturas y, de modo más particular, en los contenidos de los programas educativos de física; para que los estudiantes y docentes dispongan de este recurso y se familiaricen con la tecnología, en procura de clases más dinámicas y motivadoras que no se limiten a la monotonía del uso de la pizarra.

En tal sentido, el empleo del software educativo como una de las herramientas de las TIC presenta una serie de ventajas, permitiendo incentivar la creatividad, haciendo el aprendizaje más ameno, interactivo, pero cuidando de que su contenido esté estructurado de forma didáctica. Castillo (2008) expone que el software educativo desempeña una función como instrumento mental/tecnológico al crear destrezas para procesar información de manera creativa.

LAS TIC APLICADAS EN LA ENSEÑANZA DE LA FÍSICA.

En lo que respecta al área de la física, se debe considerar la importancia del estudio de sus diversas disciplinas (mecánica, electrónica, óptica, entre otras), puesto que forman parte del desarrollo del pensamiento humano. En el ambiente educativo, el proceso de aprendizaje de esta ciencia se hace complejo, por ejecutarse en algunos casos de manera descontextualizada de la realidad de los estudiantes, sin importar las ideas previas y preconcepciones que los mismos puedan tener. La física es una disciplina clave para el conocimiento cualitativo y cuantitativo de los conceptos básicos que nos permiten un entendimiento de nuestro entorno natural y el desarrollo que ha experimentado ha sido gracias al esfuerzo de notables científicos e investigadores, quienes al inventar y perfeccionar instrumentos, aparatos y equipos han logrado que el hombre agudice sus sentidos al detectar, observar y analizar fenómenos. Las generaciones que se forman deben estar al tanto de esta importancia, de lo imprescindible que resulta dentro la cultura general que debe poseer todo individuo, el conocimiento de los fenómenos físicos (URDANETA *et. al.*, 2014).

Por lo tanto, debemos aprovechar las TIC, específicamente el uso de software, para impartir clases de una ciencia tan importante como la física. El educador debe propiciar en los estudiantes

la tendencia a la investigación y a la creatividad, para que esto conlleve a alcanzar un aprendizaje significativo, incorporando en sus clases estrategias y recursos didácticos innovadores y no solamente limitarse a un marcador, un libro y el pizarrón. La utilización de un software educativo para aprender física puede ser de manera interactiva mediante simulaciones, videos y ejemplos, constituyendo una herramienta innovadora para enseñar. No obstante, todavía para la enseñanza de esta ciencia se viene utilizando mayoritariamente una manera tradicional de impartir las clases, haciendo énfasis especialmente en la teoría y resolución de ejercicios en el pizarrón. Esto ha originado la necesidad de buscar y lograr que se implementen diversas e innovadoras estrategias con el objeto de que el estudiante pueda internalizar el conocimiento y así aplicarlo en su entorno académico y natural, evitando que la física se vuelva una materia tediosa y sin conexión directa con la vida.

De acuerdo con este planteamiento, el estudio de la física mediante el empleo de software educativo ayudará al estudiante a interactuar de manera dinámica, explorando nuevos rumbos y construyendo su propio conocimiento dentro y fuera del aula. Por esta razón, se requiere seleccionar estrategias efectivas para contribuir a que los estudiantes aprendan y se pueda verificar su efectividad. Con el desarrollo de un software educativo se podría incentivar al aprendizaje de la física, con el fin de lograr que se contextualicen los contenidos y se obtenga un aprendizaje significativo.

Desde esta perspectiva, se deben implementar herramientas didácticas que permitan optimizar el proceso de enseñanza y aprendizaje, dentro y fuera del aula de clase. De este modo se promueve el aprendizaje significativo, la competencia tecnológica y la autonomía del estudiante. Para Litwin (2000) la utilización de las computadoras como recurso didáctico puede mejorar el aprendizaje siempre que se analice con los siguientes criterios pedagógicos:

1. El aprovechamiento que se hace de las características propias de la herramienta informática: es decir la capacidad de interacción alumno/información; la posibilidad de individualización, es decir, que los programas tengan en cuenta. Las características individuales de los alumnos; la capacidad de animación de figuras y sonidos que enriquezcan didácticamente los programas; la capacidad de simulación; la capacidad de retroalimentar el aprendizaje de los alumnos.

2. La contribución al aprendizaje desde una perspectiva innovadora, es decir, que favorezca la participación solidaria entre los alumnos; posibilite la investigación, el aprendizaje por descubrimiento y la recreación de los conocimientos; presente una visión integradora en su concepción, y propicie el tratamiento interdisciplinario de los temas del currículo.

3. Las modalidades de trabajo en el aula: el impacto de la utilización de la computadora sobre el aprendizaje varía en relación directa con el tamaño del grupo que comparte su uso. Por lo general, los alumnos que trabajan en parejas obtienen mayores resultados, se ayudan mutuamente en la interpretación y resolución del contenido de la lección.

Por ello se hace necesario que los docentes estén capacitados para atender los requerimientos de sus estudiantes, dejando de lado los métodos rudimentarios y tradicionales de enseñanza para la adopción de nuevos elementos didácticos audiovisuales en la enseñanza de cualesquiera de las cátedras impartidas en educación media, específicamente en la física, pues se ha hecho creer que esta área es difícil, cuando en realidad con un poco de interés se puede convertir en una actividad dinámica.

EL SOFTWARE EDUCATIVO

Los softwares educativos, están conformados por programas didácticos que se crean con el fin de facilitar la enseñanza y el aprendizaje, mediante el uso de un ordenador. Para Vidal, Martínez y Ruiz (2010):

...se definen de forma genérica como aplicaciones o programas computacionales que faciliten el proceso de enseñanza aprendizaje. Algunos autores lo conceptualizan como cualquier programa computacional cuyas características estructurales y funcionales sirvan de apoyo al proceso de enseñar, aprender y administrar, o el que está destinado a la enseñanza y el autoaprendizaje y además permite el desarrollo de ciertas habilidades cognitivas (Vidal, Martínez, Ruiz, 2010, p.97)

Al combinar imágenes, colores, textos, videos de manera creativa en un programa computacional, se permite que el estudiante interactúe y pueda apreciar y aprehender la Física desde otra perspectiva que trascienda el aprendizaje de fórmulas memorísticas. En la actualidad existen numerosos programas informáticos para la enseñanza de los diversos fenómenos físicos, tales como el software 'El Universo de la Luz', que es un programa interactivo para la enseñanza de la óptica, también el software *Crocodile Physics* con clips para la enseñanza de la electricidad básica, electrónica, fuerza, inercia u óptica, así como también páginas como *Academia Clip*, *Didactalia* donde están disponibles softwares para la simulación de algunos fenómenos físicos, para hacer experimentos en forma gráfica o simplemente para hacer conversiones de unidades de medida.

En la actualidad el uso de las computadoras como medio de información permite la aplicación de estos programas dentro y fuera del aula de clase, habida cuenta de que algunos hallazgos revelan que, aunque a los estudiantes les gustan las actividades que realiza en clase y en el laboratorio, no les gusta estudiar en casa, lo cual cobra sentido, pues es posible que, al no poseer el material experimental, le resulte aburrido el estudio de la asignatura.

En este sentido, la alternativa informática resulta de gran ayuda en esta tarea de motivar al estudiante a mantener el acercamiento con la asignatura una vez abandone el aula de clase, pues es sabido que facilita el trabajo independiente y le permite introducirse en las técnicas de manera más autónoma promoviendo habilidades de investigador al individualizar el trabajo de cada estudiante. Por otra parte, el docente se beneficia al poder hacer un mejor aprovechamiento del tiempo al permitir abarcar mayor contenido al facilitar tanto el acceso a los contenidos como a las demostraciones de laboratorio de manera virtual.

No obstante, en algunas aulas educativas existe contradicción entre las herramientas que el profesor utiliza y las que el estudiante prefiere, es decir, utilizan constantemente las mismas herramientas para enseñar; por esta razón, Castillo expresa: “tanto quienes enseñan, como aquellos que aprenden, emplean distintos mecanismos individualizados para conseguir su objetivo” (CASTILLO, 2008, p.12). Esto origina que en el salón de clase pueda generarse un ambiente inadecuado para que se puedan lograr los objetivos de la materia, por ello se hace necesario que tanto estudiantes como profesores trabajen juntos para la construcción del aprendizaje. Urdaneta *et. al.* (2014) en su estudio, observaron claramente la necesidad de que el cuerpo docente utilice estrategias que promuevan la motivación y volición de sus alumnos, lo cual pudiera lograrse mediante el uso de recursos didácticos que logren captar el interés de los estudiantes y promueva en ellos una mayor empatía hacia la asignatura.

En tal sentido, el empleo del software educativo como una de las herramientas de las TIC presenta una serie de ventajas, permitiendo incentivar la creatividad, el aprendizaje se hace más ameno, interactivo y su contenido está estructurado de forma didáctica. Castillo (2008) expone que el software educativo desempeña una función como instrumento mental/tecnológico al crear destrezas para procesar información de manera creativa.

En atención a estos señalamientos, se considera un aporte importante desarrollar un software educativo como herramienta del aprendizaje de la física, específicamente en el tema Campo Eléctrico, para los estudiantes de Educación Media General, puesto que es un contenido que se adapta muy fácilmente para ser enseñado y aprendido mediante el uso de las TIC, además de que vendría a complementar el desarrollo de este contenido de una manera más interactiva y permitiría propiciar la autonomía del aprendiz, ampliar su percepción acerca de los aspectos que comprende este tema y su aplicabilidad en la vida cotidiana.

Fases del diseño del software

Para el diseño de un software educativo, en el caso específico de este estudio, se toma como referencia la metodología propuesta por Gómez, Galvis y Mariño (1998), de manera de sensibilizar al lector con un esquema general de cómo podría diseñar un software educativo de una manera que se motive a su diseño y no se le presente como algo engorroso e imposible de realizar. Se considera la metodología enmarcada en el diseño de un software educativo (ISE) que se divide en fases, incluyendo el modelaje orientado a objeto (O.O) para ser más completo el desarrollo del diseño. Esta metodología ISE-O.O. tiene cinco fases: análisis, especificación de requerimientos, desarrollo, estructuración del software y prueba.

Análisis

El objetivo de esta etapa es determinar el contexto en el cual se va a crear la aplicación y derivar de allí los requerimientos que deberá atender la solución interactiva, como complemento a otras

soluciones basadas en uso de otros medios (personales, impresos, audio-visuales, experienciales), teniendo claro el rol de cada uno de los medios educativos seleccionados y la viabilidad de usarlos, así como también delimitar a quien será dirigido, las características de la población a la cual se desea implementar y el nivel escolar.

En el caso de la presente investigación el software va dirigido a estudiantes de quinto año de educación media general del plan de formación educativa venezolano. El material se basa en el tema Campo Eléctrico contemplado en los programas propuestos en el diseño curricular acordado por el Ministerio de Poder Popular para la Educación. Se aspira que el estudiante, con su experiencia previa, pueda crear nuevos conocimientos mediante el uso de la tecnología, pudiendo acceder de manera fácil y sencilla a la información, logrando así que el docente lo use de soporte para sus clases donde no solo utilice el pizarrón o los libros, sino que el alumno pueda interactuar con la computadora teniendo otra alternativa para lograr el aprendizaje.

Especificación de requerimientos

Como síntesis de la etapa de análisis se deben formular los requerimientos que deberá atender el material interactivo que se desea obtener. La especificación de requerimientos debe contener lo siguiente:

Descripción de la Aplicación:

Contiene las características particulares de la aplicación dentro de determinado dominio: elementos que lo conforman, área de contenido y restricciones.

La aplicación desarrollada contiene los principios básicos sobre el tema campo eléctrico, enfocados a la cátedra de física

de quinto año. En dicha aplicación el alumno podrá auto evaluarse con test evaluativos permitiendo medir sus conocimientos. Tiene elementos necesarios para motivar al alumno porque en sus actividades no solo existe texto sino que también se presentan imágenes con colores y videos.

Las restricciones del software están en el hecho de que el usuario no podrá modificar la aplicación, ni sus interfaces, ni ningún contenido, aunque puede interactuar con el software para realizar diversas actividades tales como consultar conceptos, formulas y autoevaluarse. Los principios pedagógicos aplicables a este software son de forma educativa, la cual permite el estímulo al aprendizaje. Cada usuario tiene participación directa en la aplicación desde que la realiza por primera vez hasta que decide abandonar su uso, manteniendo el control sobre la aplicación. No podrá acceder a los enlaces si la conexión a internet es interrumpida o el servidor se encuentre fuera de servicio.

Área de contenido: el software está conformado por información sobre el tema campo eléctrico, dentro del mismo se encuentra biografía de los científicos nombrados. De igual manera, presenta conceptos relacionados con el tema de estudio y formulas.

Modo del uso de la aplicación (diagrama de interacción): En este caso la aplicación se diseñó para ser usada de manera individual, es decir: usuario-computador. El docente o instructor puede intervenir indicando que parte de la aplicación se utilizará de acuerdo a su plan de clase para facilitar el manejo del software. En esta etapa también se definen los escenarios de interacción es decir actividades que puedan estar implícitas en el software.

Diagramas de Interacción:

Permiten ver secuencias de interacción entre el usuario y la aplicación, representando lo que se espera del diálogo y dando más

detalle a la descripción textual de la descripción de la aplicación. Es importante ver la secuencia de acciones para cada escenario de interacción. Con base en estos diagramas se pueden ver cuáles pueden ser las necesidades de información en cada escenario de interacción y se puede ir pensando en cuáles pueden ser los algoritmos que serán usados.

El actor en este caso corresponde a cada uno de los diferentes usuarios de la aplicación. Los objetos, aplicación y registro corresponden en este caso a las partes de la aplicación involucradas en el diagrama. Se tiene como entrada los datos que el usuario va a introducir al momento de visitar el software y las salidas es la información obtenida por los usuarios que consulten el mismo.

Desarrollo del software

El diseño se realiza a tres niveles diferentes: educativo, comunicacional y computacional. Al diseñar el ambiente en el que se desarrollará la acción se deben definir claramente los elementos que se determinaron como necesarios en todo micro mundo interactivo y aquellos deseables que convenga para el caso. La identificación de estos elementos en esta etapa permite crear mayor vínculo con la etapa de desarrollo. Con esto se está garantizando un diseño computacional y posterior implementación con una alta calidad. Cualquier ajuste se puede hacer en esta etapa, reduciendo costos innecesarios en etapa de desarrollo.

Diseño educativo:

Esta parte del diseño va dirigida al contenido y a la implementación de estrategias para que el material sea de interés por el usuario, a fin de que este pueda reforzar sus conocimientos acerca del tema campo eléctrico. Se tomaron en cuenta las siguientes interrogantes:

- ¿Qué aprender del material computarizado (MEC)?

El contenido utilizado para la realización de este material está basado en el nivel para estudiantes de quinto año de educación media general, que sea entendible y a la vez motive al estudiante a adentrarse un poco más en investigar sobre la física. Allí se encuentran conceptos básicos, biografías, descripción de experimentos relacionados a la electrostática específicamente a campo eléctrico.

- ¿En que micromundo aprenderlo?

Cuando el usuario interactúe con el programa podrá comprender e internalizar conocimientos sobre cargas eléctricas, Ley de Coulomb, Campo eléctrico, entre otros contenidos. El usuario podrá interactuar, dar opiniones y proponer más información. El profesor como facilitador podrá dar las instrucciones al momento de usar la aplicación en el aula de clase.

- ¿Cómo motivar y mantener motivados a los usuarios?

