



Universidad Nacional
Abierta y a Distancia

Sello Editorial

FORMACIÓN CIENTÍFICA: UN DESAFÍO PARA LA EDUCACIÓN MEDIADA

Fedra Lorena Ortiz Benavides
Clemencia Álava Viteri

Grupos de Investigación
BIOTICS

Escuela de Ciencias Básicas, Tecnología e Ingeniería - ECBTI

FORMACIÓN CIENTÍFICA: UN DESAFÍO PARA LA EDUCACIÓN MEDIADA

Autores:

Fedra Lorena Ortiz Benavides

Clemencia Álava Viteri

Grupo de investigación: BIOTICS

UNIVERSIDAD NACIONAL ABIERTA Y A DISTANCIA – UNAD

Jaime Alberto Leal Afanador

Rector

Constanza Abadía García

Vicerrectora académica y de investigación

Leonardo Yunda Perlaza

Vicerrector de medios y mediaciones pedagógicas

Leonardo Evemeleth Sánchez Torres

Vicerrector de desarrollo regional y proyección comunitaria

Édgar Guillermo Rodríguez Díaz

Vicerrector de servicios a aspirantes, estudiantes y egresados

Julialba Ángel Osorio

Vicerrectora de inclusión social para el desarrollo regional y la proyección comunitaria

Leonardo Evemeleth Sánchez Torres

Vicerrector de relaciones intersistémicas e internacionales

Myriam Leonor Torres

Decana Escuela de Ciencias de la Salud

Clara Esperanza Pedraza Goyeneche

Decana Escuela de Ciencias de la Educación

Alba Luz Serrano Rubiano

Decana Escuela de Ciencias Jurídicas y Políticas

Martha Viviana Vargas Galindo

Decana Escuela de Ciencias Sociales, Artes y Humanidades

Claudio Camilo González Clavijo

Decano Escuela de Ciencias Básicas, Tecnología e Ingeniería

Jordano Salamanca Bastidas

Decano Escuela de Ciencias Agrícolas, Pecuarias y del Medio Ambiente

Sandra Rocío Mondragón

Decana Escuela de Ciencias Administrativas, Contables, Económicas y de Negocios

La Formación Científica: Un Desafío para la Educación Mediada

Autores:

Fedra Lorena Ortiz Benavides

Clemencia Álava Viteri

Grupo de investigación: BIOTICS

378.17
OR77

Ortiz Benavides, Fedra Lorena
Formación científica: un desafío para la educación mediada / Fedra Lorena Ortiz Benavides, Clemencia Álava Viteri -- [1.a. ed.]. Bogotá: Sello Editorial UNAD/2019. (Grupo de investigación BIOTICS - Escuela de Ciencias Básicas Tecnologías e Ingeniería - ECBTI)

ISBN: 978-958-651-820-8

e-ISBN: 978-958-651-818-5

1. Educación Superior 2. Formación Científica 3. Técnicas De Estudio
4. Estrategias de Aprendizaje 5. Estrategia de Enseñanza I. Benavides, Fedra Lorena II. Álava Viteri, Clemencia

ISBN: 978-958-651-820-8

e-ISBN: 978-958-651-818-5

Escuela de Ciencias Básicas Tecnología e Ingeniería

©Editorial

Sello Editorial UNAD

Universidad Nacional Abierta y a Distancia

Calle 14 sur No. 14-23

Bogotá, D.C.

Corrección de textos: Marcela Guevara

Diseño de portada: Natalia Herrera Farfán

Diseño y diagramación: Natalia Herrera Farfán

Impresión: Hipertexto - Netizen

Mayo de 2021

Esta obra está bajo una licencia Creative Commons - Atribución – No comercial – Sin Derivar 4.0 internacional.
https://co.creativecommons.org/?page_id=13.



RESEÑA DE LOS AUTORES

Fedra Lorena Ortiz Benavides

Licenciada en Biología, Magíster en Enseñanza de las Ciencias y Doctora en Diseño Instruccional y Educación a Distancia. Docente Asociada de la ECBTI. Líder del grupo de investigación BIOTICS. Se desempeña como docente directora y tutora de cursos académicos en Ciencias Básicas e Ingeniería.

Clemencia Álava Viteri

Ingeniera de alimentos, Especialista en Pedagogía para el Desarrollo del Aprendizaje Autónomo, Magíster en Gerencia de Programas Sanitarios en Inocuidad de Alimentos. Docente de tiempo completo de la ECBTI. Se desempeña como docente directora y tutora de cursos académicos en el programa de Ingeniería de alimentos de la UNAD.

DEDICATORIA

A Pablo, el amor de mi vida.

A Camila y Felipe por ser el motor de mi alma.

A mis padres y hermana por estar en todos los momentos.

Fedra Lorena Ortiz Benavides

*A Dios, a quien le debo
todo lo que tengo.*

*A Andrés Felipe, mi regalo más grande, quien me impulsa a se-
guir adelante.*

A mi familia, el soporte para avanzar en todo momento.

Clemencia Álava Viteri

AGRADECIMIENTOS

Las autoras de este libro queremos agradecer a todos los estamentos de la UNAD, que contribuyeron en el desarrollo de este material; sus aportes fueron valiosos para concluir de manera exitosa este trabajo. Sin duda alguna, sin su gestión y disposición no hubiese sido posible esta publicación.

CONTENIDO

Reseña de los autores	4
Dedicatoria	6
Agradecimientos	8
Presentación	14
Introducción	16
Capítulo 1. La educación científica en contextos virtuales de aprendizaje	23
Capítulo 2. Estrategias de aprendizaje para las ciencias experimentales en contextos virtuales	30
2.1. Definición de estrategias de aprendizaje	32
2.2. Clasificación de las estrategias de aprendizaje	35
2.3. Las creencias motivacionales como estructura en el aprendizaje estratégico	44
2.4. Adquisición de las estrategias de aprendizaje	46
Capítulo 3. Estrategias de enseñanza para los cursos de ciencias experimentales en ambientes virtuales	51
3.1. Aprendizaje por descubrimiento	53
3.2. Aprendizaje por investigación dirigida	56

3.3. Aprendizaje colaborativo en cursos de ciencias experimentales en ambientes virtuales	60
3.4. Estrategia para la enseñanza del razonamiento y argumentación científica	62
Capítulo 4. Recursos tecnológicos como herramientas didácticas en cursos de ciencias experimentales	66
4.1. Recursos didácticos en AVA con el uso de las TIC	72
4.2. Tipos de recursos didácticos en AVA	74
4.3. Simuladores con fines didácticos	80
4.4. Laboratorios virtuales y laboratorios remotos	86
4.5. Videojuegos didácticos	89
4.6. Implicaciones educativas sobre el uso de herramientas TIC en el proceso de enseñanza-aprendizaje en ciencias experimentales	90
4.7. Diseño de recursos multimedia para cursos de enseñanza de las ciencias	93
Capítulo 5. Modelo didáctico para el desarrollo del pensamiento científico en ambientes virtuales de aprendizaje	99
5.1. Diagnóstico del diseño didáctico de cursos de ciencias básicas de la UNAD	100
5.2. Propuesta de un modelo didáctico para el desarrollo del pensamiento científico en ambientes virtuales de aprendizaje	104
5.3. Componentes del modelo	109

Capítulo 6. Experiencias didácticas desarrolladas por el grupo
BIOTICS en la enseñanza de las ciencias y la ingeniería
en educación mediada 116

Bibliografía 126

ÍNDICE DE ESQUEMAS

Esquema 1. La investigación en ciencias básicas 25

Esquema 2. Formación y alfabetización científica 26

Esquema 3. Causas que influyen en la calidad de la educación científica 28

Esquema 4. Estrategias de enseñanza y aprendizaje 32

Esquema 5. Etapas del aprendizaje conceptual 36

Esquema 6. Asimilación y transferencia de conceptos 38

Esquema 7. Funcionalidad de las estrategias cognitivas 40

Esquema 8. Funcionalidad de las estrategias de aprendizaje 43

Esquema 9. Uso eficiente de las estrategias de aprendizaje 45

Esquema 10. Adquisición de estrategias de aprendizaje 47

Esquema 11. Aprendizaje por descubrimiento 54

Esquema 12. Aprendizaje por investigación dirigida 57

Esquema 13. La interacción dialógica 61

Esquema 14. Relación entre los elementos de un AVA 68

Esquema 15. Características de las web 1.0, 2.0 y 3.0 70

Esquema 16. Las TIC en la socialización del conocimiento 71

Esquema 17. Componentes para el diseño de un recurso didáctico 74

Esquema 18.	Elementos utilizados en presentaciones multimedia	75
Esquema 19.	Características de un OVA	77
Esquema 20.	Características de los simuladores educativos	83
Esquema 21.	Competencias que se desarrollan con el uso de multimedia educativo	85
Esquema 22.	Principios para el diseño de herramientas multimedia	96
Esquema 23.	Modelo didáctico para el desarrollo del pensamiento científico	110

ÍNDICE DE GRÁFICAS

Gráfica 1.	Estrategias didácticas en los cursos de ciencias básicas	100
Gráfica 2.	Actividades cognitivas en los cursos de ciencias básicas	102
Gráfica 3.	Actividades procedimentales en los cursos de ciencias básicas	103
Gráfica 4.	Simulador de panificación diseñado para el curso de cereales	118
Gráfica 5.	Simulador de microscopía	120
Gráfica 6.	Videojuego Genogenios	122
Gráfica 7.	Laboratorio virtual de biotecnología	124

PRESENTACIÓN

Las autoras tienen como objetivo presentar a los lectores un libro resultado de investigación sobre formación científica en educación mediada. Para ello se realizó un análisis teórico-lógico y metodológico sobre los diferentes factores que se consideran en la formación en ciencias experimentales en ambientes virtuales de aprendizaje. Si bien es cierto, la educación científica es de por sí un tema profundo de investigación, dadas las características epistemológicas de la ciencia y los diversos problemas que se producen durante la transposición didáctica, la inclusión de las nuevas tecnologías de la información y comunicación (TIC) traen consigo nuevos retos.