Para motivar a los usuarios la aplicación contiene lo siguiente:

1. Colores, imágenes, videos como herramientas de animación.
2. El usuario puede mantenerse entretenido en cada uno de las partes que conforman el software con la información, los videos o simulaciones.
3. El estudiante podrá autoevaluarse mediante de test interactivos presentes en el programa.
4. Con herramientas como estas se pretende lograr la atención y la motivación del estudiante, además la recopilación del contenido debe originar un interés por investigar sobre temas relacionados.

- ¿Cómo saber que el aprendizaje se está logrando?

En el software están incluidas actividades autoevaluativas donde el estudiante podrá ir midiendo su conocimiento de manera que pueda establecer si la interacción con el programa se está logrando de manera adecuada.

Diseño comunicacional:

En esta fase del proceso de diseño se definió la interfaz (zona de comunicación usuario-programa) de la aplicación. Fueron definidos formalmente los objetos que aparecen en cada pantalla y cuáles elementos del mundo son usados/afectados. Se tomó como base la descripción macro dada en especificación. El objetivo de esta etapa fue lograr una interfaz amigable, flexible y agradable de usar y también consistente, es decir, cuidando que los mensajes y la distribución en pantalla, el juego de colores y algunos otros elementos visuales siguieran un mismo patrón.

También se buscó un diseño altamente interactivo, que facilitara la navegación, estrechando la relación entre el usuario y la aplicación. Los enlaces para las entradas y salidas del usuario son a través de botones que con solo un clic despliegan las opciones para que el usuario ingrese al contenido deseado, diseñado en páginas diferentes, cada una con un título específico. El usuario pueda acceder simplemente al ingresar en la web colocando en cualquier explorador la ruta correspondiente al programa.

Diseño computacional:

Al final de esta etapa se tiene como resultado, claramente definidas, cada una de las diferentes clases de objetos, incluyendo sus atributos (indicando si serán públicos -visibles a todo el mundo- o privados), el conjunto de métodos y el invariante de cada clase que corresponde al conjunto de restricciones o de requisitos que debe siempre cumplir una determinada clase.

Los enlaces para las entradas y salidas del usuario son a través de botones con solo un clic se despliega las opciones para que el usuario ingrese al contenido deseado, esto se diseñó en páginas diferentes cada una con un título específico. La aplicación diseñada es un programa educativo tomando en cuenta que la información es sobre un tema de física denominado campo eléctrico de manera que el usuario pueda acceder simplemente al ingresar en la web colocando en cualquier explorador la ruta correspondiente al programa.

Para esta parte del diseño del software se implementó un servidor web, llamado apache 2 con mySQL, Pavon (2012) nos expresa que el servidor es ejecutable en varios sistemas operativos: *Unix, FreeBSD, Linux, Solaris, Novell NetWare, OS X, Microsoft Windows*. Esto quiere decir que el programa puede ser visualizado en cualquier tableta o computadora que tenga Linux o Windows que son los mayormente utilizados.

El servidor web utilizado permite varios lenguajes de script, en este caso específico se trabajó con php5 (acrónimo de "PHP: *Hypertext Preprocessor*"), el cual es un lenguaje "open source" de alto nivel, embebido en páginas HTML y ejecutado en el servidor (MARTÍNEZ, 2002). En vez de escribir un programa con muchos comandos para crear una salida en HTML, se escribió el código HTML con cierto código PHP embebido (introducido) en el mismo, que producirá la salida requerida.

Se creó una base de datos que permitiera que al utilizar el programa *Wordpress* se pudiera acceder a la página diseñada. El *WordPress* es una herramienta muy versátil para crear y gestionar un blog en el espacio web de un centro o proyecto educativo pues permite la publicación de contenidos de una forma fácil. Para su instalación es necesario disponer de PHP y *MySQL* en el servidor. En cada página añadida en *Wordpress* se ingresó el contenido, se

añadieron las imágenes y enlaces de videos, simulación y los formularios. Los formularios fueron diseñados con la herramienta drive de google y son los utilizados para la evaluación, que luego son mostrados por el servidor originando el HTML, es decir todos los cambios se van guardando en *Wordpress* para ser mostrados en la ruta web utilizada para acceder al programa educativo.

Estructuración del software

En esta fase se implementó la aplicación usando toda la información obtenida anteriormente. Se tomó la definición de clases y se implementó en el lenguaje escogido (php5), tomando en cuenta las restricciones computacionales que se tenían.

En el desarrollo se buscó que el modelo del mundo sea independiente de la interfaz. Esto facilita el trabajo y permite trabajar en paralelo. La interfaz se implementa usando la especificación del diseño comunicacional. En algunos ambientes de desarrollo la creación de ésta se facilita con herramientas visuales de desarrollo. En otros se tiene que programar cada uno de los elementos de la interfaz. El software está publicado en la red, por lo tanto para desarrollarlo y utilizarlo es necesario una conexión a internet, no necesita instalarse en la computadora, solo se debe ingresar a la siguiente ruta: <http://www.grincef.nurr.ula.ve/campel> Al acceder al mismo se puede desplazar por las diferentes ventanas y visualizar videos referentes al tema sin necesidad de desplazarse a otra página en internet. Este programa está enmarcado en la utilización de la web 2.0 por lo tanto hay un espacio donde los usuarios pueden escribir comentarios referentes al tema e incluso proponer nuevos enlaces que se refieran al mismo.

El acceso a la información se hace de manera sencilla, los usuarios pueden hacer lecturas sobre el tema, responder test de

evaluación, ver imágenes, simulaciones y videos. En esta parte se puede ver el comportamiento del software. Se muestra la interfaz de la ventana, el usuario puede elegir la opción que prefiera, luego aparecerá la información y el usuario decide si salir de la ventana o continuar en ella.

Prueba del software

La metodología propuesta permite ir depurando los componentes del modelo generado, haciendo validación con expertos de los prototipos durante la etapa de diseño y prueba uno a uno de los módulos desarrollados, a medida que estos están funcionales. Para la validación de este programa se requirió la colaboración de cinco expertos, los cuales una vez que accedieron a la ruta web indicada para la visualización del software completaron un cuestionario de preguntas sencillas donde aprueban la utilización del programa tanto por el diseño como por el contenido del mismo. Entre los expertos se contó con la colaboración de tres profesores de Física, dos profesores a nivel universitario y uno de secundaria (público para el que va dirigido el software), también de un matemático y un experto en computación; revisando todo el diseño, el funcionamiento y el contenido del programa.

Del Software Educativo CAMPEL

El software educativo CAMPEL fue creado como soporte para las clases de física sobre el tema específico relativo al campo eléctrico. Está dirigido a estudiantes de quinto año de educación media general, quienes podrán autoevaluar sus conocimientos con diversas actividades que aparecen en el mismo. Para acceder al programa, se debe ingresar la siguiente ruta en el navegador: <http://www.grincef.nurr.ula.ve/campel>



Figura 1: Hipervínculos con los contenidos del software educativo CAMPEL

El primer conjunto de vínculos disponible en el CAMPEL se despliega al pulsar con el ratón sobre el menú de barras que da acceso a las listas de contenidos en la parte de campo eléctrico, de allí al hacer clic se dirigen a la página de los contenidos sobre Carga Eléctrica, Ley de Coulomb, Campo Eléctrico y Ley de Gauss. El vínculo Historia despliega las biografías de algunos Físicos que contribuyeron al estudio del Campo Eléctrico tales como Coulomb, Faraday, Ampère, entre otros. Luego se encuentra el vínculo para acceder a los videos los cuales son complementarios de las teorías. El vinculo Glosario muestra el significado de algunos terminos contenidos en el software para la mayor comprension del tema. Por último, aparece el vínculo referencias bibliográficas que contiene un manual técnico para la utilización del mismo y las referencias utilizadas para el desarrollo de los contenidos.

Consideraciones finales

En una sociedad con tendencia a la informatización, en la cual cada estudiante puede disponer de una computadora portátil o una tableta la posibilidad de desarrollar su competencia digital o de gestión tecnológica es un hecho; por esta razón el uso de la web con CAMPEL para el aprendizaje del tema campo eléctrico se hace adecuado, aprovechando esta herramienta como soporte para el aprendizaje de la física, donde el estudiante se sienta motivado a la investigación.

Actualmente el acceso a internet ha sido de mayor facilidad para los usuarios gracias a las redes wifi disponibles, incluso de forma gratuita en algunos casos, así como centros de informática en las instituciones educativas y a pesar de que el contenido de este material está basado en el currículo educativo dirigido a estudiantes de secundaria específicamente, puede ser consultado y comprendido por cualquier usuario que desee indagar sobre el tema, lo que permite que cualquier usuario puede de manera autónoma aprovechar de navegar por la web, utilizando CAMPEL dentro y fuera del aula de clase.

En definitiva, el software educativo CAMPEL propone una herramienta apropiada de uso interactivo y agradable que sirve de ayuda para el aprendizaje y fortalecimiento de conceptos básicos vinculados al tema del campo eléctrico.

Referencias

CADENA, C. Proyecto de creación de un Software Educativo como Material Didáctico para el Centro Infantil Dulce Pelusita de la ciudad de Quito. *Tesis doctoral*, Universidad Tecnológica Equinoccial. Ecuador. 2003. Disponible en repositorio.ute.edu.ec/bitstream/123456789/11421/1/22906_1.pdf_Accedido el 20 de agosto de 2013

CASTILLO, A. Herramientas informáticas para la aplicación de técnicas de desarrollo de pensamiento creativo. *Educere*, v. 12 n. 43, p. 741 -749. 2008. Disponible en <http://www.scielo.org.ve/pdf/edu/v12n43/art10.pdf> .
Accedido el 20 de mayo de 2013.

GÓMEZ R.; GALVIS H.; MARIÑO, O. Ingeniería de software educativo con modelaje orientado por objetos: un medio para desarrollar micromundos interactivos. *Informática Educativa*, v. 11, n. 1, p. 9- 30, 1998. Disponible en http://www.colombiaaprende.edu.co/.../articles106359_archivos.pdf.
Accedido el 20 de abril de 2014

LITWIN, E. Tecnologías educativas en tiempos de Internet. 2000. Disponible: http://cmapspublic.ihmc.us/rid%3D1GNWMM0B7-1L1N1LP-P7D/NT_Litwin.pdf. Accedido el 20 de agosto de 2013.

LOBO, H. Software Educativo para el aprendizaje de la óptica. *Trabajo de grado de Maestría no publicado*. Universidad del Zulia. Venezuela. 2007

LEY ORGÁNICA DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA. *Gaceta Oficial de la República Bolivariana de Venezuela (Extraordinaria)*, n. 38.242, agosto 03, 2005.

MARTÍNEZ, R. *Manual PHP*: Free Software Foundation. Disponible en: <http://www.desarrolloweb.com/manuales> el 20 de agosto de 2013 el 11 de mayo de 2011

PAVÓN, J. *Servidores Web- Apache. Aplicaciones web/ Sistemas web*. Universidad Complutense de Madrid. 2012

URDANETA, E.; URBINA, J.; VETANCOURT, F.; MOLERO, M. Los estudiantes de educación media general y el estudio de la física. *ReQuimera*, v. 2, n. 1, p. 1-56, 2014.

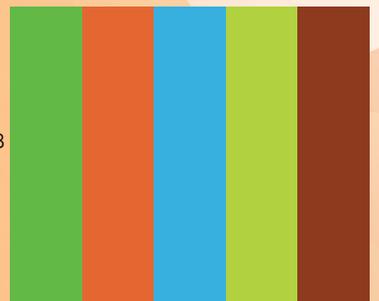
VIDAL, M.; MARTÍNEZ, F.; RUIZ, A. Software educativos. *Educación Médica Superior*, v. 24, n. 1, p. 97 – 110, 2010.

A large, stylized number '12' is positioned in the upper right corner. The number is white with a slight shadow. Behind it is a vertical bar composed of five colored stripes: green, orange, blue, light green, and brown.

*Jeisson Nava
Manuel Villarreal*

Actividades experimentales para la enseñanza de los principios básicos de electricidad

DOI: 10.31560/pimentacultural/2019.652.237-248



Resumen

Esta investigación fue enmarcada bajo el enfoque constructivista y el aprendizaje significativo. El tipo de investigación corresponde a la modalidad de proyecto factible con un diseño mixto de tipo documental y de campo. La población estuvo conformada por 11 docentes de Física de diferentes instituciones educativas del estado Trujillo, Venezuela, durante el período escolar 2013-2014. Los resultados obtenidos fueron: 45,4% de los docentes establecen vínculos entre la teoría y la práctica, 73,1% no realizan prácticas, 81,8% manifestó que carece de una guía de actividades experimentales y el 100% indicó la ausencia de un Laboratorio de Física dotado. En consecuencia, se elaboraron las actividades experimentales para los principios de electricidad.

Palabras Claves

Actividades Experimentales; Enseñanza de La Física; Electricidad.

Introducción

La Educación del siglo XXI exige la incorporación y aplicación de las más variadas metodologías, enfoques didácticos, recursos tecnológicos para el logro de un aprendizaje más contextualizado y significativo. En este sentido, la Física aporta en gran medida la consolidación del proceso de enseñanza-aprendizaje en los estudiantes, permitiendo la interacción de conocimientos conceptuales y procedimentales, ofrece la posibilidad de desarrollar procesos más participativos para el crecimiento y la emancipación del ciudadano en una sociedad democrática.

Lo anterior es posible debido a que esta ciencia natural ha ejercido una influencia en el desenvolvimiento cotidiano al proporcionar respuestas adecuadas a las interrogantes sobre el mundo físico y a las relaciones del hombre con él y en él. Dado que se apoya en observaciones experimentales y mediciones cuantitativas en el que se presenta un conjunto de experiencias y conocimientos prácticos, para comprender el mundo físico actual, lo que permite interactuar racionalmente con su entorno social.

Por medio de la experimentación la Física se transforma en una ciencia demostrable, indispensable estudiar en casi todos los niveles de la educación, donde el uso de los laboratorios, constituye un eje fundamental, puesto que, en él, los estudiantes manipulan, observan, analizan y construyen su conocimiento. En este orden de ideas, Albarrán, Mora y Escalona (2006), como producto de su investigación demostraron la utilidad del experimento como estrategia práctica en el desarrollo de nociones básicas sobre energía y electricidad, obteniendo un aprendizaje realmente significativo cuando los estudiantes tienen la oportunidad de experimentar sus clases y manipular diversos materiales. Esta es la razón de ser de las clases de ciencias naturales en los ambientes de clase, una

interacción con su realidad, así como lo plantean las orientaciones del Ministerio del Poder Popular para la Educación (MPPE):

[...] el área de formación Física comprende ciertos contenidos que son abordados de manera conceptual y procedimental, permitiéndoles 'la participación activa en la aplicación, organización y transformación de los procesos científicos-tecnológicos. (REPÚBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA, MPPE, 2017, p.4)

Todo ello permite dar respuestas a sus necesidades primordiales, las cuales incluyen la explicación y comprensión de su entorno natural y sociocultural. Con referencia a lo anterior:

“Buscamos una interrelación conceptual-procedimental de índole reflexiva e investigativa, no de aplicación sin más de procedimientos adquiridos, aun cuando se encuentren fundamentados teóricamente. Necesitamos un docente que piense sobre su labor, que considere sus fortalezas y debilidades, sus logros y fracasos, los obstáculos encontrados y las ayudas que pudo recabar” (LACUEVA, 2010, p.9).

En la Educación Media General, específicamente en el 5^{to} Año, se aborda la asignatura de Física en gran medida con los contenidos de electricidad, donde se considera pertinente realizar actividades experimentales en la temática para el logro de un aprendizaje significativo en los estudiantes, cuya realidad evidencia una escasez de recursos didácticos, tecnológicos presentes en las instituciones educativas de nuestro Estado, lo que ha ocasionado que los docentes no realicen actividades experimentales limitando la calidad de la enseñanza y el aprendizaje de esta área del conocimiento. Es aquí donde el docente debe buscar nuevos métodos, estrategias y recursos que conduzcan al estudiante a alcanzar el objetivo de manera significativa.

Se observa como la enseñanza se aborda de manera desvinculada entre la teoría y la práctica, donde las horas asignadas a los laboratorios los docentes las sustituyen por horas para la resolución de problemas, revisión de prácticas, evaluaciones parciales, entre otras actividades; abordando una metodología meramente teórica,

es decir, no se propicia el establecimiento de las bases fundamentales para un desarrollo en las competencias teóricas-prácticas. Este tipo de situaciones conlleva a percibir que los estudiantes no logren desarrollar competencias que le permitan entender la realidad con una actitud crítica-reflexiva hacia la investigación de los hechos, es decir, alejada de la realidad social y de lo natural.

Los Liceos Bolivarianos “Ciudad de Valera” y “Barrio Nuevo”, del Municipio Valera del Estado Trujillo en Venezuela fueron los objetos de estudio en esta investigación, y no escapan a esa realidad, puesto que las mismas no cuentan con un laboratorio dotado de equipos y materiales, a pesar de tener un espacio físico para su ejecución, donde existen minorías que aplican actividades meramente demostrativas sin el uso de un manual o guía que oriente la temática.

La no ejecución de las actividades experimentales trae como consecuencia: que los estudiantes seguirán sin aprender la parte experimental, no tendrán una representación de la dinámica del aprendizaje de conocimientos científicos, la asignatura estará alejada de la realidad, no practicarán el método científico, no habrá transferencia del conocimiento, así como tampoco describirán procedimientos, observaciones e interpretaciones de lo que ocurre en el entorno.

Por tanto, este estudio permite que en las clases de esta área de formación se aborden las actividades experimentales de laboratorio sobre los principios básicos de electricidad, donde cada una de ellas vayan, de acuerdo al contexto, y la ejecución cuente con materiales alternativos o accesibles (de bajo costo), en miras de relacionar a la ciencia con los aspectos sociales, tecnológicos y ambientales. Es decir, desarrollando en los estudiantes habilidades y destrezas, no sólo manipulativas sino también cognoscitivas a través de la experimentación.

El enfoque constructivista y el aprendizaje significativo en las actividades experimentales de física

Desde hace mucho tiempo, las actividades experimentales son un componente fundamental en cualquier currículo, perteneciente al área de las ciencias. La Física no escapa de ella ya que permite tanto a docentes como a estudiantes poner en práctica los conocimientos teóricos, comprensión y dominio de las bases lógicas y dinámicas del método científico, hacia la capacidad de búsqueda, indagación, asombro, curiosidad, espíritu crítico y autonomía en el aprendizaje.

Hay que tomar en cuenta que estas actividades deben ser para los estudiantes lo suficientemente atractivas e impactantes para lograr que ellos, además de comprender, se motiven para seguir indagando sobre el fenómeno o teoría en estudio.

Para la ejecución de cualquier actividad experimental en el área de las Ciencias Naturales es necesaria una guía de texto que incluya las tareas a realizar, no vista como una receta que se debe cumplir paso a paso, sino que sea abierta a la socialización del fenómeno, desde la vivencia de los estudiantes, vinculadas a situaciones cotidianas, aportando a su vez condiciones para estimular el deseo de saber acerca de cosas útiles y prácticas, lo que contribuye al desarrollo de sus propias actitudes intelectuales, vista esta desde un proceso en la búsqueda de significados de lo que él vive en su día a día.

Por consiguiente, el enfoque constructivista está inmerso durante el desarrollo de las clases de Física, ya que existe una visión acerca en la formación de los conceptos científicos y del proceso de aprendizaje, donde han sido influidos de manera trascendente a partir del supuesto básico de que toda actividad de conocimiento es un proceso que hay que construir, estructurar y dar significado. Para ello, es imprescindible tomar en cuenta el significado que se

debe presentar en el material a ejecutar, el cual debe ser ordenado, susceptible de dar lugar a la construcción de significados. Además, debe existir la posibilidad de que el estudiante conecte el conocimiento presentado con los conocimientos previos, ya incluidos en su estructura cognitiva, que sean comprensibles para el estudiante. Tomando referencia a estos dos aspectos se logra un óptimo aprendizaje se manera significativa como lo plantea la teoría de Ausubel, Novak y Hanessian (1998).

Análisis y discusión

Los resultados obtenidos de la aplicación del instrumento a los docentes de Física de 5^{to} Año, tuvo como finalidad diagnosticar el proceso que aplica el docente durante la ejecución de las prácticas de Laboratorio en Educación Media General. Las preguntas fueron relacionadas con ejecución de la fase del diagnóstico, la fase experimental, y la fase de reflexión.

En la primera fase se encontró que durante el diagnóstico previo conformada por la lectura inicial que se debe realizar el cual arrojó un 36,3% de quiénes si la aplican, la planificación de la actividad experimental con 54,5% y la comprensión del experimento antes de ejecutar la actividad de laboratorio en 45,4%.

Se evidencia que los docentes no cumplen a cabalidad con el proceso de la actividad previa, en cuanto a las variables que se están manejando en este estudio de investigación donde todos en un 100% deben realizar cada uno de estos aspectos antes de asistir al laboratorio de Física, por lo que se hace necesario de un material de laboratorio que presente las fases y actividades de manera lógica, que se pueda realizar en el aula indicando cada etapa para su ejecución, y además con un vínculo estrecho con su entorno, presentándose de

forma integrada, contextualizada, en todos y cada uno de los contenidos, como ejemplificación y aplicación de los conocimientos adquiridos, de tal manera que se lleve a cabo el proceso de planificación en las clase de ciencias permitiendo profundizar la temática y a su vez comprender sus implicaciones sociales.

Durante la fase de la actividad experimental, la mayoría de los docentes no cumplen a cabalidad con el proceso en cuanto a los materiales y equipos con un 100% de sus respuestas emitidas debido a que carece de un laboratorio dotado para la ejecución de las actividades prácticas, el 81,8% manifiesta el empleo del material práctico de laboratorio, em las actividades prácticas expresaron un 36,3% y los registros de los resultados al momento de ejecutar la actividad experimental solo el 27,2% lo realizan. Se puede inferir de sus respuestas, que esto se debe a la falta de un laboratorio dotado y a la carencia de un material práctico de laboratorio donde contengan actividades experimentales, ya que en esta etapa todos los docentes encuestados debieron responder en un 100% cada alternativa.

En consecuencia, se puede afirmar la necesidad de un material de laboratorio que presente cada una de las etapas de manera detallada y con actividades que se puedan realizar en el aula de clase, con el fin de lograr que el estudiante construya su conocimiento en cada una de las prácticas para no interrumpir el proceso de aprendizaje.

Durante la ejecución de la fase de reflexión de las prácticas de laboratorio, los docentes encuestados no cumplen con el proceso que involucra esta fase resumida en: el análisis de los resultados donde solo el 54,5% lo aplican, la comparación teoría y práctica 45,4%, las reflexiones solo el 54,5%, la transferencia de conocimientos con 45,4% y conclusiones que refleje las experiencias desarrolladas en la asignatura Física el 54,5%. De igual manera se hace necesario resaltar que cada uno de estos aspectos solo parte los encuestados la aplican, cuando debería ser la totalidad.

Destaca que durante la ejecución de las actividades prácticas que se deben realizar en la asignatura Física de 5^{to} Año, la gran mayoría de los docentes no cumplen con el proceso de trabajo de laboratorio, se dificulta el logro de un aprendizaje significativo así como de la transferencia de los conocimientos hacia otras áreas y a la vida cotidiana, algunos se valen de diversas estrategias como las demostraciones en el aula y explicar las experiencias, debido a que carecen de un material que oriente las actividades prácticas de manera sistemática como ciencia fáctica.

De acuerdo a lo expresado esta investigación permitió el implemento de un conjunto de prácticas de laboratorio que conlleve a actividades del entorno. Para ello se realizó una propuesta de Actividades Experimentales para la Enseñanza de los Principios Básicos de Electricidad, como una alternativa de llevar a cabo la ejecución de experimentos en la clase de Física por estudiantes de 5^o Año de Educación Media General, el cuál contenía las siguientes prácticas a realizar:

- Práctica N° 1. Ley de Coulomb.
- Práctica N° 2. Campo Eléctrico.
- Práctica N° 3. Construcción de un Circuito Eléctrico Sencillo.
- Práctica N° 4. Conductividad Eléctrica de los Materiales.
- Práctica N° 5. Construcción de un Circuito Eléctrico en Serie.
- Práctica N° 6. Construcción de un Circuito Eléctrico en Paralelo.

Una vez realizada la propuesta se procedió a aplicar la viabilidad de la misma, en el que se tomó en consideración dos perspectivas diferentes: por una parte en su aspecto pedagógico por la opinión de expertos en Currículo y Física, así como la viabilidad económica desde el punto de vista de los recursos

utilizados en las actividades prácticas de laboratorio, en el que se consideró los criterios de evaluación pedagógica: Congruencia, Continuidad e Integración, Vigencia y Viabilidad propuesto por Díaz-Barriga *et al.* (1990).

Como resultado se determinó si las actividades de laboratorio enfocadas a los principios básicos de electricidad son viables técnica y pedagógicamente. Para ello se tomó unos indicadores para cada criterio cuyo valor mínimo y máximo oscilaba entre 120 y 150 para la congruencia, con 132 y 165 para la continuidad e integración, con 60 y 75 la vigencia y con 60 y 75 para la viabilidad, que se resumen en la tabla 1:

Tabla 1: Cálculo del intervalo de Viabilidad Pedagógica

1	2	3	4	5	6
Congruencia	5 4	10 10	3 3	5.10.3= 150 4.10.3= 120	Entre 120 y 150
Continuidad e Integración	5 4	11 11	3 3	5.11.3= 165 4.11.3= 132	Entre 132 y 165
Vigencia de las Actividades Experimentales	5 4	5 5	3 3	5.5.3 = 75 4.5.3 = 60	Entre 60 y 75
Viabilidad	5 4	5 5	3 3	5.5.3= 75 4.5.3= 60	Entre 60 y 75
TOTAL	5 4	31 31	3 3	5.31.3= 465 4.31.3= 372	Entre 372 y 465

Fuente: Nava, J (2014)

- | | |
|---------------------------|---------------------------------------|
| 1- Sub dimensiones. | 4- Número de Expertos. |
| 2- Escala de Viabilidad. | 5- Cálculo de Viabilidad (2.3.4). |
| 3- Número de Indicadores. | 6- Intervalo de Viabilidad en puntos. |

De acuerdo a estos parámetros se evidencia el valor total de la congruencia arrojó (148), para la subdimensión, continuidad e integración se obtuvo (163); el de vigencia es de (75) y la viabilidad con (73), lo que resultó un total en 459 puntos. Este valor se encuentra incluido en el intervalo de 372 a 465 establecido como criterio para aceptar o no la viabilidad de las actividades experimentales. Además, corresponde a un 98,7% de la viabilidad total en su valor máximo. De acuerdo a lo expresado se puede decir que las Actividades Experimentales para la Enseñanza de los Principios Básicos de Electricidad posee una amplia viabilidad pedagógica para su aplicación.

Consideraciones finales

Las Actividades Experimentales muestran ser una alternativa de aprendizaje, ya que constituyen una nueva perspectiva referente al trabajo de los estudiantes dentro y fuera del aula de clase. De igual modo se desarrolla sobre la base de la filosofía educativa constructivista y prepara el ambiente para un aprendizaje colaborativo, teniendo una mayor significatividad en el aprendizaje de los estudiantes.

Este estudio permitió corroborar que el diseño de Actividades Experimentales para la Enseñanza de los Principios Básicos de Electricidad, resulta necesario para la incorporación de las experiencias prácticas de laboratorio, ya que se observó que la mayoría de los docentes no realizan prácticas ya que no contaban con una guía de actividades de laboratorio, así como de materiales y equipos para la realización de la misma. Sin embargo, aquellos que la aplican lo abordan de manera demostrativa en el aula, para así que los estudiantes observen el fenómeno físico presente en esta ciencia natural, sin el llenado de una guía sistematizada para desarrollar las experiencias en Física.

Con relación a las actividades experimentales diseñadas desde el punto de vista pedagógico para la enseñanza de la Física se considera viable para ser empleada, obteniéndose un 98,7%, puesto que está incorporado lo cotidiano en cada una de las actividades experimentales, lo que favorece la transferencia de conocimiento hacia situaciones de nuestro entorno. Además, permite su uso en el aula de clase y con materiales de fácil acceso. Cada una de las actividades presentadas van de acuerdo al contexto y con el currículo que se maneja en el sistema educativo, donde cada una de ellas brindan una manera de abordar cada una de las temáticas que se manejan en este nivel, quedando abierto, hacia la flexibilidad de cada docente para la incorporación de otras experiencias prácticas que conlleven a la demostración y experimentación de principios, leyes y teorías de la Física.

Referencias

- ALBARRÁN, O, MORA, N.; ESCALONA, J. *Estrategias Didácticas para la Enseñanza de la Ciencia en la Segunda Etapa de Educación Básica*. Ponencia presentada en la LVI Convención Anual de ASOVAC. Acta Científica Venezolana, Volumen 57, Sup. 1, 2006. p. 383.
- AUSUBEL, D., NOVAK, J.; HANESIAN, H. *Psicología Educativa*. México: Trillas, 1998
- REPÚBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA, MPPE. *Currículo Bolivariano*. Subsistema de Educación Secundaria Bolivariana: Liceos Bolivariano, 2007.
- DÍAZ, B.; HERNÁNDEZ, G. (1990). *Estrategias Docentes para un Aprendizaje Significativo. Una Interpretación Constructivista*. México: Mc Graw. Hill.
- LACUEVA, A. (2010). Formando Docentes Integrales que Quieran y Puedan Enseñar Ciencia y Tecnología. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, v. 9, n. 2, 2010, p. 309-332. Disponible en: http://www.saum.uvigo.es/reec/volumenes/volumen9/ART2_Vol9_N2.pdf Accedido el 2 de agosto de 2013.



13

*Frank Daboín
Gladys Gutiérrez
Hebert Lobo*

Interpretación de la función de onda de Schrödinger y la repercusión en su aprendizaje

DOI: 10.31560/pimentacultural/2019.652.249-270



Resumen

Esta investigación respondió al propósito de conocer las interpretaciones concebidas por los profesores de enseñanza de la física moderna en un nivel universitario inherentes a la función de onda de Schrödinger. Para ello, se indagó en las concepciones epistemológicas y ontológicas que poseen los profesores de física, partiendo del paradigma fenomenológico interpretativo, centrado en un enfoque cualitativo con diseño de campo bajo los criterios de fuente mixta con temporalidad evolutiva, retrospectiva y unieventual. Los hallazgos encontrados permitieron establecer tres (03) categorías de concepciones episteme-ontológicas, a saber: Realistas, Antirrealistas e Instrumentalistas Operacionales.

Palabras Claves

Física cuántica; epistemología; función de Schrödinger; interpretación científica.

Introducción

El avance de las ciencias demanda en los individuos la renovación de los paradigmas y la sustitución de viejas ideas acerca de las teorías científicas. Así pues, esta constante renovación del espíritu científico constituye el progreso de las sociedades a la par con una dialogicidad del conocimiento concebido. Por ello, gran parte de la sociedad se ha interesado por conocer las teorías científicas que se comunican a través de los diversos medios divulgativos, caso concreto es la física cuántica, en relación a la afamada función de onda de Schrödinger como objeto central en la descripción de los sistemas cuánticos. Siendo para ello imprescindible el tratamiento de la epistemología y la ontología de la física como ramas auxiliares en la filosofía de la ciencia, puesto que contribuyen al estudio de los procesos de construcción del conocimiento científico, su proceso de validación, la diferencia entre otros tipos de conocimiento, la naturaleza de los objetos de estudio y sus propiedades inherentes, respectivamente.