En el capítulo uno se realiza un análisis de las metas que se pretenden alcanzar en formación científica en el país y los resultados obtenidos hasta este momento. En los capítulos dos y tres se tratan los conceptos de estrategias de enseñanza y aprendizaje en las ciencias experimentales y se desarrolla un análisis de resultados de artículos científicos que incluyen las TIC en el proceso de educación científica.

En el capítulo cuatro, a partir de un análisis teórico se demuestra la importancia de diseñar y/o utilizar herramientas basadas en las TIC, teniendo en cuenta su valor en el desarrollo del pensamiento científico e igualmente se presenta un análisis de artículos científicos con resultados empíricos sobre el efecto del uso de estas herramientas en el desarrollo de habilidades procedimentales y de razonamiento.

En el capítulo cinco se presenta un diagnóstico del diseño didáctico en diferentes cursos de ciencias experimentales ofertados por la Escuela de Ciencias Básicas, Tecnología e Ingeniería de la Universidad Nacional Abierta y a Distancia (UNAD) y se propone un modelo didáctico denominado “Modelo didáctico para la formación del pensamiento científico” en ambientes virtuales de aprendizaje (AVA). Por último, el capítulo seis concluye con las experiencias y los aportes que ha realizado el grupo de investigación BIOTICS a la línea de investigación en didáctica de las matemáticas y las ciencias.

INTRODUCCIÓN

La didáctica de las ciencias experimentales es un área del conocimiento que surge como una disciplina independiente de la didáctica general y la pedagogía en las ciencias de la educación para desarrollar sus propios métodos y procedimientos en aras de fortalecer en los estudiantes de diferentes niveles de educación una actitud positiva hacia las ciencias y sus aportes y desarrollar el pensamiento científico, que comprende tres aspectos: el primero se enfoca en fortalecer la capacidad para valorar los efectos de múltiples factores causales que podrían explicar o predecir un fenómeno natural; el segundo incluye la comprensión de los fundamentos epistemológicos de la ciencia reconociendo que el conocimiento científico evoluciona en la medida que se aportan nuevas evidencias; el tercero es la capacidad de participar en discusiones argumentativas en un contexto científico donde se establece claramente la relación entre la teoría y la evidencia (Mujica, 2011).

La necesidad de fortalecer el pensamiento científico en el proceso educativo surgió en Estados Unidos a finales de los años 50, impulsados por el ferviente ascenso de la Unión Soviética en el desarrollo científico y tecnológico que llegaría a desafiar el orden mundial durante la guerra sostenida entre estos dos bloques económicos. Por consiguiente, las discusiones en torno a qué se debe enseñar, cómo enseñar y qué métodos utilizar para que los estudiantes aprendan hacer ciencia significó la confluencia de las reflexiones realizadas por científicos, epistemólogos e historiadores de la ciencia, así como de psicólogos cognitivos. Esta característica interdisciplinaria de la didáctica de las ciencias impulsó el cambio curricular en las escuelas y universidades de Estados Unidos y Europa occidental. Sin embargo, en regiones como América Latina el cambio parece muy lento y está lejos de alcanzar niveles superiores de educación en ciencias para facilitar el desarrollo tecnológico, económico y social de nuestros países (Hernández y De Pro Bueno, 1998).

Algunas investigaciones en didáctica de las ciencias, tales como las realizadas por Campanario (2002b), documentan los problemas que se tienen en la educación científica en países de América Latina y que impiden que se alcancen los niveles académicos esperados; entre ellos se encuentran una carencia de personas idóneas para enseñar ciencias desde el conocimiento disciplinar, la falta de entendimiento epistemológico sobre la construcción del conocimiento científico (saber acerca de la ciencia) y el desinterés por el desarrollo científico en la sociedad, es decir, baja valoración social al conocimiento producido a través de la ciencia.

Por su parte, las estrategias novedosas en didáctica de las ciencias surgen de las teorías epistemológicas que reconocen a la ciencia como una actividad social que evoluciona en la medida que se construyen teorías cada vez más explicativas y cimentadas en la rigurosidad de la evidencia científica cuya fundamentación teórica pero también la severidad con que se presentan los resultados y se debaten en la comunidad son relevantes para el avance de la ciencia. No obstante, trasladar este escenario a las aulas constituye un gran desafío puesto que se requiere crear espacios no solamente para problematizar los contextos, utilizar diversos métodos para la recogida y procesamiento de datos que se necesitan para describir y explicar o predecir un fenómeno, sino que a la vez el aula se deberá constituir en un espacio dialógico donde se debe estar dispuesto a defender con argumentos los hallazgos y contraponer con valores de juicio lo encontrado por otros, así como llegar a consensos fundamentados.

Arias y Navarro (2017) afirman que uno de los factores que más impacta el nivel de la calidad en la educación científica en Iberoamérica es la falta de comprensión de la naturaleza epistemológica del conocimiento científico por parte de quienes enseñan ciencias; esto hace que los profesores confundan el conocimiento científico con otro tipo de saber y por tanto lo enseñen de la misma forma que otras disciplinas e incluso que los procesos metodológicos que se practican en la enseñanza de las ciencias sean muy similares en los diferentes niveles educativos. La desconexión entre la comprensión epistemológica de la ciencia y su enseñanza hace que, a pesar de que existe una amplia literatura sobre estrategias de enseñanza y aprendizaje de la ciencia, estas no se vinculen de forma exitosa en la práctica educativa; es decir, los docentes presentan muchas dificultades para su implementación.

Otro de los factores interesantes que se analiza en investigaciones como la realizada por Campanario (2002a) es que la mayoría de los docentes no se preocupan por reconocer los procesos cognitivos y metacognitivos que se producen durante el desarrollo

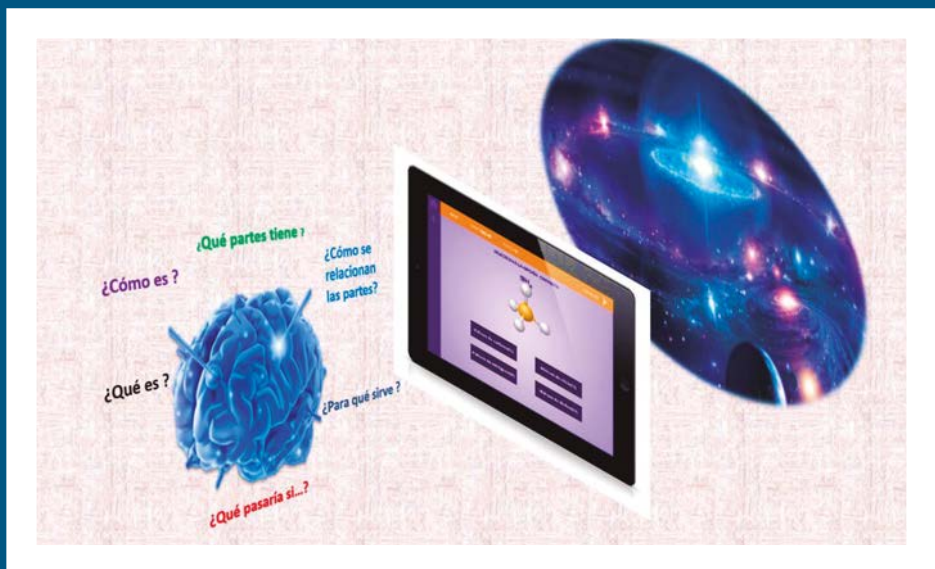
del pensamiento científico. Este desconocimiento hace que durante la enseñanza se pueda inducir al error conceptual que puede perdurar durante toda la vida académica, lo que dificulta no solamente la comprensión sino la transferencia del concepto en contextos diferentes. La investigación realizada por (Pedreira y Da Silva, 2018) documenta que la mayoría de estos errores no surgen de forma espontánea, sino que parten de ideas inducidas a través de la enseñanza y que en su mayoría están asociadas al uso del lenguaje científico, a la falta de problematización de las prácticas y a la memorización de conceptos sin encontrar la relación significativa, entre otros. Por consiguiente, el profesor debe conocer no solamente el concepto sino el proceso cognitivo y metacognitivo que se requiere para su asimilación.

Ahora bien, la inclusión de las TIC en la educación y, sobre todo, en la educación mediada por computador para formar profesionales que apliquen el conocimiento científico para proponer e implementar soluciones a los más diversos problemas que nos aquejan en nuestra sociedad, nos traen nuevos retos ya que además de las situaciones escritas en los párrafos precedentes, la educación mediada trae consigo otros aspectos tales como la comunicación asíncrona o el escaso tiempo para realizar prácticas procedimentales. Esta situación hace que nos formulemos la siguiente pregunta: ¿Cuáles son los factores que se deben tener en cuenta en la educación mediada para asumir la transformación didáctica que se requiere para la formación del pensamiento científico?

Algunos investigadores como Kollar et al. (2010) argumentan que el diseño instruccional de cursos en línea que respondan al desafío epistemológico del quehacer científico requiere la conjunción de las teorías del aprendizaje y las teorías del diseño multimedia, de tal manera que se estructuren plataformas en donde la investigación, la argumentación y la socialización basada en la evidencia sea posible. Es decir, construir escenarios virtuales que cumplan con este propósito es fundamental para que los estudiantes en realidad aprendan no solamente los resultados que hasta ahora produce la ciencia, sino a reproducir los comportamientos y procesos que se realizan en investigaciones científicas reales.

Esta preocupación en el grupo de investigación BIOTICS nos ha llevado a plantear varios estudios y propuestas sobre el tema que nos han permitido teorizar y demostrar de forma empírica nuestras posturas didácticas en relación con el diseño instruccional con que se debe abordar la educación científica desde la educación mediada por TIC. Los principales aportes, producto de los resultados de estas investigaciones son los siguientes:

1. Propuesta de modelo instruccional para el diseño de herramientas multimedia en cursos de ciencias experimentales.
2. Propuesta de modelo didáctico para el desarrollo del pensamiento científico en educación mediada.
3. Propuesta de estrategia de aprendizaje basada en argumentación dialógica para el desarrollo de competencias científicas.