La complejidad de los fenómenos cuánticos tiende a generar problemas de interpretación en los modelos anunciados, produciendo probablemente en personas ajenas a una formación específica en ciencias, concepciones epistemológicas y ontológicas desvirtuadas. Motivo por el cual se pretendió con la presente investigación conocer las interpretaciones desde las concepciones epistemológicas y ontológicas que poseen los profesores de física moderna acerca de la función de onda de Schrödinger en física cuántica y su relación a los estilos de pensamiento.

De acuerdo a esto, el conocimiento que activamente construyen los individuos en sus estructuras cognitivas, con el devenir de giros interpretativos en las teorías científicas y su inherente interacción social, les conlleva a una evolución y reformulación de las representaciones internas del saber. En este sentido,

investigaciones referidas a las concepciones epistemológicas de los profesores de física señalan que el enfoque epistemológico que adoptan los sujetos en relación a su perfil formativo, incide en los procesos de pensamiento y actuación contextualizados a los escenarios educativos. Siendo muchas veces arquetipos conductuales asimilados durante su preparación académica por estilos de enseñanza de quienes fueron sus profesores o mentores y, de la manera personal en la que estructuraron los saberes científicos en relación a sus creencias, posiciones filosóficas y reflexiones intersubjetivas (CAMPANARIO; BLANDON, 2001).

En este orden de ideas, las concepciones de los profesores acerca de la naturaleza de las ciencias experimentales, las posturas filosóficas y su influencia en las actividades de enseñanza-aprendizaje, se encuentran examinadas desde las implicaciones interpretativas de las concepciones epistémicas y ontológicas del objeto de estudio en física cuántica.

Entiéndase concepciones epistemológicas y ontológicas, como aquellas nociones del profesorado referente a un objeto de estudio, es decir, a la naturaleza de una construcción del conocimiento científico, el grado de aproximación a la realidad y su verosimilitud con los hallazgos experimentales, en un todo correlacionado al carácter ontológico, es decir, a los atributos como propiedades inherentes a la entidad de estudio, desde la propensión de una corriente filosófica específica. Por ello, siendo los objetos de interés en física cuántica, las partículas como electrones, protones, sus propiedades y otras cualidades, las que desde un estereotipado paradigma se conciben para generar procesos metacognitivos en el desarrollo de la actividad educativa, sin menoscabo de las asignaciones ontológicas y epistemológicas que la comunidad científica consensua en una base de interpretación contrastable a los hallazgos experimentales.

Las discrepancias ontológicas que adoptan o construyen los científicos y especialmente los profesores de ciencias acerca de los objetos de estudio, se debe en alguna medida a la interacción trídica: teoría, experimentación e imaginario subjetivo. Tal aseveración es sustentada por diversas investigaciones en historia y filosofía de las ciencias, en las que se evidencia las posturas filosóficas de sus actores, conjeturando suposiciones acerca de los entes y su realidad física. Prueba de ello constituye la teoría cinética molecular propuesto por Maxwell-Boltzman para explicar el movimiento de las moléculas de los gases, la teoría cuántica primitiva planteada por Planck para explicar el comportamiento de la cavidad radiante y, las propensiones iniciales de la Función de Onda propuesta por Schrödinger en 1926, enmarcado en la mecánica ondulatoria y su descripción de los sistemas cuánticos (RODRÍGUEZ, NIAZ, 2004; SOLBES, SINARCAS, 2009).

En este orden de ideas, puede sostenerse que la epistemología y la ontología son disciplinas para una reflexión inherente a los modos de pensar y producir conocimientos en las sociedades. Pues se trata de explicar los modos generales de conocer en el espacio social, los matices o estilos de pensamiento existentes y la articulación de tales entidades en la producción discursiva.

En esta línea de ideas, Fernández (2007) confiere a la epistemología un sentido profundo y más concreto, donde el saber creado permite contrastarse mediante las relaciones entre teoría y realidad. De allí que la

[...] búsqueda epistemológica no parte de cero, sino del lenguaje, los modos de nombrar y de hablar, en fin, de los conceptos maestros que suministra la historia y el horizonte de la cultura...supone conceptos, visiones del mundo que son heredados de ese tal horizonte (FERNÁNDEZ., 2007, p. 15).

Como consecuencia de esto, se promueve la investigación de un problema epistemológico y ontológico que aún sigue abierto

como derivado de las anteriores configuraciones interpretativas de la física cuántica, en donde la actividad filosófica discurre en conocer “qué es ese misterioso algo que ondula en la materia” (GÓMEZ, 2004, p. 118). Situación que estimula a la reflexión sobre el profesor como facilitador del conocimiento y guía de jóvenes en la interpretación de cuerpos teóricos consolidados, tal como es el caso de la mecánica cuántica.

Marco teórico referencial

Fundamentos epistemológicos y ontológicos

Para Bunge (1980) la epistemología es una rama de la filosofía que se encarga de los problemas que rodean la teoría del conocimiento, su origen o fundamento, su esencia o trascendencia y el criterio de verdad subyacente. Por otro lado, Krajewski (1997) señala que:

(...) cuando estamos interesados en cuestiones acerca de la forma del conocimiento de la realidad, de su percepción, de sus conceptos, del carácter científico de la realidad, estamos en el dominio epistemológico. Mientras que cuando decimos que algunos objetos tales como las cosas, los géneros o las entidades invisibles existen en realidad, son enunciados ontológicos. (KRAJEWSKI, 1997, p. 65)

Es importante señalar algunas concepciones antagónicas referentes a la objetividad de las teorías científicas, la interpretación de los fenómenos y su carácter predictivo. Así pues, las caracterizaciones de ambas visiones pueden confrontarse bajo las ideas del realismo y antirrealismo. A este respecto Hacking (1983) propone dos visiones para comprender el carácter interpretativo de la física cuántica:

El realismo científico dice que las entidades, los estados y los procesos descritos por teorías correctas realmente existen. [...] Aun cuando nuestras ciencias no puedan considerarse totalmente correctas, el

realista sostiene que nos aproximamos a la verdad. Nuestro objetivo es el descubrimiento de la constitución interna de las cosas y el conocimiento de lo que habita en lo más distantes confines del universo. El antirrealismo nos dice lo opuesto: [...] Las teorías son adecuadas o útiles o admisibles o aplicables, pero no importa qué tanto admiremos los triunfos especulativos y tecnológicos de las ciencias naturales, no deberíamos considerar verdaderas ni siquiera sus teorías más reveladoras (HACKING, 1983, p. 18).

Por otra parte, es notorio señalar que la ciencia posee dos extensiones: la representación y la intervención. Confiriendo a teoría científica la responsabilidad de la representación y a la intervención instrumentalista la responsabilidad del experimento. Ambas extensiones enlazadas dialécticamente con el propósito de establecer conclusiones científicas apegadas al método científico. En este sentido, Hacking afirma: "Representamos para intervenir, e intervenimos a la luz de representaciones" (HACKING, 1983, p. 29).

De acuerdo a tal aseveración, el proceso científico se desarrolla casi siempre de una tríada imaginación especulativa fundamentada en la lógica racional y el cálculo previsible a la experimentación contrastable. Ejemplo de ello se evidencia en la historia de las ciencias en como algunas de las teorías científicas más trascendentes han sido originadas concibiendo hipótesis especulativas ad-hoc, para luego corroborar que se ajustan a los datos experimentales con cierta aproximación.

Concepción epistemológica de los profesores

El concepto de concepción se maneja en la literatura psicoeducativa como una categoría que agrupa ideas vinculadas a creencias, actitudes, conocimiento práctico, esquemas mentales y otras, en relación a un tema de estudio u objeto de investigación. En este sentido, Moreno (2012) concibe la concepción como una estructura conceptual subyacente al sujeto cognoscente, en relación a su

estilo de pensamiento y a una determinada postura epistemológica. A partir de su concepción personal el sujeto construye una representación, modelo o decodificación de la realidad objeto de investigación para interpretar y comprender un fragmento contextual del mundo desde una perspectiva específica.

Padrón (1992) y Rivero (2000) presentan una relación sobre las formas de producción del conocimiento, su asociación al estilo de pensamiento y los enfoques epistemológicos de los sujetos. En este sentido, se sintetiza la tipología de los estilos de pensamiento de los sujetos en tres clases: a.- Sensorial: aquellos sujetos que justifican sus actúares e ideas perceptivas de un evento, en el uso de los sentidos y las representaciones que coexistan en su referente cognitivo. b.- Intuitivo: característico de las personas con inclinación a emplear las vivencias personales como medio de reflexión entre su mundo interno y la representación externa del mundo a través de la canalización del discurso verbal, corpóreo y sensible del sujeto. c.- Racional: típico de los sujetos que enfatizan el proceso mental de abstracción, uso del análisis lógico, construcción de estructuras de procesos y esquemas de pensamiento causa-efecto.

Así mismo, Padrón (2000) y Arraga (2002) señalan que los sujetos en su proceso epistémico de construcción de conocimiento adoptan sin saberlo un enfoque epistémico relacionado a los estilos de aprendizaje y estilo de pensamiento, siendo estos enfoques epistémicos de los que refiere padrón una agrupación de tres tendencias de su modelo semiótico en el plano educativo, denominados: 1.- Empirista-Inductivo: predominante de quienes acceden al conocimiento a través de los sentidos en correlación a los datos de la experiencia y su tendencia en la sistematización en representaciones numéricas o gráficas. 2.- Fenomenológico-Introspectivo: el proceso de construcción del conocimiento se circunscribe a la relación simbiótica sujeto-objeto como acto de comprensión y alternativa metódica para interpretar, inferir y acceder al conocimiento

de una fracción contextual de la realidad. 3.- Racional-Deductivo: tipología inherente a los sujetos que conciben el conocimiento como un acto inventivo, compuesto de conjeturas, idealizaciones, sistematización de razonamientos coherentes y generalizables mediante el método deductivo de la matematización y la lógica formal.

Concepción ontológica de los profesores

El concepto de ontología está ligado a la antigua filosofía como un elemento de interpretación metafísica del materialismo aristotélico. Más, sin embargo, dicho concepto evoluciona como un auxiliar en la filosofía de la física para dar razón de los entes, cosas, sustancias y sus propiedades en el contexto de las ciencias del mundo tangible. Para ilustrar lo anteriormente señalado se hace mención a la historia de la ciencia en la que se describe la noción metafísica de átomo y su evolución como un ente con propiedades y atributos cuantificables. De esta manera, la inherente dimensión filosófica de un cuerpo teórico y sus objetos de estudio conlleva a la reflexión crítica del estado de cosas que coexisten en el mundo inteligible.

En este sentido, de la Torre (2012) señala que “la ontología de partículas de la antigüedad se trasladó a la física clásica iniciada en el siglo XVII, pero pronto se reconoció la existencia de otro tipo de ente: los campos” (p. 7). Ahora bien, la concepción de entes físicos como electrones u otras partículas han producido un giro en su comprensión ontológica, puesto que la idea actual de electrón es interpretada como “un campo cuántico diseminado en una región del espacio y que se mueve, cambia de forma y se propaga según ecuaciones determinadas” (Ob. Cit., p.25). Significa entonces que los sujetos en el proceso constructivo del conocimiento científico atribuyen a la física supuestos filosóficos forjados en virtud de su praxis para concretar modelos aproximados de un fenómeno específico.

Debido a esto, los diferentes programas de investigación etiquetados bajo el concepto de paradigma que ligan una determinada ontología, bien sea como objeto conceptual u objeto factico, tales enfoques investigativos se delinearán en las siguientes clases:

a.- Realismo: Caracterizado por atribuir a los objetos de estudio en las ciencias empíricas un carácter existencial e independencia del sujeto que trata de conocerlas. b.- Antirrealismo: Interpretada como una invención metafórica de objetos inobservables, caracterizados por propiedades atribuidas de los sujetos en su intento por describir la realidad mediante una adecuación de cuerpo teórico y su contraste empírico instrumental. c.- Instrumentalista Operacional: Esta posición es asumida por quienes conciben las teorías científicas, los entes físicos y sus propiedades como objetos computables que sin importar si existen en sí mismos o no, den cuenta de las consecuencias a una propensión matemática en contraste experimental (ACURERO, 1998).

Breve episteme de la función de onda en mecánica cuántica

A continuación, se presenta una síntesis de la concepción interpretativa de la función de onda de Schrödinger en el evolucionar de la teoría cuántica, necesarios para la comprensión de la investigación.

El físico francés Luis De Broglie presentó en 1924 su tesis doctoral titulada: *Recherches sur la théorie des quanta*, en la que introduce a los electrones y demás componentes de la materia atómica un comportamiento dual, tanto corpuscular como ondulatorio. La corroboración experimental devino de manera independiente, en 1927, por los físicos experimentales Davisson y Germer, quienes, al corroborar la difracción de los electrones en una red cristalina, encontraron resultados análogos a una onda. Razón que movió a muchos físicos a dar un giro a la problemática de la

dualidad onda-partícula antiguamente atribuida a la naturaleza de la luz- avocándose a construir modelos teóricos que permitieran explicar a la luz de los hechos experimentales, dicho comportamiento dual. Surgiendo así la formulación de una mecánica ondulatoria y su función de onda para el tratamiento de sistemas cuánticos (DABOÍN *et al*, 2014).

La función de onda configura los estados observables de un sistema cuántico, siendo concebida por Schrödinger como una suerte de proceso vibratorio real en el interior del átomo con capacidad de aglomerar a las partículas como un paquete de ondas. Esta perspectiva científica conlleva a Schrödinger y De Broglie a concebir la idea de ondas piloto, como auténticas guías de los corpúsculos, siendo las ondas entidades con realidad física. No obstante, el joven científico Heisenberg renunciando a los conceptos de onda y partícula, desarrollo un planteamiento matemático conocido como mecánica matricial, en la que sus objetos de estudio constituyen variables dinámicas de carácter matemático, situación que erradico la necesidad de recurrir a entes físicos con interpretación ontológica. Aunque esté enfoque de Heisenberg es muy distinto epistemológicamente al de Schrödinger, guarda una coherente y justificada equivalencia matemática-experimental para la descripción de los fenómenos cuánticos. (LUCENA, 1996)

Desde esta paridad oposicional y complementaria en las dimensión epistemológica y ontológica de los modelos teóricos creados, surgen una serie de interpretaciones a la mecánica cuántica. Razón que suscito polémica en el seno de los Congresos Solvay desde 1927, tras los planteamientos filosóficos que ostentaban sus defensores en la concepción de ambos modelos (DABOÍN *et al*, 2014).

Bajo esta perspectiva, se hace explicito la necesidad de conocer las distintas concepciones inherentes a la naturaleza epistémica y ontológica de la función de onda de Schrödinger en física cuántica

por parte de los profesores, puesto que su incidencia proporcionara a la investigación una posibilidad para comprender las implicaciones del proceso de enseñanza-aprendizaje y las dificultades/bondades en la asimilación de los fundamentos físicos en los estudiantes.

Metodología

La investigación se inscribe en el enfoque cualitativo, circunscrito al paradigma fenomenológico interpretativo que tiene como intención “comprender los significados de los actores con respecto a procesos sociales particulares. Describir e interpretar los saberes, los quehaceres, modos de hacer y de relacionarse entre sí y con los diferentes grupos”. (DELGADO DE COLMENARES, 2008, p. 11)

Los informantes claves constituyeron seis (06) profesores universitarios de extendida trayectoria en la enseñanza de física moderna, adscritos a tres (03) instituciones de reconocido prestigio en la Educación Superior en Venezuela, perteneciente a los estados Trujillo, Maracay y Zulia, respectivamente. La escogencia fue intencionada y tomada de manera que fueran dos (02) informantes claves por instituciones de cada estado, hecho que corresponde a los años de experiencia en la enseñanza de la física a nivel superior, líneas de investigación de los informantes y su perfil formativo en áreas de epistemología e historia de las ciencias.

Se diseñó una guía de entrevista semi-estructurada para centrar las interpelaciones durante la entrevistas, luego se transcribieron los audios y se procesaron las filmaciones en el Software Atlas/ti, para efectuar un análisis exploratorio de una primera categorización y así puntualizar algunos patrones, identificar regularidades o inconsistencias asociadas a las ideas cuánticas y/o interpretaciones alusivos a las concepciones de los profesores sobre la función de

onda de Schrödinger, sus estilos de pensamiento y el enfoque epistémico-ontológico, respectivamente.

En una segunda entrevista con mayor profundidad se exploró nuevas descripciones a fin de establecer nuevas categorizaciones. Aplicando la técnica de saturación de la información se obtuvieron algunos hallazgos a partir de las familias de categorías y sub categorías, compactadas en redes de Networks, el cual es básicamente una representación de conceptos y regularidades a través de memos, citas y códigos. Desde esta perspectiva la estrategia a emplear para garantizar confiabilidad del proceso investigativo es a través de una auditoría interna del proceso metodológico en la recogida de datos y su posterior procesamiento con un software de categorización de la información. De la misma manera, para la validez de las conclusiones se empleó la triangulación, entendida como el método que contrasta y corrobora el fenómeno de estudio desde diferentes perspectivas teóricas en base a las categorías establecidas del análisis correspondiente.

Resultados

En este apartado se presentan los resultados derivados de la información recabada y la correspondiente descripción; tras la fase de tratamiento de los datos se construyó la matriz de categorización y su respectivo Network.

Se interpretaron de acuerdo a las categorías encontradas cuestiones asociadas a las ideas acerca de la física moderna, estrategias usadas por los docentes, a la interpretación de la función de onda de Schrödinger en física cuántica, a la interpretación ontológica de la función de onda, a la interpretación cultural de la física moderna.

En la Tabla 1, se hace corresponder la categoría, sub categoría, código asociado y descripción respectiva de cada uno de los elementos enunciados anteriormente y que dan respuesta a lo planteado en esta investigación. Al revisar la Tabla se puede evidenciar que los profesores entrevistados manifiestan lo siguiente:

Tabla 1: Elementos de análisis de interpretación de la función de onda de Schrödinger y la repercusión en su aprendizaje

Categoría	Sub Categoría	Código Asociado	Descripción
Concepciones de Física Moderna	Sistemas Cuánticos	Perspectiva Mecano-cuántica.	Los informantes señalan que las ideas cuánticas son difícilmente concebidas por el acentuado anclaje con las ideas o analogías clásicas. Aun así, perciben a los sistemas cuánticos como microsistemas con cualidades y propiedades totalmente diferentes a los clásicos. Procedentes de lecturas reflexivas e interacción con sus profesores.
Recurso didáctico	Actividades de aprendizaje	Estrategia de enseñanza	Todos los informantes claves coinciden en el uso de ciertas estrategias audio-visuales y reflexivas en el abordaje de tópicos de física moderna para anclar ideas más significativas en los estudiantes. Pero escasas prácticas de laboratorio.

Interpreta- ción al ente Matemático	Interpreta-ción Experimental	Interpreta-ción Ontológica	La perspectiva que exhiben los informantes claves diverge en su interpretación ontológica. Para algunos existe en el mundo material y está asociado a una composición de estados ondulatorios y corpusculares. Sin embargo, otros conciben la función de onda como un ente matemático que probablemente tenga razón de existencia en el mundo material. Asimismo, concuerdan en que su significado reside en el cuadrado de su función. Un solo caso concibe la función de onda como un ente matemático.
Predicción Matemática	Prueba Experimental	Epistemo-logía Fenomenica	Los informantes claves asocian el empleo de la epistemología como disciplina filosófica que estudia las relaciones de los entes físicos, los entes matemáticos que los describen y la interpretación asociada al fenómeno.
Representa- ción Social	Perspectiva Cultural	Interpreta-ción Socio-cultural	Los informantes claves coinciden en que ciertas divulgaciones exponen una visión deformada de la ciencia, pudiendo ser interpretada erradamente en los no especialistas. Por otro lado, afirman que el impacto que han tenido en la sociedad los hallazgos científicos recae en las aplicaciones tecnológicas de la física cuántica y área afines.

Fuente: Autores.

1. Los sistemas cuánticos son microsistemas con cualidades y propiedades distintas a las que se conciben en física clásica a pesar de las dificultades que surgen al establecer analogías con la física clásica.

2. Que sus ideas acerca de la física cuántica surgen de lecturas y de lo que les informaron sus profesores.

3. Las diversas interpretaciones asumidas por los informantes claves en su primer contacto con las ideas cuánticas sugieren la necesidad de un abordaje filosófico de la física cuántica. Pues resulta extraña las cualidades y propiedades de estos sistemas. Unido a ello, la rigurosidad matemática que envuelven los sistemas cuánticos; además, la asociación de analogías clásicas incide perjudicialmente a una comprensión de la física moderna. Por otro lado, la mayoría de los informantes concuerda que debieron invertir mucho tiempo para comprender los fenómenos a la luz de sus propiedades y experimentos.

4. Las actividades de aprendizaje coinciden en el uso de estrategias audio-visuales y reflexivas en el abordaje de tópicos de física moderna para anclar ideas más significativas en los estudiantes. Además, existe una gran carencia de prácticas de laboratorio en física moderna, lo que deriva en el desarrollo de problemas tipo y demostraciones matemáticas asociadas a cada fenómeno respectivo.

5. La información recabada evidenció que las estrategias empleados por los profesores corresponden al uso de las TIC como recurso audiovisual y elemento dinamizador en algunos fenómenos de física cuántica, los cuales potencian la comprensión en los estudiantes. Asimismo, se abordan aspectos filosóficos de la física, experimentos mentales intuitivos y discusiones grupales de acompañamiento crítico-reflexivo.

6. No coinciden en la interpretación ontológica, para algunos la función de onda existe en el mundo material y se asocia a una

composición de estados ondulatorios y corpusculares, otros consideran que la función de onda es un ente matemático que tiene razón de ser en el mundo material y coincide en que el significado reside en el cuadrado de la función. Sólo un profesor piensa que la función de onda es un ente matemático expresado por las probabilidades asociadas a los valores en el átomo de hidrógeno.

7. Es indudable la necesidad de incorporar la extensión epistemológica en los sistemas cuánticos para abordar el vínculo entre la matemática y el fenómeno; igualmente es imperativo abordar los aspectos filosóficos, interpretativos de las relaciones matemáticas y la plausibilidad de estos modelos para comprender las propiedades y cualidades de los entes cuánticos.

8. Las dificultades comprensivas para los sistemas cuánticos recaen en su abstracto formalismo matemático y los juicios conceptuales de analogías con la física clásica. La prueba experimental como basamento científico es lo que valida el modelo matemático y su cuantificación probabilística.

9. La epistemología en tanto disciplina filosófica relaciona entes físicos con entes matemáticos para describir e interpretar un fenómeno.

10. La innegable repercusión que exhiben algunos informantes claves sobre la interpretación ortodoxa de la función de onda de Schrödinger, coloca en evidencia las posturas científicas que les comunicaron sus profesores. Muy a pesar de sus concepciones filosóficas, la interpretación al cuadrado de la función de onda es la que prevalece a pesar de la postura epistémica que los informantes declaran en relación a su estilo de aprendizaje sobre el significado ontológico y epistemológico de la función de onda.

11. Se evidencia un acentuado impacto en la colectividad social, por los avances y descubrimientos de la física moderna. Por un lado, los informantes reflejan su percepción de la incidencia por

la divulgación comercial en temas de física cuántica a través de films y videojuegos. Además de la manera superficial y errada como son exhibidos las interpretaciones asociadas al evento o fenómeno físico divulgado. Por otro lado, concuerdan con los señalamientos anteriores en cuanto al carácter artificial y publicitario en lo que respecta al abordaje de temas científicos, configurando en los individuos no especialistas confusión y visiones deformadas de la ciencia.

Conclusiones

A la luz de las evidencias asociadas a las citas de todos los informantes claves, sus señalamientos divergen grosso modo en tres (03) grupos para las concepciones epistemológicas y ontológicas acerca de la función de onda de Schrödinger en física cuántica.

Aquellos profesores que conciben la función de onda como un ente físico que existe y aglomera una serie de valores asociados a la energía, momento, posición y otras, se orientan a una concepción epistemológica y ontológica de enfoque realista,

Por otro lado, están los profesores que conciben el objeto de estudio como un ente matemático que se ajusta al fenómeno experimental y constituye un modelo matemático que describe la realidad, sin ser en sí mismo un objeto físico real, por lo que su significado reside en el cuadrado de la función de onda. Esta es una posición justificada en la perspectiva instrumentalista operacional en la que los entes físicos y sus propiedades son captados como objetos computables sin importar si existen en sí mismos o no, dan cuenta de las consecuencias a una propensión matemática en contraste experimental.

Finalmente está el grupo de los profesores con concepciones antirrealistas para la función de onda, comprendida como una

superposición de estados que regulan su descripción al momento de una determinada medición experimental.

Existe una relación notable entre los enfoques epistémicos, el estilo de pensamiento de los profesores durante la formación y la construcción personal filosófica de cada sujeto en referencia a la función de onda de Schrödinger y su incidencia en la praxis educativa e investigativa sobre la enseñanza y aprendizaje de la física moderna. A modo de síntesis se puntualizan los principales hallazgos derivados de la concepción epistemológica adoptada por los profesores universitarios en la concepción interpretativa de la Función de Onda de Schrödinger:

a. Profesores que conciben a la función de onda de Schrödinger en correlación a un determinado estilo de pensamiento: modelo mental de soporte intuitivo, representaciones pictóricas factuales apoyado en atributo de pensamiento sensorial y/o constructos matemáticos sustentado en la racionalidad. Por ello, se debe estar atento en investigaciones de la enseñanza de las ciencias para reconocer tales estilos de pensamiento y su concepción epistémica y ontológica al momento de predicar la enseñabilidad de un contenido a los estudiantes, reconociendo como inciden los discursos declarados en el aula de clase en lo cognoscitivo y en lo subjetivo episteme-ontológico del estudiante.

b. Profesores que evidencian la necesidad de incorporar la extensión epistemológica en los sistemas cuánticos para abordar el vínculo entre la matemática y el fenómeno físico. Puesto que el formalismo matemático de la mecánica cuántica se convierte en teoría factual al momento de proporcionársele una interpretación factual adecuada, sean estas sus formulaciones matricial u ondulatoria. Esto constituye el potenciador fundamental por la que los estudiantes construyen su aprendizaje y sus esquemas como

consecuencia de la praxis docente en la concepción particular de la perspectiva epistemológica y ontológica.

Desde estas premisas conclusivas se abre una serie de interrogantes y presumibles trabajos de investigación en la forma en como los estudiantes interpretan la física cuántica, sus entes de estudio, sus dificultades y como ha sido la repercusión de algunos enfoques epistemológicos y ontológicos en los demás miembros de una sociedad, que edifican sus pensamientos de temáticas como la función de onda de Schrödinger, a través de divulgaciones científicas, prensa, televisión y otros medios, sin que se haya indagado un estudio acreditado para conocer el pensamiento intuitivo, racional y dogmático, según los textos y corrientes interpretativas del objeto de estudio, respectivamente. Este resulta necesario considerar para emprender propuestas de enseñanza-aprendizaje con estudiantes en ciencias que traen consigo inquietudes por su interacción en la sociedad o por su concepción del mundo.

Referencia Bibliográfica

ACURERO, G. *Origen y Fin del Universo*. Maracaibo: Editorial Vadell Hermanos Editores, 1998.

ARRAGA, M. Estilos de pensamiento, enfoques epistemológicos y estrategias de aprendizaje. *Encuentro Educativo*, v. 9, n. 3, 2002.

BUNGE, M. *Epistemología*. Buenos Aires: Editores Siglo XXI, 1980

CAMPANARIO, J.M; BLANDON, V.Z. Concepciones de los profesores nicaragüenses de física en el nivel de secundaria sobre la ciencia, su enseñanza y su aprendizaje. *Revista Electrónica Interuniversitaria de Formación del Profesorado*, v. 4, n. 1, p. 6-10, 2001.

CASTRO, M. Dificultades en la Construcción de Conocimiento en las Ciencias Naturales. Un estudio de la Biología de 4to. año de Educación Media. *Tesis doctoral no publicada*. Universidad de Los Andes, Mérida. 2008

- DABOÍN, F.; BRICEÑO, B; MATERÁN, I.; TERÁN, J; GUTIÉRREZ, G. Polémica de un Nuevo Paradigma: Einstein frente a Bohr y Born. *Revista Electrónica Quimera*, v. 2, n. 1, p. 14-23, 2014
- DELGADO DE COLMENARES, F. *Investigación Educativa: Manual Básico*. Notas de clase Postgrado Universidad de Los Andes, Trujillo-Venezuela, 2008
- DE LA TORRE, A. C. Ontología Cuántica ¿Cómo es la materia según la física cuántica? *In Congreso Nacional de Estudiantes y Graduados en Filosofía*. La Filosofía en su contemporaneidad, 2013.
- DE MORENO, E. A. R. Investigaciones: concepciones de práctica pedagógica. *Folios: Revista de la Facultad de Humanidades*, v. 16, n. 105, 2002
- EINSTEIN, A; INFELD, L. *La Física: Aventura del Pensamiento*. 5a. ed. Buenos Aires: Editorial Losada, 1958.
- GÓMEZ, Y. C. Epistemología, Ontología y Complementariedad en Niels Bohr. *Tesis doctoral no publicada*. Universidad Complutense de Madrid. España. 2004
- GRECA, I.; HERSCOVITZ, V. Construyendo Significados en Mecánica Cuántica: Fundamentación y Resultados de una Propuesta Innovadora para su Introducción en el Nivel Universitario. *Enseñanza de las ciencias*, v. 20 n. 2, p. 327-338, 2002
- HACKING, I. *Representing and intervening*. Cambridge: Cambridge University Press, 1983.
- KRAJEWSKI, W. Ideal objects as models in science. *International studies in the Philosophy of science*, v. 11, n. 2, p. 185-190, 1997.
- LUCENA, A.J.D. Realismo y Teoría Cuántica. *Contrastes, Revista Internacional de Filosofía*, v. 1, p. 75-105, 1996.
- MOREIRA, M.A y GRECA, I.M. *Obstáculos Representacionales Mentales en el Aprendizaje de Conceptos*. Instituto de Física. Porto Alegre, RS, Brasil. 2004. Disponible en: <http://www.if.ufrgs.br/~moreira/obstaculosrepresentacionales.pdf>. Accedido el 3 de junio de 2014.
- NAJMANOVICH, D. Epistemología y Nuevos Paradigmas en Educación. *Educación y aprender en la sociedad-red*. 2010. Disponible en: <http://rizoma-freireano.org/index.php/epistemologia-y-nuevos-paradigmas-en-educacion-educar-y-aprender-en-la-sociedad-red--dra-denise-najmanovich>. Accedido el 20 de junio de 2014.
- PADRÓN, José. *Interpretaciones históricas del conocimiento científico*. Caracas: Universidad Nacional Experimental Simón Rodríguez (UNESR), 1992