CAPÍTULO 1

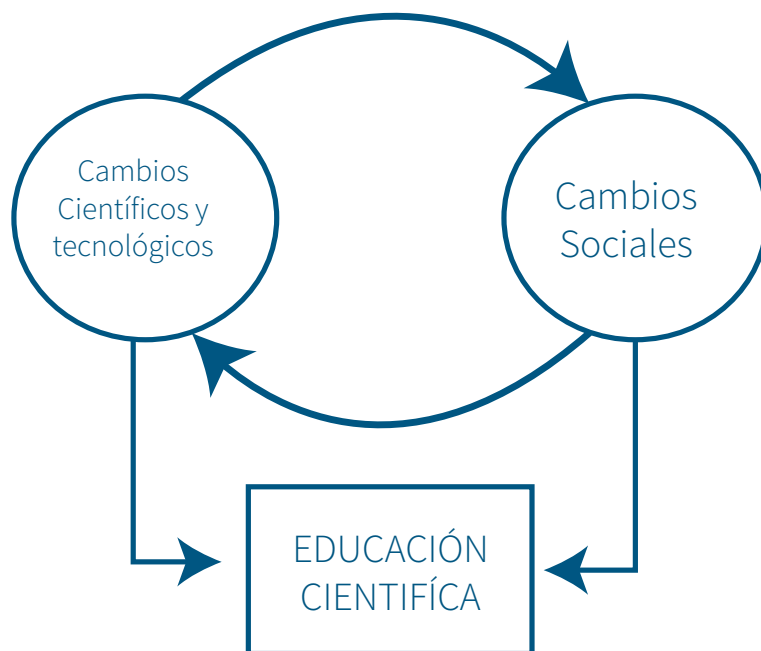
LA EDUCACIÓN CIENTÍFICA EN CONTEXTOS VIRTUALES DE APRENDIZAJE

POR: FEDRA LORENA ORTIZ BENAVIDES

Todos los organismos internacionales y nacionales coinciden en advertir la necesidad de una educación científica de alta calidad con el fin de alcanzar un desarrollo económico y social más equitativo y sustentable en todas las sociedades. Al respecto, tanto la Unesco como la Organización para la Cooperación y Desarrollo Económico (OCDE) recomiendan a sus países miembros prestar especial atención a la educación en ciencias con el fin de alcanzar los objetivos del milenio en reducción de la pobreza y el hambre a nivel mundial. La integración de Colombia a este organismo se confirmó en el año 2018, lo que significa un compromiso del Estado con la calidad científica del país.

La formación científica de los estudiantes que se inscriben a programas académicos como Ingeniería o de ciencias aplicadas como Agronomía, Zootecnia, y Medicina, entre otras, presentan dentro de su malla curricular cursos de ciencias experimentales de física, biología y química. La inclusión de dichos cursos tiene como finalidad fundamentar en los estudiantes el conocimiento profundo de los fenómenos de la naturaleza para justificar con valores de juicio las soluciones que puedan proponer con el fin de solventar los problemas sociales, sanitarios, económicos y tecnológicos necesarios para el avance de la sociedad.

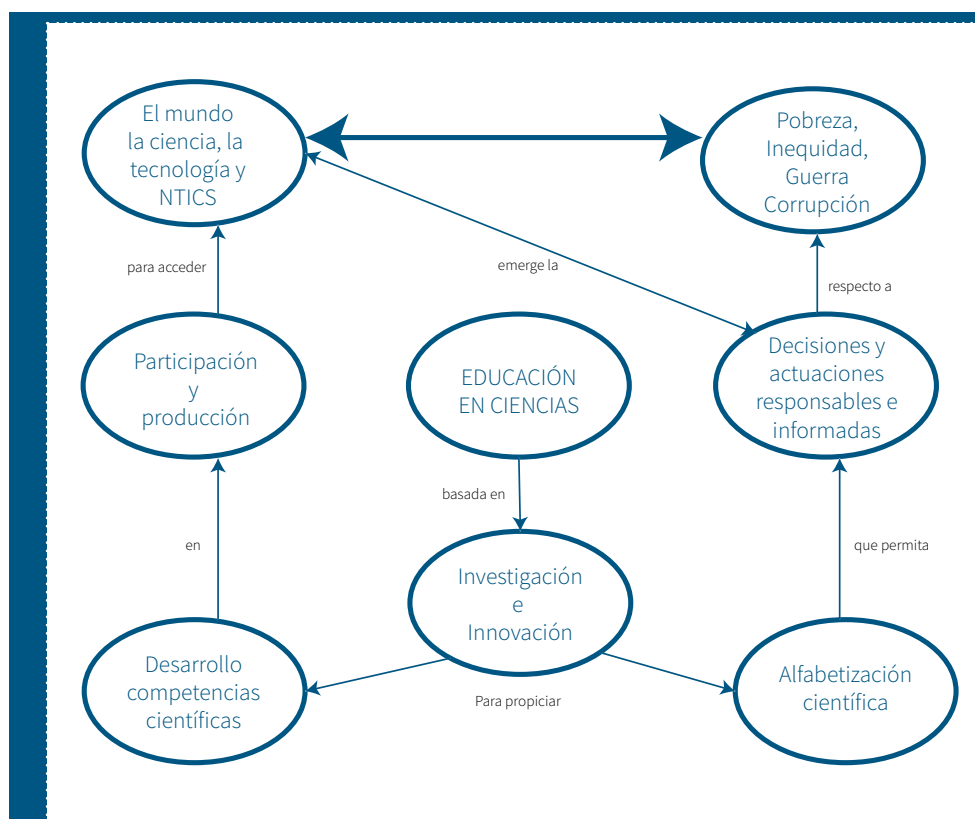
Además, las ciencias experimentales por sus características epistemológicas y metodológicas fortalecen en los estudiantes actitudes como la curiosidad, la rigurosidad y esencialmente el desarrollo de habilidades cognitivas como el análisis, la inferencia, la síntesis y la formulación de hipótesis, entre otras, lo que sumado a las habilidades procedimentales constituye un componente esencial en la formación de futuros profesionales. Por consiguiente, la calidad de la formación en ciencias básicas constituye un factor muy importante para el desarrollo tecnológico y por consiguiente social y económico de una sociedad. Esta relación se presenta en el esquema 1.

Esquema 1. *La investigación en ciencias básicas*

Nota. *La investigación en ciencias básicas impulsa el desarrollo tecnológico; dichos avances provocan cambios sociales que a su vez requieren soluciones científico-tecnológicas para enfrentar los nuevos requerimientos sociales. En todo este proceso, la educación científica soporta dichos cambios.*

Según la Unesco, la educación científica no solamente es necesaria para la formación de profesionales idóneos, sino es un elemento indispensable en la cultura de la ciudadanía en general ya que una sociedad que toma las decisiones basadas en la rigurosidad del conocimiento puede alcanzar altos grados de desarrollo social, científico y tecnológico. Bajo esta premisa, la alfabetización científica cumple una función social, la cual consiste en que los ciudadanos no solamente sean personas informadas sino consientes de esa información y la usen para mejorar su vida y la de su entorno. Una sociedad sin conocimiento científico está condenada al abandono, la pobreza, las guerras e incluso a su propia extinción. En el esquema 2 se representan estas relaciones.

Esquema 2. Formación y alfabetización científica



Nota. La formación y alfabetización científica deben estar presentes en la cultura ciudadana; por consiguiente, las instituciones educativas de nivel superior tienen la responsabilidad social de incentivarla.

Es así que la investigación en la educación científica cobra especial importancia ya que en varios estudios sobre el tema se destaca que existen muchas debilidades en este tipo de formación, que se evidencian, por ejemplo, en los puntajes obtenidos de las pruebas nacionales que miden el desarrollo de las competencias científicas en los estudiantes de educación superior en Colombia. Estos resultados muestran que los estudiantes en cuanto al desarrollo de sus habilidades para el pensamiento científico en los últimos tres años presentan una media que los ubica de la siguiente manera: el 15 % se encuentran en un nivel insuficiente, el 53 % se ubican en un nivel mínimo, el 23 % alcanzan un puntaje satisfactorio y solamente el 9 % presenta un nivel avanzado

(ICFES, 2016, 2017, 2018). Además, hay un escaso número de estudiantes que desean realizar estudios profesionales en las carreras propias de la ciencia comparado con el número de estudiantes que aspiran a programas de otras áreas de formación (Observatorio de la Universidad Colombiana, 2018).

El problema se agudiza cuando el número de egresados en las carreras científico-tecnológicas es menor comparado con el de estudiantes de ciencias económicas y humanas debido a la alta deserción que se presenta en este tipo de programas universitarios (Observatorio de la Universidad Colombiana, 2018). Por consiguiente, la formación de talento humano en estas áreas es insuficiente; sin embargo, cabe aclarar que la oferta de trabajo igualmente es muy baja comparada con otras áreas de ocupación puesto que el país no tiene centros de investigación científica que genere empleos para estos profesionales.

Datos más precisos indican que en Colombia hay menos de un investigador en ciencias básicas por cada 1000 habitantes, comparado con Estados Unidos donde hay 80 por cada 1000; además se ha señalado que entre 1995 y 2000, por cada millón de colombianos hay inscritas 0,44 patentes mientras que en países desarrollados como Alemania, estas sobrepasan las 152 por cada millón (Colciencias, 2014). La precariedad en el desarrollo científico y tecnológico es una preocupación que involucra no solamente al sistema educativo sino también al sistema económico, que no encuentra salida para que se produzca bienestar sostenible en sus habitantes. La constante de los diferentes informes de los últimos gobiernos colombianos indica que la economía crece debido al ahorro en gastos del Estado en detrimento del bienestar social más que por el aporte que realiza la ciencia y la tecnología. En otras palabras, la ciencia y la tecnología no constituyen un factor de riqueza en Colombia.

Algunos autores como Hernández y de Pro Bueno (1998) documentan algunas causas que pueden estar incidiendo en la precaria educación científica tales como: la escasa construcción y aplicación de currículos que permitan desarrollar procesos orientados para impulsar la transformación social basada en el conocimiento científico, debilidades metodológicas para el desarrollo de competencias y habilidades científicas en los estudiantes y escasa relación entre ciencia-sociedad, escuela-comunidad, escuela-familia.

Igualmente, diversas investigaciones demuestran que las concepciones de los docentes sobre la naturaleza del conocimiento científico influyen en su actuación en el aula

y en sus métodos de enseñanza (Melallo, V. 1993; Zelaya y Campanario, 2002b; Arias y Navarro, 2017). En el esquema 3 se destacan algunas causas que se generan en el ambiente educativo que influyen en la baja calidad de la educación científica.

Esquema 3. *Causas que influyen en la calidad de la educación científica*



- Baja importancia a la rigurosidad con que se enseña los conceptos científicos y al saber disciplinar de los maestros.
- Divorcio entre la comprensión conceptual y metodológica de las ciencias con la didáctica de las mismas.
- Baja formación epistemológica sobre la naturaleza de la ciencia en los profesores que las enseñan.
- La falta de conocimiento sobre la naturaleza de la ciencia implica el no saber cómo enseñarla.
- Los contenidos van desde lo simple a lo complejo, pero la organización y el método permanecer constantes, a pesar de que se trate de estudiantes de distintos niveles.
- Falta de connotación científica a los laboratorios o prácticas propias de la ciencia para el aprendizaje.
- Escasas actividades que involucran la formulación de hipótesis, preguntas, aplicación de metodología para solucionar problemas, debates y argumentación.

Nota. *Conocer la naturaleza de la ciencia con sus características nos permite ser conscientes del conjunto de conceptos y procesos que debemos tener en cuenta para diseñar estrategias que impulse a los estudiantes desarrollar el pensamiento científico.*

Por lo tanto, se puede decir que existe una necesidad real de mejorar los procedimientos pedagógicos y didácticos que faciliten desarrollar las competencias científicas. Para ello se requiere la investigación en modelos didácticos que orienten a los estudiantes de manera intencionada y sistemática a una serie de actividades académicas a lo largo de su vida formativa mediante las cuales se fortalezcan las habilidades de pensamiento superior, las habilidades procedimentales y las habilidades investigativas.

CAPÍTULO 2

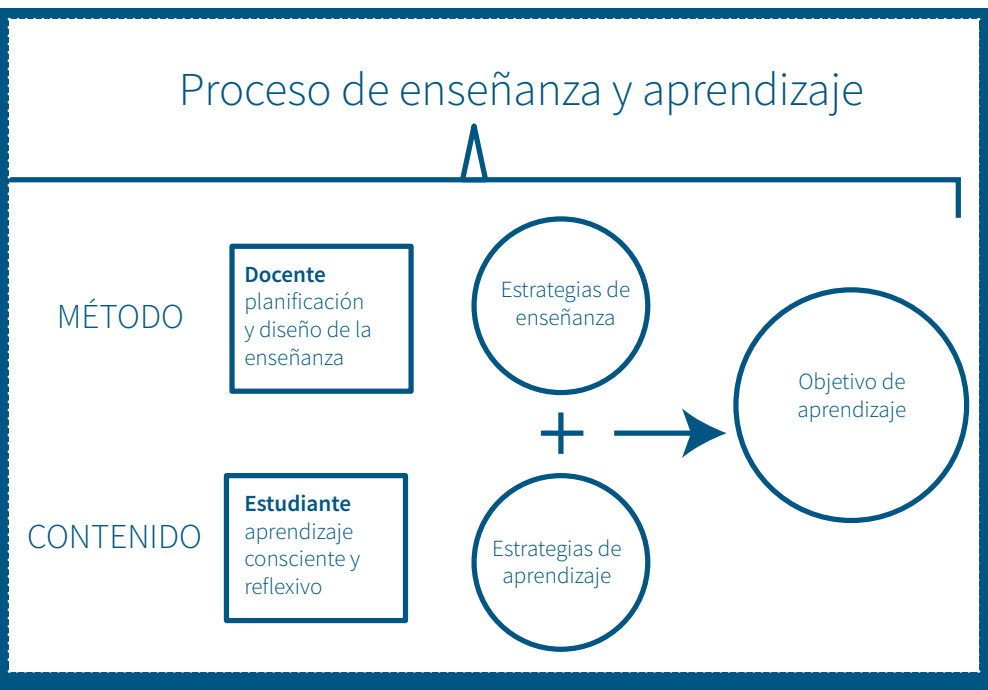
ESTRATEGIAS DE APRENDIZAJE PARA LAS CIENCIAS EXPERIMENTALES EN CONTEXTOS VIRTUALES

POR: FEDRA LORENA ORTIZ BENAVIDES

El término “estrategia” en las ciencias de la educación se define, según Wood (2012), como medios para alcanzar metas en el sistema educativo e igualmente las considera secuencias de decisiones que se toman para alcanzar fines. De acuerdo con Mujica (2011), se entienden como la dirección pedagógica de la transformación del estado deseado del sujeto a modificar, que condiciona todo el sistema de acciones entre maestros y estudiantes para alcanzar los objetivos de aprendizaje de máximo nivel.

Estas definiciones tienen en común el hecho de presentar las estrategias con dos características relevantes: la primera, que son un conjunto de procesos y procedimientos sistematizados y planificados durante el proceso educativo y la segunda, que se crean para un propósito, es decir, se ponen en marcha para alcanzar un objetivo de aprendizaje que puede ser de contenido teórico, cognitivo o procedimental.

De acuerdo con lo anterior, se deben diferenciar entonces, en el proceso de enseñanza-aprendizaje, las estrategias que ponen en marcha los docentes y los estudiantes en diferentes etapas del proceso. Los primeros desarrollan estrategias para la enseñanza y los segundos para el aprendizaje. Ambos tipos de estrategias se encuentran involucradas en la promoción de aprendizajes significativos a partir de los contenidos curriculares; aunque en el primer caso el énfasis se pone en el diseño, la programación, la elaboración y la realización de los contenidos que se deben aprender (tarea del docente), en el segundo caso la responsabilidad recae sobre el aprendiz (Díaz y Hernández, 1998). Por lo tanto, mientras las estrategias de enseñanza son parte del cómo enseñar, es decir, hacen parte del método, las estrategias de aprendizaje constituyen el cómo aprender, por lo tanto hacen parte del saber conocer que se debe impulsar dentro de los contenidos curriculares de cada curso académico. En el esquema 4, se expresa la relación entre estos dos tipos de estrategias.

Esquema 4. *Estrategias de enseñanza y aprendizaje*

2.1. DEFINICIÓN DE ESTRATEGIAS DE APRENDIZAJE

Una de las características más importantes que deben tener los estudiantes que realizan su formación académica en ambientes virtuales de aprendizaje es la autogestión cognitiva, es decir la capacidad para controlar su propio proceso de aprendizaje; aunque esta capacidad es innata en el ser humano, diversos estudios indican que se puede mejorar a partir del aprendizaje de técnicas; por consiguiente, se puede decir que este tipo de estrategias son enseñables y mejoran a través del tiempo.

Es por ello que en los cursos virtuales de educación formal es necesario impulsar en los estudiantes su capacidad para implicarse en su propio proceso de aprendizaje, de tal manera que se garantice el tránsito de un control del proceso de formación por

parte del docente al control del proceso desde los aprendices; este tránsito implica en el diseño del curso considerar la formación en el desarrollo de actitudes, motivaciones y herramientas cognitivas para el dominio de aquello que se refiere a la capacidad para aprender a aprender y, por consiguiente, aprender a crecer de manera permanente.

Según Nisbet y Shucksmith (2017), aprender a aprender se refiere al desarrollo de habilidades cognitivas con las cuales se aprenden los contenidos, no el aprendizaje de los contenidos de manera directa. Por consiguiente, la educación, además de otras actividades, debe incluir la formación en las estrategias de aprendizaje de una forma más generalizada. De acuerdo con un estudio realizado por Gargallo et al. (2007), la mayoría de los estudiantes son capaces de aprender de forma más significativa cuando aplican estrategias para controlar su propio aprendizaje y volverlo más consciente.

En este mismo sentido, Zilberstein y Cruz (2014) afirman que aprender estrategias de aprendizaje permite mejorar la eficiencia de su modo de aprender y, al lograr esto, se adquieren habilidades que serán muy útiles en todas las etapas de la vida y en todos los campos de la actividad humana, o sea, aprender para la vida.

Igualmente, el estudio realizado por Garzuzi (2013) comprueba la hipótesis de que los alumnos que se encuentran en el tramo final de su carrera universitaria se diferencian de los alumnos del tramo inicial respecto de las estrategias que emplean para aprender. Por consiguiente, su desempeño mejora a medida que mejoran sus estrategias para aprender y esto ocurre a lo largo del tiempo; de ahí la necesidad de considerar como parte del contenido las estrategias de aprendizaje. Desde este punto de vista, el concepto de educación se amplía hacia el desarrollo de dichas estrategias y no solo a transmitir conocimientos que resultan no ser significativos para el estudiante.

Teniendo en cuenta los estudios mencionados, somos partidarias de que en el diseño de un curso virtual se deben tener en cuenta procedimientos didácticos que conduzcan al desarrollo de habilidades intelectuales y procedimientos que permitan al estudiante conducirse eficazmente ante cualquier tipo de situaciones de aprendizaje, así como para aplicar los conocimientos adquiridos frente a situaciones nuevas de cualquier índole. Sin dudas, el énfasis en esta postura didáctica es puesto en el alumno, independientemente de cualquier situación instruccional, para que desarrolle su potencialidad cognitiva y sepa cómo aprender y solucionar problemas.

El concepto de estrategias de aprendizaje se postula desde diversas disciplinas que van desde la psicología hasta la pedagogía. Danserau (1985) las define como mecanismos de control de que dispone el sujeto para dirigir sus modos de procesar

la información y facilitan la adquisición, el almacenamiento y la recuperación de la información. Para Monereo (2014) son comportamientos planificados que seleccionan y organizan mecanismos cognitivos, afectivos y motóricos con el fin de enfrentarse a situaciones problema, globales o específicas de aprendizaje. Friedrich y Mandl (1992) las entienden como secuencia de acciones dirigidas a la obtención de metas de aprendizaje. Representan complejas operaciones cognitivas que son antepuestas a los procedimientos específicos de la tarea.

Las definiciones anteriores coinciden en afirmar que las estrategias de aprendizaje son actitudes procedimentales que pertenecen al ámbito del saber hacer; son las habilidades de habilidades que utilizamos para aprender; son los procedimientos que ponemos en marcha para aprender cualquier tipo de contenido de aprendizaje: conceptos, hechos, principios, actitudes, valores y normas, y también para aprender los propios procedimientos.