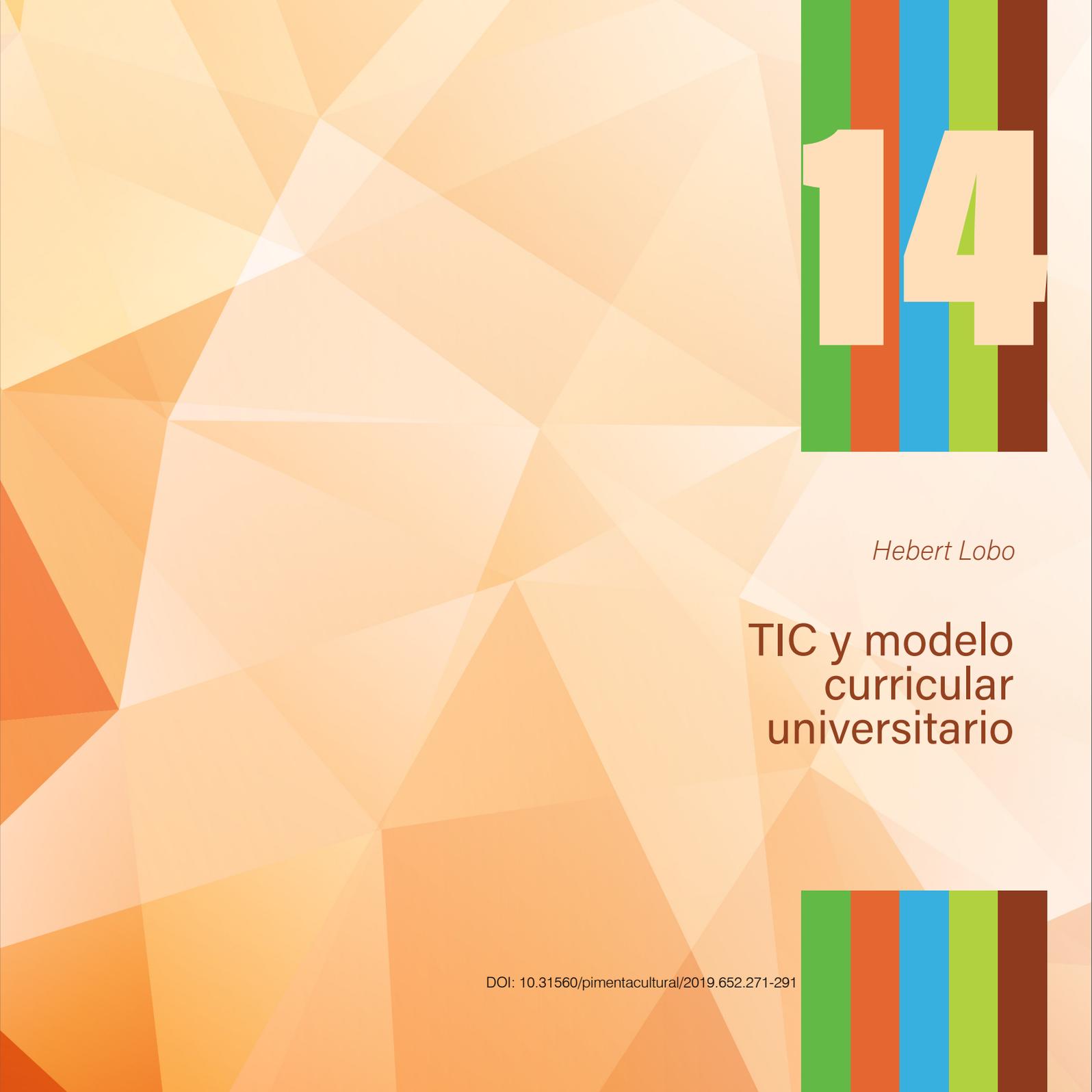
PADRÓN, José. La estructura de los procesos de investigación. Ciencias sociales en internet. *Selecciones de la producción académica de la Web*, v. 2. Caracas, 2000.

RIVERO, N. Enfoques epistemológicos y estilos de pensamiento. *Tesis Doctoral*. Caracas: UNESR/LINEA-i, 2000.

RODRÍGUEZ, M.A.; NÍAZ, M. La teoría cinético molecular de los gases en libros de física: una perspectiva basada en la historia y filosofía de la ciencia. *Journal of Science Education*, v. 5, n. 2, p. 68, 2004.

SOLBES, M. J., y SINARCAS, G. Utilizando la historia de la ciencia en la enseñanza de la ciencia de los conceptos claves de la física cuántica. 2009

VÁZQUEZ, Ferreira, M. Vivir la Ecuación de Schrödinger: Una aproximación antropológica al conocimiento científico. *Tesis doctoral no publicada*. Universidad Complutense de Madrid. España. 2004.



14

Hebert Lobo

TIC y modelo curricular universitario

DOI: 10.31560/pimentacultural/2019.652.271-291



Resumen

Se concibe un modelo curricular como el conjunto de postulados y orientaciones de índole filosófica y pedagógica que propende alcanzar un cambio en el conocimiento del individuo. Revisar las características que debe tener ese modelo para integrar adecuadamente las tecnologías de la información (TIC) formó parte de las múltiples acciones necesarias para formular el modelo de integración para un aprendizaje complejo. Se presentan esquemáticamente los aspectos principales y su relación con la tarea de proponer cambios profundos en los obsoletos currículos que aún imperan en las universidades venezolanas.

Palabras claves:

Modelo curricular, TIC, Educación.

Introducción

El currículum oficial es la propuesta de quienes detentan el poder, mientras que el currículum real es el que viven cotidianamente estudiantes y profesores

MORENO CASTAÑEDA, 2008

El currículo, al estar situado entre la teoría y la práctica educativa, se convierte en una guía y un instrumento orientador para el docente y, por ello representa un punto de referencia fundamental a la hora de tomar decisiones o proponer transformaciones para incorporar las TIC en el proceso educativo (PNUD, 2002).

La educación universitaria de los países iberoamericanos y, en particular, de Venezuela, se está desarrollando en medio de unas condiciones políticas, sociales, económicas y, en general, culturales muy difíciles y turbulentas. Los nuevos tiempos exigen además que se realicen cambios urgentes en su estructura, funcionamiento interno y modelo curricular, para producir las condiciones necesarias y reorganizarse como un sistema complejo, abierto y adaptativo para dar respuestas a las exigencias y a la dinámica de su proyección hacia la sociedad.

Uno de esos cambios está relacionado con nuevos requerimientos de una sociedad que cada vez más se orienta hacia la gestión del conocimiento como fuente principal de producción y riqueza, que comprende la generación, conservación, intercambio y transferencia de conocimientos y una transformación permanente de datos en informaciones y de estas en conocimientos. (IESALC; 2003, p.1)

Los cambios en las instituciones de educación superior vendrán bajo la presión de las demandas de conocimientos por parte de la sociedad, en la medida en que su gestión representa, cada vez más, una fuente para mejorar las condiciones de vida de los ciudadanos. Ya en los noventa, en las conferencias sobre educación superior organizadas por la UNESCO (1996, 1998), a nivel mundial y regional, se colocó en lugar prominente la utilización

de las TIC y el uso de las redes telemáticas para transformar la educación superior, en un deseable equilibrio entre la globalización que representa su interconexión mundial y la preservación de las identidades nacionales.

Las universidades venezolanas han sido pioneras en la introducción en el país de innovaciones tecnológicas importantes, en todos los ámbitos del conocimiento científico, tecnológico y humanístico. No obstante, el desarrollo de actividades docentes y de investigación asociadas a las tecnologías de la información y comunicación se ha visto, infelizmente, perturbada por diferentes razones.

Las instituciones universitarias se encuentran en transición. Los cambios en el mundo productivo, la evolución tecnológica, la sociedad de la información, la tendencia a la comercialización del conocimiento, la demanda de sistemas de enseñanza-aprendizaje más flexibles y accesibles a los que pueda incorporarse cualquier ciudadano a lo largo de la vida, etc. [...] están provocando que las instituciones de educación superior apuesten decididamente por las tecnologías de la información y la comunicación (TIC) (SALINAS, 2004, p. 5).

La articulación, por un lado, de la educación a distancia tradicional (como la que se hace en Venezuela a través de la Universidad Nacional Abierta) y la educación presencial (la que exige la presencia permanente de los aprendices en los espacios de docencia: aulas, laboratorios, prácticas de campo) y, por el otro, de la educación no-virtual (la que no utiliza ningún medio o recurso vinculado a Internet, aunque lo haga con otros recursos audiovisuales y computacionales no interconectados) y la virtual (la que se realiza en el mundo ciberespacial), plantea nuevas alternativas y posibilidades en la formación de profesionales universitarios, mediante la construcción de nuevas experiencias que amplían la interacción entre los participantes del proceso de enseñanza/aprendizaje, que replantean también su relación con el resto de los procesos institucionales y el sistema de educación universitaria.

La aplicación de las TIC a acciones de formación bajo la concepción de enseñanza flexible, abren diversos frentes de cambio y renovación a considerar: Cambios en las concepciones (cómo funciona en aula, definición de los procesos didácticos, identidad del docente, etc. [...]) Cambios en los recursos básicos: Contenidos (materiales, etc...), infraestructuras (acceso a redes, etc...), uso abierto de estos recursos (manipulables por el profesor, por el alumno) [...] Cambios en las prácticas de los profesores y de los alumnos. Para ello deben ponerse en juego una variedad de tecnologías de la comunicación que proporcionen la flexibilidad necesaria para cubrir necesidades individuales y sociales, lograr entornos de aprendizaje efectivos, y para lograr la interacción profesor-alumno (SALINAS, 2002).

En suma, se plantea superar, hoy más que nunca, los esfuerzos dispersos y asistemáticos que las universidades venezolanas hacen para integrar las TIC, como herramientas didácticas, en unos modelos curriculares inadecuados (obsoletos, cerrados, ultra-disciplinarios, resistentes al cambio), desarrollados por profesores renuentes, sin entrenamiento ni conocimiento sobre las potencialidades de aquellos instrumentos, y con estudiantes poco motivados a realizar actividades de aprendizaje por no contar con la infraestructura, los equipos, la orientación necesaria.

Como parte de la construcción de un modelo general de integración de las tecnologías a la enseñanza en las universidades, que abarque todos los aspectos del problema, se presentan aquí unos lineamientos esenciales para desarrollar un modelo curricular más ajustado a los desafíos planteados.

Modelo abierto y flexible

La incorporación de las TIC a las instituciones escolares/universitarias no puede hacerse, como se ha pretendido, sin realizar los cambios necesarios en los diseños curriculares tradicionales. Esto significa que no se trata sólo de sumar una herramienta o recurso tecnológico más al proceso educativo en las aulas de clase,

sino que, las TIC agregan una dinámica de transformación de la que, ya ha dado cuenta, el resto de la sociedad.

Integrar las TIC sin abrir las posibilidades en el currículo universitario actual, no sirve sino para reforzar las falencias que abruma el proceso de formación de profesionales. Anexas las TIC en estos diseños curriculares estáticos, rígidos, inflexibles y cerrados, sería desprestigiar todo el potencial que conllevan, no por sus propiedades tecnológicas, sino, sobre todo, por las informacionales y comunicativas.

Los modelos educativos en estos tiempos deberían orientarse hacia una educación más abierta, flexible y personalizada, pero, esto último no en el sentido de que sea más individualizada, pues, uno de los inconvenientes que trae el uso de las TIC es que crea las condiciones para el aislamiento, respecto a los seres humanos de carne y hueso, al sustituirlo por un mundo de avatares virtuales.

La personalización tiene que ver, por el contrario, con que el docente cuenta ahora con herramientas que le permitirán evaluar continuamente y de manera específica el aprendizaje de cada estudiante, y éstos, a su vez, deberían tener mayores posibilidades de explorar más allá de las experiencias compartidas en el aula de clases, prescritas por los programas de estudio, otras situaciones reales o virtuales de interés para su formación disciplinaria e integral.

El modelo educativo en la sociedad de la información se orienta hacia la educación individualizada. Es así como las orientaciones filosóficas del modelo conducen a los estudiantes a construir su propio aprendizaje apoyado por la interacción con los demás miembros de su comunidad, y el rol del docente se convierte en el de un tutor o guía. El cambio de modelo deberá entonces contribuir a una educación de mayor calidad, pertinencia social y equidad (PNUD, 2002, p. 105).

Tomando como referencia los nuevos enfoques constructivistas de Ausubel y otros (1978, 2002) y las consideraciones hechas por Gardner (1987, 1991, 2001) sobre las inteligencias múltiples,

los estudiantes deben contar con alternativas, en los planes y programas, para que construyan su propio aprendizaje apoyados en actividades individuales, colaborativas o de interacción con los demás miembros de su comunidad; mientras que, el docente asumiría finalmente el papel de un tutor u orientador que conoce con detalle el potencial, la vocación, el ritmo de trabajo, sus capacidades, destrezas y también sus afectos y problemas.

Los modelos educativos para la construcción de la sociedad del conocimiento y del aprendizaje para toda la vida, reclaman cambios sustanciales: nuevos métodos y estrategias, nuevas perspectivas sobre los contenidos disciplinarios y nuevas tareas para todos; el Estado, las universidades, las comunidades, los docentes y los discentes. Por supuesto que, los nuevos recursos, entre otros las TIC, se están haciendo.

Modelo comunicativo

El proceso de enseñanza/aprendizaje se realiza mediante el acto didáctico, no sólo en el aula, sino en cualquier ambiente donde se proponga una actividad educativa o, más específicamente, de formación escolar. Las TIC amplían la dimensión espacial, no solamente por romper las fronteras y distancias geográficas, sino porque agrega la cuarta dimensión, el mundo virtual.

Meneses (2007) toma como referencia el modelo del acto didáctico de Marquès (2001), mostrado en la figura 1, catalogándolo como un proceso complejo en el que se hallan presentes los siguientes componentes: profesor, estudiantes, objetivos y contenidos, contexto en el que se realiza el proceso, recursos didácticos y estrategia didáctica; por lo cual, señala que un objetivo principal en la definición de las interrelaciones del nuevo diseño curricular es

“identificar y analizar los principales determinantes que condicionan la interacción atendiendo a los diferentes ámbitos o elementos implicados: alumno, profesor, grupo, entorno tecnológico, contenido e institución” (MENESES, 2007, p. 329).

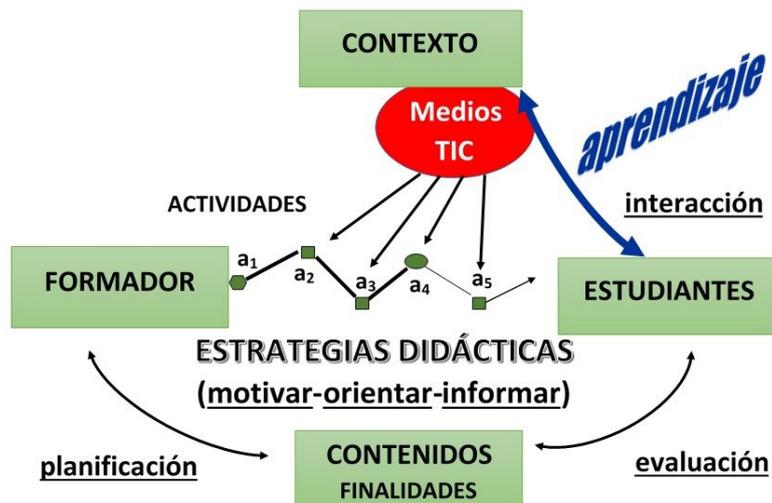


Figura 1: Las estrategias de enseñanza en el marco del acto didáctico. Fuente: MARQUÈS (2001)

El acto didáctico se trata de una actuación cuya naturaleza es esencialmente comunicativa. Circunscribe el fin de las actividades de enseñanza de los procesos de aprendizaje como el logro de determinados objetivos y especifica como condiciones necesarias:

1. La disposición intelectual y afectiva de los estudiantes para realizar las operaciones cognitivas requeridas para el logro, utilizando los recursos educativos que tenga a su alcance.
2. La realización del profesor de múltiples tareas: coordinación los demás docentes, selección de recursos, ejecución de actividades con los alumnos, evaluación de los aprendizajes, tareas de tutoría y administrativas.