Sin embargo, aunque las estrategias de aprendizaje son claramente un proceso individual, no se puede descartar el hecho de que el conocimiento existe por las personas y la comunidad que lo construye, lo define, lo extiende y hace uso significativo de ello para resolver sus problemas y entender su contexto sociocultural. El conocimiento, desde esta perspectiva, está en constante transformación y los miembros de cada generación se apropian de él, en cada sociedad, con el propósito de darle solución a nuevos problemas.

Por consiguiente, el conocimiento no es invariable ni estático sino parte integral de la vida misma, de las indagaciones que los miembros de una sociedad hacen acerca de sus condiciones, sus preocupaciones y sus propósitos; significa un esfuerzo participativo de desarrollar comprensión y cuyo proceso implica que el conocimiento se construye y se reconstruye continuamente. Es en este mismo proceso de indagación y de construcción compartida de significados entre los individuos donde ocurre el aprendizaje. Por tanto, las autoras de este libro definen las estrategias de aprendizaje así:

Las **estrategias de aprendizaje** se pueden entender como procedimientos que el estudiante interioriza de forma consciente y reflexiva para alcanzar una meta de aprendizaje en un contexto social específico, constituyéndose en un recurso de auto-orientación, control y valoración del aprendizaje individual y colectivo que genera autonomía cognitiva y la necesidad del autoaprendizaje.

En consecuencia, las estrategias de aprendizaje dependen de la naturaleza del contenido, del curso académico, del propósito para el cual se propone aprenderlo y del contexto sociocultural de los estudiantes. Así, es necesario aprovechar las experiencias que ofrece el entorno en el cual se desarrolla la vida universitaria y extrauniversitaria, vale la pena propiciar un trabajo interactivo que conlleve a momentos de análisis y momentos de reflexión y, por último, es menester procurar el contraste de experiencias de los alumnos y la ayuda mutua activando la motivación por aprender.

2.2. CLASIFICACIÓN DE LAS ESTRATEGIAS DE APRENDIZAJE

Dado que las estrategias de aprendizaje suponen impulsar el aprender a aprender, esto implica activar la acción cognitiva, la metacognitiva y el uso adecuado de modelos conceptuales (andamios del aprendizaje y del pensamiento). Algunos autores como Weinstein y Mayer (1986) diferencian las estrategias de aprendizaje de acuerdo con la función que cumplen durante el aprendizaje, por consiguiente, las catalogan como cognitivas, metacognitivas y de autocontrol.

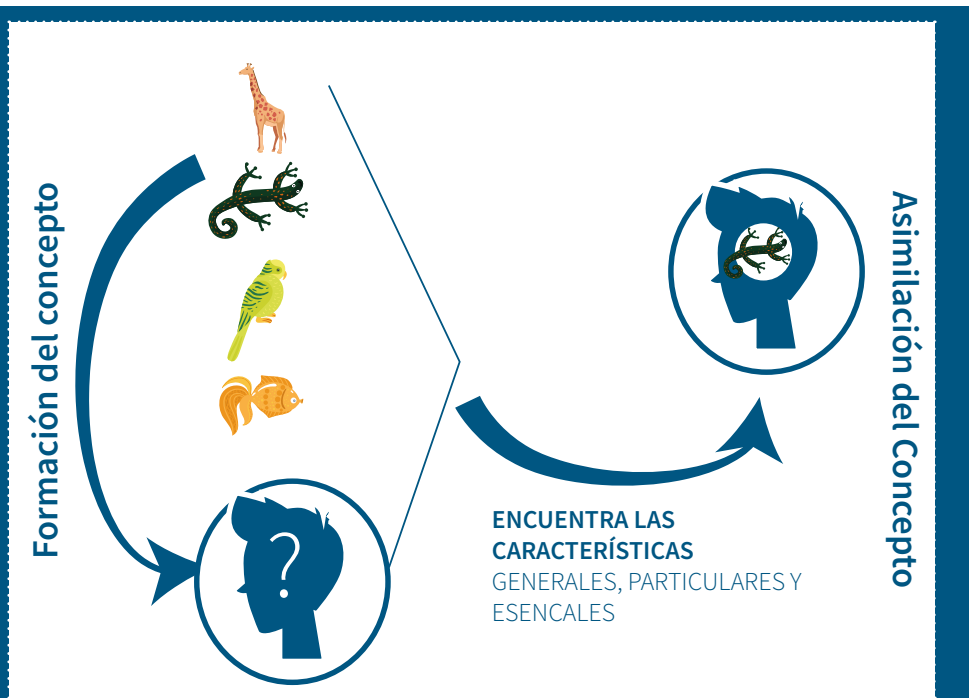
2.2.1. ESTRATEGIAS COGNITIVAS

Son las que conducen a la construcción de significados que para Ausubel et al. (1983); se producen cada vez que somos capaces de establecer relaciones sustantivas y no arbitrarias entre lo que aprendemos y lo que ya conocemos. Son planes o cursos de acción que el sujeto realiza, utilizándose como instrumento para optimizar el procesamiento de la información (codificación, organización y recuperación de la información).

Los estudios de estrategias cognitivas y formación de conceptos tienen representantes como Bruner et al. (1956), cuyos trabajos aparecieron publicados por primera vez en el libro *A Study of Thinking*; en este libro se hace una diferencia dicotómica entre la formación y la asimilación de conceptos. La *formación* de conceptos es un acto inventivo en virtud del cual se construyen clases o categorías, como, por ejemplo, clasificar una sustancia como blanca o no blanca, mientras que la *asimilación* de conceptos supone la búsqueda de los atributos que distinguen a los seres que son ejemplares de la clase

que se quiere diferenciar; por ello la determinación de las cualidades que acompañan a las sustancias blancas y a las no blancas es un acto de asimilación de conceptos. En el esquema 5 se diferencian las dos etapas.

Esquema 5. Etapas del aprendizaje conceptual



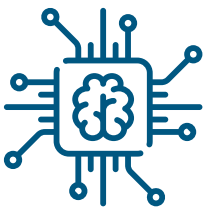
Nota. Para el aprendizaje profundo de conceptos, el estudiante debe realizar actividades orientadas tanto a la formación como a la asimilación del concepto. Si una de las dos etapas no se considera durante el proceso de aprendizaje, seguramente los conceptos no serán asimilados y por tanto no se podrán transferir a situaciones de contexto.

La formación del concepto y su asimilación es una de las problemáticas más recurrentes que se evidencian durante la educación científica; por ejemplo, los estudiantes de primer curso en la universidad generalmente mantienen la noción de “flor” o “animal” que tenían al finalizar la primaria, es decir, no forman el concepto ni lo asimilan a pesar de haber cursado biología en la secundaria e incluso hasta después de haber realizado estudios universitarios. Conceptos más abstractos como respiración celular, átomo,

energía o estequiometría tienen mayor complejidad para su asimilación y se les dificulta su comprensión incluso durante su formación universitaria. ¿Por qué sucede esto? La explicación podría estar en la falta de estrategias cognitivas con las que se orientan los ejercicios de aprendizaje y que no conducen a la formalización del pensamiento.

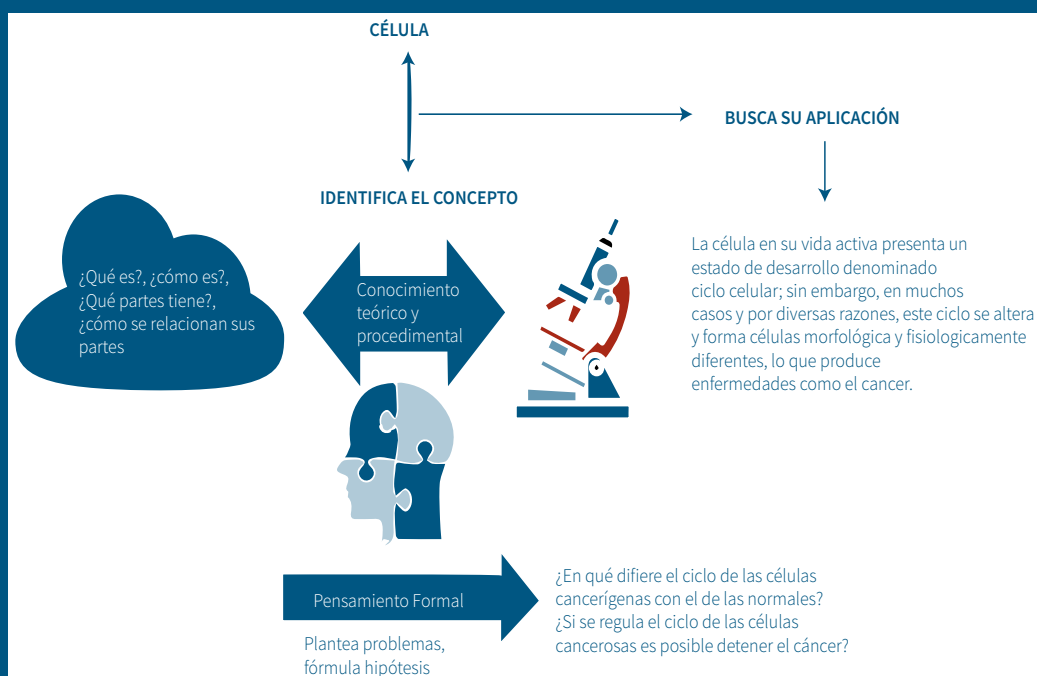
Por consiguiente, enseñar a los estudiantes a comparar, clasificar, analizar, inferir y formular preguntas para encontrar la esencia de un objeto o fenómeno es imprescindible para la formación de un pensamiento formal. En conclusión, se puede afirmar que las estrategias cognitivas constituyen la secuencia de decisiones que una persona realiza en su *camino hacia la asimilación del concepto*, que sería la solución del problema. Estas cumplen los siguientes objetivos: alcanzar el máximo de información, mantener el esfuerzo cognoscitivo dentro de los límites apropiados por el sujeto y regular el riesgo de fracaso.

Por tanto, solamente cuando se produce la asimilación del concepto, el individuo es capaz de transferirlo para dar soluciones a situaciones del contexto, como se indica en el esquema 6.



Enseñar a los estudiantes a comparar, clasificar, analizar, inferir y formular preguntas para encontrar la esencia de un objeto o fenómeno es imprescindible para la formación de un pensamiento formal

Esquema 6. Asimilación y transferencia de conceptos



Nota. Las estrategias cognitivas fortalecen el desarrollo de habilidades superiores tales como el análisis, la síntesis, la capacidad para formular preguntas, plantear alternativas de solución y transferir el conocimiento teórico. Por consiguiente, dentro del procedimiento didáctico es necesario orientar el camino para la asimilación del concepto.

Por su parte, Weinstein y Mayer (1986) plantean que las estrategias cognitivas a su vez se pueden clasificar en tres subgrupos dependiendo de la funcionalidad que presten en el proceso:

- **Estrategias de memorización:** en ellas se encuentran las estrategias de repetición. Un ejemplo de ello son las técnicas mnemotécnicas que favorecen el aprendizaje de memoria.

- **Estrategias de elaboración:** sirven para construir estructuras de sentido en el interior de los materiales que se van aprender, la integración de un nuevo material con el saber ya almacenado y la transferencia de lo aprendido a otros contextos. El subrayado, el epigrafiado, el resumen, el esquema, los mapas conceptuales y los cuadros sinópticos son utilizados en este tipo de estrategias.
- **Estrategias de transformación o transferencia:** son los modos de proceder de reducción de información que estructuran los procesos de selección y codificación.

Gargallo et al. (2007) amplían esta clasificación incluyendo además dentro de este mismo tipo:

- **Estrategias de búsqueda, recogida y selección de la información:** integran todo lo referente a la localización recogida y selección de información. El sujeto debe aprender, para ser aprendiz estratégico, cuáles son las fuentes de información y cómo acceder a ellas para disponer de la mismas. Debe optimizar los mecanismos y criterios para seleccionar la información pertinente.
- **Estrategias de personalización y creatividad:** incluyen el pensamiento crítico y las propuestas personales creativas.

Chadwick y Antonijevic (1983), sugieren que las estrategias cognitivas funcionan en tres áreas: atención, codificación para la retención y utilización de la información para la resolución de problemas. Ejemplifican lo planteado en tres etapas, de la siguiente manera:

1. Existencia de procesos cognitivos, los cuales serían métodos de la persona para percibir, asimilar y almacenar conocimientos.
2. Se habla de destreza mental cuando uno o más de estos procesos internos ha sido desarrollado a un nivel de eficiencia relativamente alta.
3. Cuando se aplica una destreza mental a una tarea, ya sea por voluntad propia u orden externa, podemos decir que esta destreza funciona como una estrategia cognitiva.

En el esquema 7 se representa la funcionalidad de las estrategias cognitivas.

Esquema 7. *Funcionalidad de las estrategias cognitivas*



Nota. La funcionalidad de las estrategias cognitivas se puede explicar así: el uso de imágenes es un proceso cognitivo básico. En algunas personas que son eficientes en la creación y manejo de imágenes, esto sería una destreza mental. Cuando estas personas usan las imágenes para aprender algo, estas imágenes funcionan como estrategias cognitivas para asimilar conceptos.

2.2.2 ESTRATEGIAS METACOGNITIVAS

Otro de los desafíos que supone la educación mediada consiste en mantener la motivación por aprender por parte de los estudiantes. La falta de motivación para continuar aprendiendo podría atribuirse a varios factores; sin embargo, específicamente en el entorno de aprendizaje mediado, los estudiantes manifiestan sentimientos de desconexión por la falta de presencialidad de su instructor y compañeros de clase, lo que en consecuencia puede generar un bajo compromiso con los programas de aprendizaje (Waugh y Su-Searle, 2014). Por consiguiente, este problema puede dis-

minuir la motivación de los estudiantes para continuar con su aprendizaje en línea y eventualmente llevarlos a abandonar los programas académicos (Shernoff et al., 2003; Sansone y Thoman, 2007). De allí la importancia de desarrollar en los estudiantes procesos metacognitivos.

El término metacognición fue desarrollado por Flavell (1979) a partir de investigaciones realizadas sobre el funcionamiento de la memoria con niños de diferentes edades. El estudio arrojó tres resultados que llevaron a comprender el proceso reflexivo que se ejecuta durante un proceso cognitivo pero que solamente se vuelve consciente cuando es declarativo: a) Los niños fueron capaces de valorar el alcance inmediato de su memoria. b) Reflexionar sobre su desempeño para recordar acontecimientos a corto plazo y c) La concientización sobre su capacidad de memoria a largo plazo.

Por tanto, la metacognición se entiende como la capacidad que tienen los sujetos para valorar su propio desempeño cognitivo; esto se refiere a la reflexión consciente que realiza sobre las fortalezas y debilidades que presenta para comprender, analizar, o transferir el conocimiento y aplicarlo en diferentes situaciones, tareas o problemas.

Teniendo en cuenta lo anterior, se establece que para que suceda un aprendizaje profundo se debe dirigir el aprendizaje no solamente al desarrollo de habilidades cognitivas sino también metacognitivas. Este conocimiento sobre sí mismo le da la oportunidad al aprendiz de aplicar estrategias de control metacognitivo que le permitan planificar su aprendizaje y reorientar sus modos de aprendizaje con el fin de mejorar sus procesos y alcanzar las metas de aprendizaje propuestas.

La definición del concepto de metacognición presenta dos aspectos: 1) saber acerca de la propia capacidad para solucionar un problema, dimensión a la que se hace referencia cada vez que se demanda a los estudiantes reflexionar sobre su proceso de aprendizaje y 2) control y monitoreo de la propia cognición, cuando se apunta a conocer el estado de madurez de los procesos ejecutivos encargados de la dirección de la cognición y se pregunta cómo se llegó a la solución del problema.

Es importante diferenciar los componentes del concepto de metacognición puesto que el primer nivel está relacionado con el conocimiento sobre las propias habilidades cognitivas. El segundo está relacionado con el control ejecutivo de los procesos que

se realizan para aprender mejor, es decir, el control del proceso. La madurez cognitiva implica no solo una estimación razonable de la accesibilidad de los propios hechos de conocimiento, sino también un conocimiento de los hechos que no pueden ser conocidos y de los que pueden ser deducidos a partir de los ya existentes. Los estudiantes más jóvenes parecen más inconscientes de las limitaciones de su capacidad de memoria y de que ellos pueden hacer un uso más eficiente de su capacidad limitada por medio de una intervención estratégica (Kreutzer et al., 1979; Flavell, 1979).

El análisis anterior puede ser más comprensible si se traen a consideración los postulados de Vygotski (1989) sobre las fases en el desarrollo del conocimiento. Él presenta una primera etapa que es inconsciente, pero que solamente se puede volver consiente en la medida que se incentive la reflexión; esta etapa provoca un incremento gradual en el control activo sobre este conocimiento. En este sentido, se puede determinar que un estudiante alcanza un nivel maduro de aprendizaje cuando pone en ejecución procesos ejecutivos que le permiten el uso efectivo del conocimiento.

Un factor importante en el saber estratégico son las orientaciones a los propósitos de aprendizaje y las circunstancias en las que transcurre el aprendizaje; por tanto, el estudiante estratégico tendrá que tomar sus propias decisiones que conduzcan a regular tanto el esfuerzo como la calidad de su proceso. Precisamente, la utilización de estrategias de aprendizaje depende entonces de los motivos en relación con el contenido de aprendizaje y la posibilidad del control en una determinada situación. La convicción de que el aprendizaje conduce al éxito y al saber puede activar en una medida suficiente los recursos personales que son determinantes para la ejecución de estrategias de procesamiento profundo.

2.2.3. ESTRATEGIAS AUTORREGULATORIAS

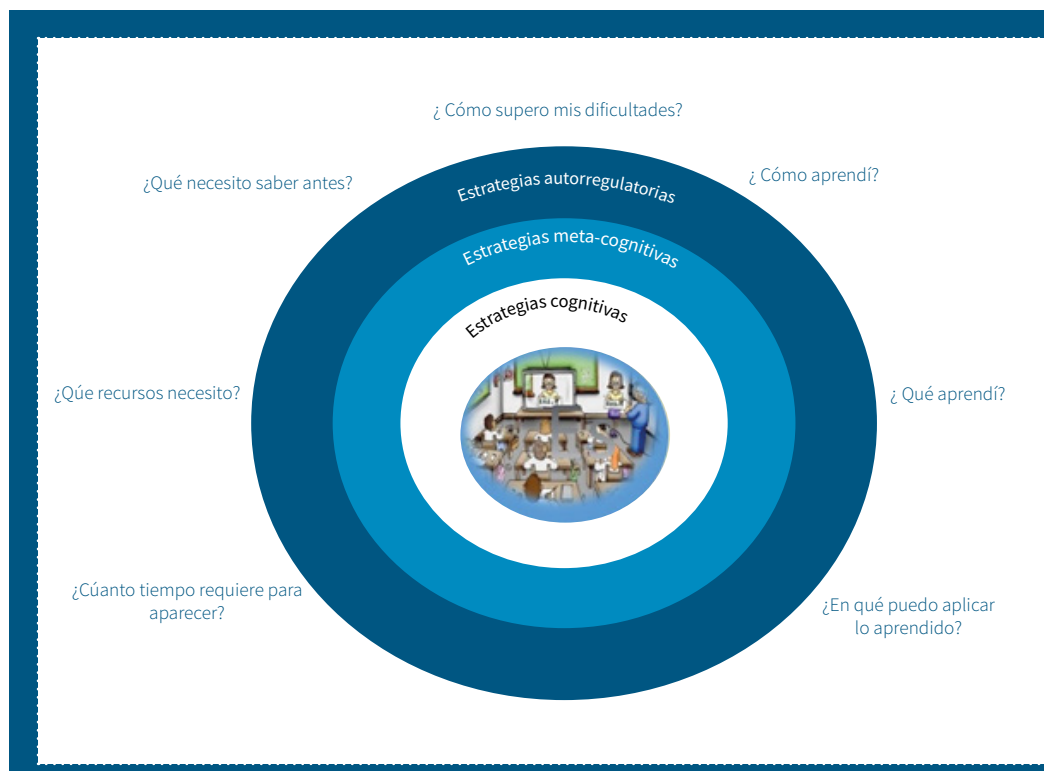
Estas estrategias son caracterizadas como estrategias de apoyo. Schiefele et al. (1993) las diferencian entre: a) Estrategias de administración de recursos internos: correspondientes a la atención del esfuerzo y tiempo de aprendizaje y b) Estrategias de administración de recursos externos: administración óptima del entorno de aprendizaje personal y materia.