Meneses (2007), por otra parte, cita a Heinemann, para afirmar que a través de la comunicación se transmiten las compe-

tencias y facultades comunicativas, desarrollando de ese modo los comportamientos sociales propios de cada cultura. “Es la comunicación la verdadera causa de la formación, ya que sin comunicación ni se daría la instrucción ni la consiguiente conformación del pensamiento” (p. 62).

Se debe redimensionar la estructura y funcionamiento del currículo universitario, para promover nuevas formas de interacción comunicativa, si se espera que la integración de las TIC tenga, realmente, un impacto importante en la calidad del proceso de enseñanza/aprendizaje, de modo que:

[...] los distintos sistemas formativos deben sensibilizarse respecto a estos nuevos retos y proporcionar alternativas en cuanto a modalidades de aprendizaje... de nada sirve sustituir los antiguos medios por nuevas tecnologías sin otro cambio en los sistemas de enseñanza [...] La utilización pertinente de las redes debe ayudarnos a formar más, formar mejor, formar de otra manera. (SALINAS, 2004)

La comunicación del acto educativo debe trascender la bidireccionalidad y proyectarse como una relación compleja de múltiples y simultáneas comunicaciones, que conectan profesores y estudiantes con todo un universo representado por millones de internautas conectados y a través de miles de aplicaciones que están en permanente evolución. La figura 2 es una representación de esta situación.



Figura 2: Modelo educativo Web 2.0 con base en Teoría de la Acción Comunicativa de Habermas. Fuente: Autor (2018)

Modelo basado en competencias

Para la concreción y evaluación del currículo es necesario la definición de las competencias que el uso de las TIC pudiera, eventualmente, promover y /o consolidar. Se debe tomar como referencia la propuesta contenida en el informe a la UNESCO de la Comisión Internacional sobre la Educación para el Siglo XXI, *La educación encierra un tesoro*, preparado por Jaques Delors señala que: “La educación a lo largo de la vida se basa en cuatro pilares: aprender a conocer, aprender a hacer, aprender a vivir juntos, aprender a ser” (DELORS et al., 1996, p. 34).

Para Valdés *et al.* (2007), las competencias facilitan una metodología comparativa para el análisis y evaluación, en nuevos entornos virtuales de aprendizaje, pues representan un vínculo real entre la educación y el trabajo.

La naturaleza integral de las competencias permite concretar, aunque sea en una forma inicial, la aspiración de ofrecer una educación que

facilite los desarrollos mencionados. (...) La condición de conocimiento en construcción que tiene la formación por competencias permite contar con conceptos y herramientas, a la vez que disponer de un campo amplio de exploración en que la Educación Superior tiene una oportunidad excelente de contribuir y crear para mejorar y/o modificar cuanto estime conveniente (VALDÉS *et al.*, 2007, p. 4)

Para la identificación y valoración de competencias se debe establecer una correlación entre ellas y la identificación y el desarrollo por parte de los estudiantes de prácticas, habilidades, destrezas y posturas intelectuales, emocionales y morales sólidas que les permitan:

- a. Articular conocimientos nuevos con conocimientos ya adquiridos previamente (constitución de aprendizajes significativos).
- b. Aplicar conocimientos adquiridos en un espacio y tiempo determinados en contextos distintos a los que lo originaron inicialmente (capacidad de transferencia de conocimiento).
- c. Explicar las propias operaciones que emergen en el ejercicio de los procesos de pensamiento (capacidad de metacognición).
- d. Diseñar explicaciones de los fenómenos producidos como resultados del aprendizaje (formalización).
- e. Aplicación de conocimientos en forma espontánea para el desenvolvimiento de la vida cotidiana ("uso" y "actuación" del aprendizaje).
- f. El desarrollo de aprendizajes en procesos de interacción y trabajo en grupo (aprendizaje como negociación cultural).
- g. Atender la configuración de saberes a partir de redes de comunicación y proyectos comunes, propio del mundo globalizado (inteligencias colectivas)
- h. Adaptarse y responder a los cambios producidos por la dinámica de la vida humana y la realidad social, de modo que le

permitan no solo aprender sino también "desaprender" y volver aprender (auto reorganización).

Con este enfoque se superaría, o más bien, se complementaría aquel tradicional y siempre cuestionado diseño instruccional basado en objetivos de aprendizaje, para la planificación, ejecución y evaluación del acto didáctico, en cuyo centro se coloca al estudiante, ofreciéndole a las actividades de aprendizaje más importancia que a las de enseñanza. El propósito es lograr una nueva perspectiva en los programas de estudio universitario en los que prevalece la tendencia a considerar el campo disciplinario como el principio organizador del currículo. La competencia como principio organizador de la formación del ser humano, permitirá a cada individuo formado en la universidad "construir su proceso de aprendizaje a partir de la experiencia personal, la reflexión activa y la interacción en grupo" (VALDÉS et al., 2007, p. 12).

Modelo transversalizado

El siguiente aspecto a considerar en el planteamiento de modelar la integración de las TIC, es la transversalidad en el currículo universitario, que consiste en la presencia de rasgos y temas que tratan sobre «saberes» no contemplados como contenidos en las disciplinas académicas y científicas tradicionales, que culturalmente son fundamentales en la formación de un ser humano integral, reconocidos en múltiples declaraciones intergubernamentales, recogidos en leyes y reglamentos, asumidos como bandera de renovación pedagógica en todos los niveles y modalidades educativas, pero, sin embargo, en la última etapa de sus estudios formales, en las instituciones universitarias, aparecen deplorablemente relegados.

Entre otros rasgos transversales podemos señalar, tomando como referencia a Ferrini (1997, p. 5):

- a. Dimensión humanista.
- b. Responden a situaciones socialmente problemáticas.
- c. Dimensión intencional.
- d. Contribuyen al desarrollo integral de la persona.
- e. Apuesta por una educación en valores.
- f. Ayudan a definir la identidad del centro.
- g. Impulsan a la relación de la escuela con el entorno.
- h. Están presentes en el conjunto del proceso educativo.
- i. Están abiertos a una evolución histórica y a incorporar nuevas formas de educar.

La introducción de estas líneas transversales en la escuela ha sido un tema polémico, debido a las profundas contradicciones y resistencias individuales y colectivas al cambio. Se puede percibir como la pérdida de objetividad científica en el estudio de las disciplinas, por la infiltración de contenidos ideológicos-doctrinarios de interés para quienes tienen el poder de realizar los cambios curriculares. No obstante, su ausencia en los espacios de formación escolar y universitaria significaría, por el contrario, el ejercicio de una educación irreflexiva y desvinculada de los problemas más importantes que enfrenta la humanidad.

Los temas transversales son posibles gracias a la existencia sistemática e interdisciplinar de la realidad, en cuyo seno caben múltiples rasgos dialécticamente complementarios: los contenidos o áreas curriculares y los valores o dimensiones actitudinales que conducen a la acción y a la búsqueda de sentido para los mensajes escolares. Son a la vez, un instrumento para conseguir la meta y el objetivo en

pos del cual se elabora todo un proceso didáctico [...] Responden a ese mundo de la vida del que habla Habermas, desde el momento en que parten de la práctica cotidiana, de la realidad social donde se dan los problemas actuales y a la que es urgente transformar en aras de unos valores considerados como ultrajados y sin embargo, interesantes para la humanidad. (FERRINI, 1997, p.6).

Los ejes transversales son el reflejo de los conflictos del hombre, consigo mismo y la naturaleza, por lo cual tienen una gran funcionalidad porque conectan con aprendizajes informales y “difusos” obtenidos del entorno social de los estudiantes. Los temas transversales tienen características (YUS RAMOS, 1997), como las siguientes:

- a. Reflejan una preocupación por los problemas sociales.
- b. Conectan la escuela/universidad con la vida.
- c. Trabajan el dilema de una posición ética para la vida y una educación de valores.
- d. Permiten adoptar una perspectiva crítica de lo social.
- e. No tienen una ubicación precisa, ni en el espacio (en asignaturas específicas), ni en el tiempo (cursos o niveles determinados).
- f. Más que introducir contenidos, tratan de actuar como ejes organizadores de contenidos disciplinares, o bien «impregnar» las áreas curriculares con aspectos de la vida social.
- g. Su implementación induce importantes cambios en la organización, en los contenidos, horarios, participación de la comunidad, interdisciplinaridad, uso de recursos tecnológicos innovadores.
- h. Representan una toma de posición, lo cual hace que los contenidos disciplinares, supuestamente neutrales, tengan que articularse ahora con otros un tanto “borrosos”

La transversalidad agrega necesariamente *complejidad* al

acto educativo, pues la mayoría de los contenidos disciplinares, que tienen tres dimensiones: conocimientos, destrezas y actitudes, no siempre descubren o muestran con facilidad su relación con los ejes transversales. Esto conduce, en la práctica, como está pasando en la escuela básica y media general venezolana, a que el producto final sea complicado y artificioso y, muchas veces imposible de implementar. Por ello, Yus Ramos (1997) plantea:

[...] es preciso salir de esta dinámica tecnológica y analítica que denominamos *transversalización* del currículo, mirando al contenido escolar con una óptica más amplia, conectada con la realidad socio-natural, y con una *perspectiva globalizadora*. Esta perspectiva reconocería que la realidad es compleja, poliédrica y cambiante (YUS RAMOS, 1997, p. 118).

Las líneas transversales pueden convertirse, para las instituciones universitarias, en un instrumento aglutinador de las expectativas colectivas de la comunidad que las integra, un mecanismo para organizarse en torno a propósitos comunes y de bienestar general y, a fin de cuentas, remozar las estrategias para la formación de principios y valores de sus estudiantes. Esto será posible, si los ejes transversales cumplen sus funciones recorriendo el currículo en su totalidad y articulando sistémica y holísticamente las disciplinas y asignaturas.

Modelo interdisciplinario

Otra de las consecuencias positivas de introducir, en el modelo curricular universitario los temas transversales, se relaciona con la necesidad de abordarlos interdisciplinariamente y multidisciplinariamente. No hay otra forma de acercarse, al estudio de las cuestiones que plantean los temas de la transversalidad, sino es con una visión compartida. Esto no solo abre posibilidades a la formación de los valores intrínsecos de cada especialidad o carrera universitaria, sino, además, vincula los campos del saber científico,

social y tecnológico, en un arrojo por comprender las causas y consecuencias de los problemas “globales”.

Para González y Rueda la propuesta interdisciplinaria “convoca diversas disciplinas alrededor de un objeto en una relación simétrica, dinámica e interactiva, propiciando un diálogo que permite la construcción de la unidad a partir de la pluralidad de las voces provenientes de los diversos campos” (GONZÁLEZ y RUEDA, 1998, p. 16). Sin embargo, Ander-Egg (1999) advierte en que no debe confundirse con interprofesionalidad, multidisciplinariedad o pluridisciplinariedad, donde no existe entrecruzamiento e interacción entre las diferentes disciplinas. Agrega además el concepto de transdisciplinariedad, haciendo referencia a Gudsdorf, que:

Enuncia la idea de trascendencia, de una instancia científica capaz de imponer su autoridad a las disciplinas particulares; designa quizás un hogar de convergencia, una perspectiva de objetivos, que reunirá en el horizonte del saber, según una dimensión horizontal o vertical, las intenciones o preocupaciones de las diversas epistemologías... (ANDER-EGG; 1999, p. 31)

Sería suficiente si el modelo educativo contemplara la idea que evoca el intercambio entre varias disciplinas, el cual es un punto de vista tal vez insuficiente pero mucho más asertivo que, la limitada visión con murallas como fronteras que se tiene actualmente. La propuesta de renovación curricular universitaria es que se tenga en cuenta lo advertido por Russell Ackoff; “debemos dejar de actuar como si la naturaleza estuviese organizada en disciplinas de la misma manera en que están las universidades” (cit. en ANDER-EGG, 1999, p. 40).

Martínez (2006) señala a este respecto que este “todo polisistémico”, que constituye la naturaleza global, nos conduce a adoptar una metodología inter y transdisciplinaria para “captar la riqueza de la interacción entre los diferentes subsistemas que estudian las disciplinas particulares”.

Explica el autor que no se trata de sumar varias disciplinas, agrupando sus esfuerzos para la solución de un determinado problema y luego agrega

[...] la investigación científica con el nuevo paradigma consistiría, básicamente, en llevar este proceso natural a un mayor nivel de rigurosidad, de sistematicidad y de criticidad. Esto es precisamente lo que tratan de hacer las metodologías que adoptan un enfoque hermenéutico, fenomenológico, etnográfico, etc., es decir, un enfoque cualitativo que es, en esencia, estructural-sistémico” (MARTÍNEZ, 2006, p. 144).

En este contexto el docente tiene que desempeñar un papel más comprometido y activo en el diseño y puesta en práctica del modelo curricular, pues estando directamente ligado con el proceso formativo, debe conocer el contexto situacional, y actualizar el modelo educativo según sean las demandas de la comunidad.

Consideraciones finales

El modelo curricular tendrá que tomar en consideración todas las formas y niveles con que el entorno educativo interactúa para incorporar elementos que hagan del proceso educativo un proceso auténtico y significativo. Las características que en principio deberá tener un modelo curricular universitario en el cual las TIC integren su papel favorecedor de los aprendizajes; se ilustran gráficamente en la figura 3.



Figura 3: Características preliminares de un modelo curricular universitario para un aprendizaje complejo, mediado con TIC. Fuente: Autor (2016)

Ahora surgen las preguntas, ¿Cómo podrían las TIC coadyuvar a un cambio de perspectiva en relación con las características preliminares que hemos anotado para un nuevo modelo curricular universitario? ¿Pueden las TIC contribuir al desarrollo de un modelo abierto y flexible, comunicativo, basado en competencias, transverzalizado e interdisciplinario? En el Informe sobre Desarrollo Humano en Venezuela ya se adelantaban algunos criterios al respecto;

Tomando en cuenta todos los aspectos que deben estar contemplados en el modelo curricular de hoy, las TIC juegan un papel fundamental ya que ofrecen herramientas que permiten diseñar situaciones didácticas que pueden favorecer la construcción del conocimiento por parte del estudiante, permiten la interrelación de diversas

disciplinas a través del desarrollo de un tema o proyecto particular (globalización de los aprendizajes e integración de ejes transversales) y desde luego facilitan la incorporación y comunicación entre los miembros de la comunidad educativa. (PNUD; 2002, p. 106)

No cabe duda entonces, las TIC pueden facilitar la superación de los problemas que abaten el sistema educativo actual, pero, sólo veremos resultados sustentables y masivos, cuando en las instituciones universitarias se proceda a realizar una transformación profunda de los modelos curriculares actuales.

Referencias

ANDER-EGG, E. *Interdisciplinarietà en Educação*. Colección: Respuestas Educativas. Buenos Aires: Magisterio del Rio de la Plata, 1999

AUSUBEL, D. P. *Adquisición y retención del conocimiento: Una perspectiva cognitiva*. Trad. Genis Sánchez Barberán, Ediciones Paidós Ibérica: Barcelona (España), 2002.

AUSUBEL, D.P.; NOVAK, J.D. y HANESIAN, H. *Psicología educativa: un punto de vista cognoscitivo*. Trad. Mario Sandoval, Editorial Trillas, México, 1983.

DÉLORS, J. et al. *La educación encierra un tesoro*. Informe a la UNESCO de la Comisión Internacional sobre la Educación para el Siglo XXI. Compendio, UNESCO, 1996.

FERRINI, R. La Transversalidad del Curriculum. *Sinéctica*. n. 11, julio-diciembre de 1997. Disponible: http://portal.iteso.mx/portal/page/portal/Sinectica/Historico/Numeros_antteriores03/011/Ferrini%20Rita%2011.pdf. Accedido: 15-09-16.

GARDNER, H. *La teoría de las inteligencias múltiples*. México: Fondo de Cultura Económica, 1987.

GARDNER, H. *Intelligence reframed: Multiple intelligences for the 21st century* New York, USA: Basic Books, 1999

GARDNER, H. *Estructuras de la mente*. México: Fondo de Cultura Económica, 2001.

GONZÁLEZ, M. y RUEDA J. *Investigación interdisciplinaria: Urdimbres y tramas*. Bogotá, Colombia: Cooperativa Editorial MAGISTERIO, 1998

IESALC - Instituto Internacional de la UNESCO para la Educación Superior en América Latina y el Caribe. *La Educación Superior Virtual en América Latina y el Caribe*. Caracas, Venezuela, 2003.

MARQUÈS G., P. *La Enseñanza. Buenas Prácticas. La Motivación*, 2001 Disponible en: <http://peremarques.pangea.org/actodid.htm>. Accedido: 03-08-15.

MARTÍNEZ, M. La investigación cualitativa (síntesis conceptual). *Revista de Investigación en Psicología*, v. 9, n. 1, p. 123-146. Facultad de Psicología. Universidad Nacional Mayor de San Marcos: Lima, Perú. 2006.

MENESES, G. *NTIC, interacción y aprendizaje en la Universidad*. Tesis Doctoral. Universitat Rovira i Virgili (España), 2007

MORENO CASTAÑEDA, M. (2008) Valores transversales en el currículum. *La Tarea*. Revista de Educación y Cultura. n. 15. secc. 47. Sindicato Nacional de Trabajadores de la Educación. Disponible en: <http://www.latarea.com.mx/articu/articu16/tenti16.htm>. Accedido en: 03-08-15.

PNUD - Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo. *Informe sobre Desarrollo Humano en Venezuela: Las Tecnologías de la Información y la Comunicación al Servicio del Desarrollo*. Caracas, 2002. Disponible en: http://hdr.undp.org/es/informes/nationalreports/americalatinacaribe/venezuela/Venezuela_2002_es.pdf Accedido en: 15-03-15.

SALINAS, J. Las TIC como medios para una nueva universidad. Efectos de la introducción de las TIC en la mejora de la docencia universitaria. Universitat de les Illes Balears. Ponencia en el 2º Congreso Internacional Docencia Universitaria e Innovación. Tarragona, España, 1-3 julio, 2002.

SALINAS, J. La integración de las TIC en las instituciones de educación superior como proyectos de innovación educativa. Conferencia dictada en el *I Congreso Internacional de Educación Mediada por Tecnologías*. Octubre, 6 al 8 de 2004 - Universidad del Norte - Barranquilla – Colombia.

UNESCO - United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization. *Conferencia Regional sobre Políticas y Estrategias para la Transformación de la Educación Superior en América Latina y el Caribe*. La Habana, 18 al 22 de noviembre de 1996. CRESALC: Caracas. Disponible en: <http://unesdoc.unesco.org/images/0014/001493/149330so.pdf>. Accedido en: 15-03-14.

UNESCO - - United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization. *Informe Mundial sobre la Educación: Los docentes y la enseñanza en un mundo en mutación*. Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura. Madrid: Ibérica Grafic, 1998.

VALDÉS, M. C. et al. Las Competencias Pedagógicas en los Creativos Entornos Virtuales de Aprendizaje Universitarios. *Edutec. Revista Electrónica de Tecnología Educativa*. n. 24 / diciembre 07. Disponible en: <http://edutec.rediris.es/Revelec2/revelec24/valdes/valdesyotros.html>.
Accedido en: 26-08-16

YUS RAMOS, R. *Hacia una educación global desde la transversalidad*. Madrid: Anaya, 1997.

SOBRE LOS ORGANIZADORES

Hebert Elias Lobo Sosa

Doctor en Educación (ULA-2014), Magíster Artium en Ciencias Aplicadas, Física (LUZ-2007), Especialista en Docencia de la Educación Superior (LUZ-2005), Ingeniero Civil (ULA-1986). Actualmente Profesor visitante del PPGEC-Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências: Química da Vida e Saúde, Universidade Federal do Rio Grande (FURG), Brasil. Profesor Titular (jubilado) del Núcleo Universitario Rafael Rangel de la Universidad de Los Andes (1986-2008). Miembro invitado del Grupo de Pesquisa CIEFI - Comunidade de Indagação em Ensino de Física Interdisciplinar (2018). Cofundador e Investigador Activo del GRINCEF -Grupo de Investigación Científica y de Enseñanza de la Física (2001), actualmente CRINCEF – Centro de Investigación Regional en Ciencias, su Enseñanza y Filosofía. Se desempeñó además como Vicerrector-Decano (2016-2018) y Coordinador de Secretaría (2004-2008) del NURR-ULA. Autor de textos universitarios en mecánica, óptica, electricidad, magnetismo y ondas, así como en el área de nuevas tecnologías para la enseñanza de la Física. Tutor y Jurado de Trabajos de Pre Grado, Maestría y Doctorado. Coordinador del proyecto de Maestría en Didáctica de las Ciencias Naturales y Exactas (2015-2016). Investigador responsable de Proyectos financiados por el CDCHT-ULA, CODEPRE-ULA y FONACIT. Premio Estimulo al Investigador PEI convocatorias (2003 – 2019). También reconocido en el PEII - ONCTI como investigador clase C desde el 2010 hasta la fecha.

E-mail: helobos.brasil@gmail.com, helobos@furg.br

Jesús Ramón Briceño Barrios

Doctor en Física (Universidad de Turín-Italia) con una Maestría en Ingeniería de Control (ULA) y la Escolaridad del Doctorado en Instrumentación (UCV). Doctor en Ciencias de la Educación (UFT). Actualmente Profesor visitante del Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física – MNPEF, Universidade Federal do Rio Grande (FURG), Brasil. Profesor Titular (jubilado) adscrito al Departamento de

Física y Matemática y al GRINCEF, Grupo de Investigación Científica y de la Enseñanza de la Física (NURR-ULA), siendo uno de sus miembros fundadores y habiendo ocupado el cargo de Coordinador de Nuevas Tecnologías del 2001 al 2004, ocupo además el cargo de Coordinador General del grupo y actualmente se desenvuelve como coordinador de investigación educativa. Investigador reconocido desde el 2003 (PEI 2003-PEI2005-2007-2009-2011-2013-2015), así como también PPI nivel I en el 2006 y nivel II EN EL 2007. Reconocida también por el PEI inicialmente como investigador clase C. Ha publicado algunos libros en Venezuela sobre algunos temas de la Física y las Nuevas Tecnologías, y algunos artículos de carácter científico y pedagógico en el campo de la Física. Ha sido Coordinador de los Laboratorios de Física y Coordinador del área de Física. Actuó como Coordinador del Diplomado en Enseñanza de la Física dictado en el NURR-ULA y formó parte de la Comisión encargada de elaborar y presentar el proyecto de Maestría en Enseñanza y Aprendizaje de la Física y de la Matemática. Fue el Coordinador del Convenio ULA-UPEL para la Maestría en Educación, mención Enseñanza de la Física y actualmente se desempeña como Coordinador del proyecto de Maestría en Didáctica de las Ciencias Naturales y Exactas. Profesor responsable de Proyectos financiados por el CDCHT-ULA, CODEPRE-ULA y FONACIT.

E-mail: jesusrbb@gmail.com, jesusrbb@furg.br

Juan Carlos Terán Briceño

Licenciado en Educación, mención Física y Matemática (2011), Magister en Educación, mención Enseñanza de la Física (2014). Actualmente cursa el Doctorado en el PPGEC-Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências: Química da Vida e Saúde, Universidade Federal do Rio Grande (FURG), Brasil. Profesor Asistente de la Universidad de Los Andes-Venezuela (2017). Miembro del Centro de Investigación Regional en Ciencias, su Enseñanza y Filosofía (CRINCEF-NURR-ULA). Premio Estimulo al Investigador PEI convocatorias (2011 – 2019). También reconocido en el PEII - ONCTI como investigador clase B desde el 2010 hasta la fecha.

E-mail: juanfisico23@gmail.com

SOBRE LOS AUTORES Y LAS AUTORAS

Ana Pacheco

Licenciada en Educación, mención Lenguas Extranjeras (ULA), maestrante en el programa: Maestría en Gerencia de la Educación (CRIHES - ULA), maestrante en el programa: Máster 2 en L'ingenierie de la formation en FLE (BELC - Université de Nantes). Profesora de Francés (ULA - NURR). Profesora de Inglés en Educación Fundamental y Media. Investigadora activa adscrita al CRINCEF. Investigadora nivel A1 (ONCTI - Venezuela).

E-mail: pachecomillananacarolina@gmail.com

Carlos Luis Marmol.

Ingeniero Electricista. Magister en Educación mención Enseñanza de la Física. Estudiante de Doctorado en Educación. Actualmente Profesor instructor adscrito al Departamento de Física y Matemáticas. Ha participado en eventos científicos Nacionales como Organizador y Ponente. Cuenta con publicaciones en el área de Didáctica de las Ciencias. Es miembro activo del CRINCEF. Investigador PEII-ONTI y ULA.

E-mail: marmoncar33@gmail.com

Daiyibeth Carrasquero

Licenciada en Educación, mención Física y Matemática (ULA-NURR), Magíster en Educación, mención Enseñanza de la Física (UPEL-Maracay). Profesora TC en el Liceo Bolivariano "Chejendé"-Trujillo, MPPE.

E-mail: dayi114@hotmail.com

Elsy Urdaneta

Doctora por la Universidad Autónoma de Madrid en el Programa de Metodología de las Ciencias del Comportamiento. Profesora Titular de la Universidad de Los Andes Venezuela. Coordinadora del Doctorado en Educación NURR-ULA. Miembro activo del CRINCEF. PEII OCNTI y PEI ULA.

E-mail: elsy.urdaneta.d@gmail.com

Evelitza Urbina

Cursante del Doctorado en Educación ULA. Magister en Enseñanza de la Física. Licenciada en Educación mención Física y Matemáticas. Actualmente Profesora instructora adscrita al Departamento de Física y Matemáticas en la ULA-NURR. Línea de investigación: Las TIC en la Didáctica de la Física. Miembro del CRINCEF

E-mail: diaz.araujo.juancarlos@gmail.com

Evelyn Urbina

Cursante del Doctorado en Educación ULA. Magister Scientiae en Literatura Latinoamericana. Licenciada en Educación mención Lenguas Extranjeras. Actualmente Profesora agregado adscrita al Departamento de Lenguas Modernas en la ULA-NURR. Línea de investigación: Didáctica de las Lenguas-Culturas Extranjeras.

E-mail: evelyn3324@gmail.com

Frank Daboín

Licenciado en Educación mención Física y Matemática, egresado de la Universidad de Los Andes-Venezuela, Magister en Educación, mención Enseñanza de la Física, Universidad Pedagógica Experimental Libertador Maracay-Venezuela. Profesor Asistente. Docente Investigador de la Universidad de Los Andes, PEI-ULA y PEII-ONCTI. Autor de Artículos Científicos. Miembro activo del CRINCEF. Línea de Investigación: Enseñanza de la Física.

E-mail: fisicachess@gmail.com

Giselle Rangel

Profesor en Educación Media General. Licenciada en Educación mención Biología y Química, Betijoque Estado Trujillo, Venezuela.

E-mail: gigianne2009@hotmail.com

Gladys M. Gutiérrez Nieto

Licenciada en Educación mención Física y Matemática, Magister Scientae en Física Aplicada, Universidad del Zulia (LUZ) Venezuela. Doctorando del Doctorado en Cs de la Educación, Universidad de Los Andes-Venezuela. Directora del CRINCEF. Profesora Titular. Docente Jubilada, Investigadora de la Universidad de Los Andes, PEI-ULA y PEII-ONCTI. Autora de Libros y Artículos Científicos. Línea de Investigación: Enseñanza de las Ciencias Naturales. Didáctica de la Física.

E-mail: Gladys M. Gutiérrez Nieto

Iris Naile Materán Paredes

Profesor Agregado de la Universidad de Los Andes-Venezuela. Actualmente cursa Doctorado en Educación de la Universidad Federal de Uberlândia en Brasil. Magister en Enseñanza de la Física. Miembro del Centro Regional en Ciencia su Enseñanza y Filosofía (CRINCEF NURR-ULA)

E-mail: irisnaile@gmail.com

Jeisson Enrique Nava Bastidas

Licenciado en Educación, mención Física y Matemáticas (ULA), Licenciado em Educación Integral (ULA), Magíster en Ciencias de la Educación (UNESR), Magister en Educación Mención Enseñanza de la Física (UPEL) y Doctor en Ciencias de la Educación (UNESR). Profesor de Educación Media General.

E-mail: yeisson2000navab@gmail.com

Jhonatan Cáceres

Profesor en Educación Media General. Licenciado en Educación, mención Biología y Química, San Cristóbal, Estado Táchira, Venezuela.

E-mail: jhonatanelnegro@hotmail.com

José Cáceres

Profesor Asociado del NURR-ULA, Magister en Gerencia de la Educación, Autor de libros y artículos científicos. Miembro activo del CRINCEF. Investigador acreditado en el PEI-ULA, y PEII-ONCTI.

E-mail: caceresve@yahoo.ve

Juan Carlos Díaz Araujo

Profesor e Investigador. Lic. en Químicas Puras, Dr. en Química Aplicada. Actualmente trabaja como Profesional en Certificación y Educación Consultoría & Escuela de Negocios de Asset Management, Project Management, Innovación & Excelencia Operacional, Facility Management & Confiabilidad, Valencia España

E-mail: diaz.araujo.juancarlos@gmail.com

Manuel Antonio Villarreal Uzcategui

Profesor Titular de la Universidad de Los Andes-Venezuela. Doctor en Ciencias Físicas por la Universidad de Los Andes. Miembro del Centro Regional en Ciencia su Enseñanza y Filosofía (CRINCEF NURR-ULA)

E-mail: mavu@ula.ve

Mariela Sarmiento Santana

Doctora em Pedagogia de la Universidad Rovira i Virgili, España. Magister en Matemáticas de la ULA y Licenciada em Matemáticas de la UCV. Profesora Titular Jubilada de la ULA. Profesora de Universidad Tecnológica del Perú.

E-mail: c18887@utp.edu.pe

Richar Nicolás Durán

Licenciado en Educación, mención. Física y Matemáticas de la Universidad de Los Andes-Venezuela. Estudiante de maestría en Educación científica y Educación matemática de la Universidad Estatal de Ponta Grossa. (UEPG). Paraná-Brasil. Investigador del Centro Regional de Investigación en Ciencia, Su Enseñanza y Filosofía. (CRINCEF).

E-mail: rduran.ula@gmail.com

Rosángela Carmona Pérez

Magister en Educación, mención Enseñanza de la Física, de la Universidad Pedagógica Libertador y Licenciada en Educación Mención Física y Matemáticas de la Universidad de Los Andes, Venezuela.

E-mail: rcarmona357@hotmail.com

Yasmelis Rivas

Licenciada en Educación mención Física (ULA). Magister en Gerencia Educativa (ULA). Doctora en Ciencias de la Educación (UFT). Diplomada en Enseñanza de la Física. Investigadora activa reconocida por el CDCHTA y el PEII. Responsable de proyectos financiados por el CDCHT-ULA, CODEPRE-ULA y FONACIT.

E-mail: rivasyasmelis@gmail.com

ESTRATEGIAS DE ENSEÑANZA / APRENDIZAJE

investigaciones desde el

CRINCEF