De acuerdo con esto, se puede decir que son las más amplias ya que se ejecutan desde la fase de planeación (enfocado a la meta), durante la ejecución para alcanzar la solución

(monitoreo del proceso) y hasta la fase de evaluación. Estas estrategias de control, que cumplen funciones ejecutivas y de autorregulación, son la clave del aprendizaje reflexivo.

Cabe anotar que Gargallo et al. (2007) adicionan dentro de este tipo de estrategias a las afectivo-emotivas y de automanejo, que integran procesos motivacionales, actitudes adecuadas, autoconcepto, autoestima, sentimiento de competencia, relajación, control de la ansiedad y reducción del estrés, entre otras. En el esquema 8 se representa la funcionalidad de las diferentes estrategias de aprendizaje que ocurren durante todo el proceso.

Esquema 8. Funcionalidad de las estrategias de aprendizaje



Nota. Los estudiantes exitosos combinan todas estas estrategias para conseguir las metas de formación.

2.3. LAS CREENCIAS MOTIVACIONALES COMO ESTRUCTURA EN EL APRENDIZAJE ESTRATÉGICO.

Smith y Renzulli (1984) investigaron la influencia de la motivación en el proceso de aprendizaje. Según estas autoras aparecen cuatro factores que resultan claves para la motivación: a) La posibilidad de control del proceso de aprendizaje y la creencia en la disponibilidad de los recursos personales necesarios; b) La convicción acerca de la utilidad de las estrategias de aprendizaje; c) La dinámica motivacional hacia el contenido, o sea, el interés en los objetivos de aprendizaje y d) La motivación ante metas de aprendizaje de poco interés.

Por su parte Bobbitt (1988) realizó una investigación sobre la motivación enfocada en dos aspectos: la orientación a la tarea en sí misma y las consecuencias obtenidas de la ejecución de la tarea; la primera está enfocada en el interés personal por alcanzar las metas de aprendizaje; la segunda se focaliza en los resultados secundarios o sociales que se producen por resolver la tarea. Dweck (1986) caracterizó estas orientaciones motivacionales como “orientación hacia el aprendizaje” y “orientación hacia la performance”: en el primer caso se busca el desarrollo de competencias y en el segundo competir.

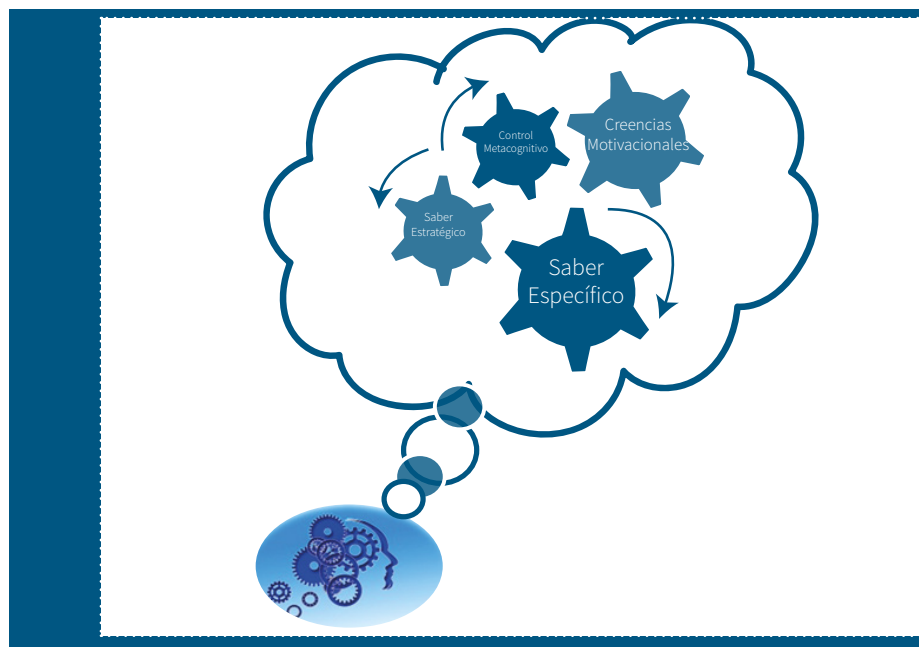
La motivación intrínseca, centrada en el interés por el crecimiento personal activa la aplicación de estrategias de aprendizaje profundo; por el contrario, la orientación centrada en el reconocimiento social no se conecta con dichas estrategias. De ahí que mantener la motivación intrínseca es un factor importante para la activación de estrategias cognitivas y metacognitivas. Sin embargo, un aprendizaje eficiente y desarrollador necesita de un sistema poderoso de motivaciones intrínsecas para su despliegue. El desarrollo de motivaciones intrínsecas hacia el aprendizaje constituye la fuente de la que surgen de manera constante los nuevos motivos para aprender y la necesidad de realizar aprendizajes permanentes a lo largo de la vida.

El aprendizaje es entendido como un proceso complejo de solución de problemas donde el estudiante debe intervenir estratégicamente coordinando sus medios disponibles (estrategias) para alcanzar la solución.

Varios investigadores en enseñanza de las ciencias coinciden en afirmar que una de las actividades más importantes para mantener la motivación en los estudiantes consiste en involucrarlos en actividades propias de la ciencia. El reto cognitivo para formular preguntas de investigación, formular hipótesis, participar en ambientes propios de investigación como trabajo de campo o laboratorio ayuda a mantener esa motivación orientada al desarrollo personal. No obstante, la dificultad en la apropiación del conocimiento científico parece estar en el obstáculo para establecer conexión entre los conceptos, que a veces resultan ser muy abstractos y también abstracta su aplicación en la vida cotidiana. Por consiguiente, el desafío en la didáctica instruccional de las ciencias consiste en diseñar actividades cognitivas desafiantes pero contextualizadas que mantengan a los estudiantes interesados en alcanzar su meta de aprendizaje.

La utilización eficiente de estrategias de aprendizaje reposa sobre una coordinación que se logra entre el saber conceptual, el saber estratégico, el control metacognitivo y las creencias motivacionales tal y como se ve en el esquema 9.

Esquema 9. *Uso eficiente de las estrategias de aprendizaje*



Nota. Los estudiantes exitosos ponen en marcha todas las estrategias disponibles para alcanzar la meta de aprendizaje. La importancia del uso eficiente de las estrategias está directamente relacionada con la motivación por aprender.

2.4. ADQUISICIÓN DE LAS ESTRATEGIAS DE APRENDIZAJE

Aunque en la bibliografía es muy escaso encontrar investigaciones acerca de etapas de desarrollo de estrategias de aprendizaje, sí se identifican y describen las fases generales por las cuales atraviesa el proceso de adquisición de cualquier tipo de estrategia de aprendizaje.

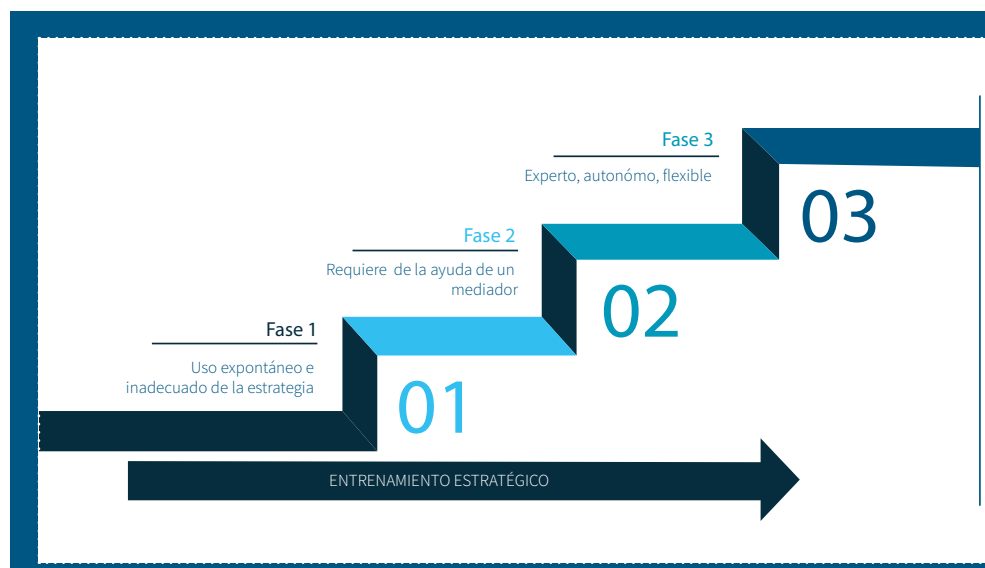
A partir de las investigaciones realizada por Kreutzer et al. (1979), dirigidas a indagar las estrategias que los niños pequeños aplican para aprender de memoria, se encontraron algunos asuntos de relevancia singular. Se demostró, por ejemplo, que desde etapas muy tempranas, desde los siete años aproximadamente, los niños parecían ser capaces de utilizar, sin ningún tipo de ayuda, estrategias de repaso de la información ante una tarea que lo demandaba. También se demostró que unos años después, a los nueve o diez años, los niños son capaces de utilizar también de forma espontánea una estrategia de categorización simple para recordar listas de cosas y objetos. Igualmente, se comprobó que el uso de ambos tipos de estrategias al principio es titubeante, pero su aplicación mejora paulatinamente con la adquisición respecto a las estrategias y con los años (Díaz y Hernández, 1998).

Para comprender la adquisición de las estrategias es necesario retomar las ideas de Vygotski (1989), el concepto de zona de desarrollo próximo y la ley de la doble formación de lo ínter a los intrapsicológico. De ese modo se establecen tres fases básicas en el proceso de adquisición e interiorización de las estrategias. La primera etapa es la fase de inexperto, donde el uso de estrategias no aparece porque no se ha llegado a la madurez cognitiva o porque no se conoce la estrategia.

La segunda etapa se establece cuando a partir de un mediador o experto se orienta el uso de la estrategia, pero en esta etapa el aprendiz todavía no es capaz de realizarlo de forma autónoma sino que necesita mediadores para ejecutarla. En comparación con la etapa anterior ya se tiene la capacidad para utilizar las estrategias como mediadores o instrumentos cognitivos, pero todavía hay un déficit en su empleo autónomo y espontáneo dado que no se ha desarrollado su regulación metacognitiva. Por último, la tercera etapa se caracteriza por el uso autónomo, consciente y flexible de las estrategias cuando el aprendiz lo requiere, gracias a que logra una plena interiorización de esta y posee un conocimiento metacognitivo apropiado para hacerlo. En esta etapa el estudiante tiene la posibilidad de transferir las estrategias aprendidas a otras situa-

ciones similares. La adquisición de las estrategias de aprendizaje se puede entender como una escalera de desarrollo, como se indica en el esquema 10.

Esquema 10. *Adquisición de estrategias de aprendizaje*



Nota. *Las estrategias se aprenden en el contexto de prácticas de interacción con quienes saben más; estas son actividades que en un inicio son mediadas socialmente y que solo después se van interiorizando y haciendo parte del repertorio de los aprendices*

Esta explicación coincide considerablemente con las ideas de autores como Petegem y Donche (2006) en el sentido de que el empleo de las estrategias se aprende en el contexto de prácticas de interacción con quienes saben más; estas son actividades que en un inicio son mediadas socialmente y que solo después se van interiorizando y haciendo parte del repertorio de los aprendices, tal como lo concibe el enfoque histórico-cultural.

Uno de los aspectos más importantes de todo lo anteriormente expuesto, es que las *estrategias de aprendizaje se pueden enseñar y aprender*, lo que implica que en la educación formalizada es posible un aprendizaje más eficiente por parte de los alumnos, lo que soluciona los problemas de aprendizaje que se suscitan en el entorno virtual (desinterés, fracaso, etc.), pero además implica la formación de un espíritu autocrítico como paso fundamental para desarrollar estrategias de autoaprendizaje durante todo el transcurso de la vida, lo que permite al estudiante dirigir su propio proceso de aprendizaje y alcanzar la independencia cognoscitiva. Desarrolla además la

creatividad en la medida en que puede utilizar dichas estrategias de una manera flexible dependiendo del contexto y el contenido pero igualmente puede crear las propias.

Para Hugerat (2016) el interés puede desempeñar un papel importante en la orientación de la selección de ciertas metas que los estudiantes eligen alcanzar. Por consiguiente, cuando un estudiante alcanza su meta de manera autónoma, es mucho más proactivo y propositivo dada la confianza que se desarrolla en sus capacidades.

Otra connotación importante en cuanto al perfeccionamiento de estrategias de aprendizaje es que le permiten al estudiante conocerse a sí mismo en lo que es capaz de hacer y hasta dónde puede llegar; esto lo hace revalorar sus propios métodos, capacidades y metas de tal manera que él logra mejorar su práctica en el aprendizaje diario y convierte esta tarea en una aventura personal en la que descubre el mundo del entorno y profundiza en la exploración y el conocimiento de su propia personalidad.

Campanario (2002a) afirma que para el estudio de la metacognición en el aprendizaje de las ciencias experimentales se debe realizar una colaboración decidida entre la didáctica de las ciencias y la psicología cognitiva puesto que el desconocimiento de los procesos cognitivos por parte de los investigadores en didáctica de las ciencias dificulta el avance en este campo ya que, generalmente, estos tienen una formación propia de las áreas de ciencias. La consecuencia es que en este campo de investigación no se conoce con mucho detalle, o se deja en el campo de la psicología. Ello desemboca en una situación de bloqueo: por una parte los especialistas en didáctica de las ciencias no prestan la debida atención a los problemas relacionados con la metacognición y, por la otra, los investigadores en psicología no suelen tener la base de conocimiento sobre ciencias ni una visión global sobre los problemas de enseñanza-aprendizaje de las ciencias que oriente su trabajo hacia esta área.

Por consiguiente, los problemas metacognitivos rara vez se enfocan desde el punto de vista de la enseñanza de las ciencias. En cualquier caso, dice Campanario (2002a), que esta corriente se enfoca en el enseñar a aprender; es decir, no solamente propiciar el desarrollo de habilidades cognitivas en los estudiantes, sino también vincular al proceso los componentes metacognitivos y motivacionales (Garibay, 1998).

Parolo et al. (2004) afirman que se trata de crear situaciones de aprendizaje que les obliguen a los estudiantes a usar estrategias de forma continuada para que se conviertan en hábito de trabajo y estilo de aprendizaje; para estos autores esto no se logra solo con instrucciones teóricas sino incorporándose como guías reales del trabajo diario.

Una de las investigaciones donde se combina la metacognición con la didáctica de las ciencias y las TIC es la realizada por Aleven y Koedinger (2002), quienes diseñaron un *software* inteligente que orienta la instrucción del aprender haciendo, donde los estudiantes además de dar solución a un tema de investigación requieren realizar una autoexplicación. En dicha investigación se quería establecer si la autoexplicación es un andamiaje efectivo no solamente en el desarrollo conceptual sino también en el desarrollo del razonamiento científico. Para ello se realizó un experimento con un grupo control, después de lo cual se estableció que los estudiantes que explicaron sus pasos durante la práctica de resolución de problemas alcanzaron una mayor comprensión en comparación con los estudiantes que no explicaron las razones del procedimiento; igualmente, los primeros estudiantes tuvieron un mayor éxito para resolver problemas de transferencia. El estudio muestra que la autoexplicación, apoyada por medio de un *software* inteligente de instrucción, puede ayudar a alcanzar este objetivo y mejorar el aprendizaje en las aulas reales.

En este sentido, la revisión crítica de literatura desarrollada por Garcia, Falkner y Vivian (2018) plantean que en el momento en que se construyó la taxonomía de las estrategias autorregulatorias, a mediados de los años ochenta, estas categorías no consideraron los comportamientos de los estudiantes mientras utilizaban tecnologías digitales para estudiar. Por consiguiente, encontraron que las estrategias de autorregulación son preponderantes en los estudiantes exitosos de los cursos en línea y que igualmente surgen nuevas categorías regulatorias que no se encontraban propuestas como las que tienen que ver con las habilidades ofimáticas, digitales y de búsqueda y clasificación de la información que se localiza en internet.

Otros estudios han demostrado que la autoexplicación, asociada a estrategias cognitivas y autorregulatorias, potencian el aprendizaje profundo y el desarrollo de habilidades científicas; así lo demuestra el estudio realizado por Dori et al. (2018), quienes reportaron que el aprendizaje basado en el contexto combinado con indicaciones metacognitivas mejora la comprensión de los conceptos de química de los estudiantes a partir de artículos científicos y la capacidad de regular su aprendizaje.

El desafío para el **aprendizaje en línea** es crear un entorno que involucre a los estudiantes de manera que mantengan su alto interés y compromiso con el aprendizaje continuo. Por consiguiente, el énfasis en la metacognición también debe ser parte del diseño de un curso por mediación virtual.

CAPÍTULO 3

ESTRATEGIAS DE ENSEÑANZA PARA LOS CURSOS DE CIENCIAS EXPERIMENTALES EN AMBIENTES VIRTUALES

POR: FEDRA LORENA ORTIZ BENAVIDES

En los años 90 el prominente desarrollo de las nuevas tecnologías de la información y comunicación (TIC) generaron impacto en la enseñanza de las ciencias; en este sentido, el *software* pasa a hacer el soporte tecnológico para el desarrollo de modelos didácticos en esta área del conocimiento, a la vez que la llegada de internet propicia una nueva forma de relaciones temporales y espaciales que abre nuevos canales de comunicación y a su vez permite el acceso a la información de forma más inmediata. Sin embargo, el acceso a la información científica no solamente depende de la accesibilidad, sino de la capacidad para analizarla e interpretarla.

La influencia de las TIC en el aprendizaje y enseñanza de las ciencias se encuentra aún poco explorada puesto que si bien es cierto existe una gran demanda de simuladores y laboratorios virtuales y remotos, todavía el impacto pedagógico de estas no se encuentra claramente establecido en el desarrollo del pensamiento científico y por tanto es necesario continuar realizando investigaciones que nos permitan comprender mejor su incidencia en la educación científica.

En un estudio realizado por Boling et al. (2012) donde se analizó el diseño de diversos cursos de ciencias en línea, los resultados revelaron un énfasis en el contenido basado en texto y lectura; dicho modelo instruccional condujo a la desconexión entre estudiantes, maestros, contenido y propósitos de formación. Al respecto, López y Morcillo (2007) afirman que los modelos didácticos apoyados en las TIC deben atender la didáctica de las ciencias experimentales no solamente el flujo de información, sino también los objetivos procedimentales que persiguen el desarrollo de determinadas destrezas intelectuales en relación con los procesos científicos.

Por consiguiente, el reto para los diseñadores instruccionales en ambientes virtuales para la enseñanza y aprendizaje de las ciencias consiste en impulsar en los estudiantes procesos propios de ciencias como habilidades procedimentales, de razonamiento lógico, comprensión del lenguaje científico y comprensión de la naturaleza de la ciencia. Esto solamente puede ser posible cuando los diseñadores instruccionales apliquen los fundamentos de los diversos enfoques para el diseño de estrategias tecnodidácticas y las pongan a prueba a través de la investigación. Así, pues, el objetivo ahora es presentar algunas de las estrategias didácticas más importantes para el desarrollo y enseñanza de las ciencias experimentales como el aprendizaje por descubrimiento, el aprendizaje por investigación, el aprendizaje colaborativo y el desarrollo del razonamiento y la argumentación científica, apoyados por las TIC.

Aquí se describen los aspectos relevantes que determinan las características de cada uno de estos enfoques en cuanto a la postura sobre el aprendizaje del estudiante y

las propuestas metodológicas derivadas de los mismos; luego se presentan algunas investigaciones que aplican estas estrategias utilizando las TIC como mediadoras, lo que nos permitió establecer los alcances y limitaciones de estas.

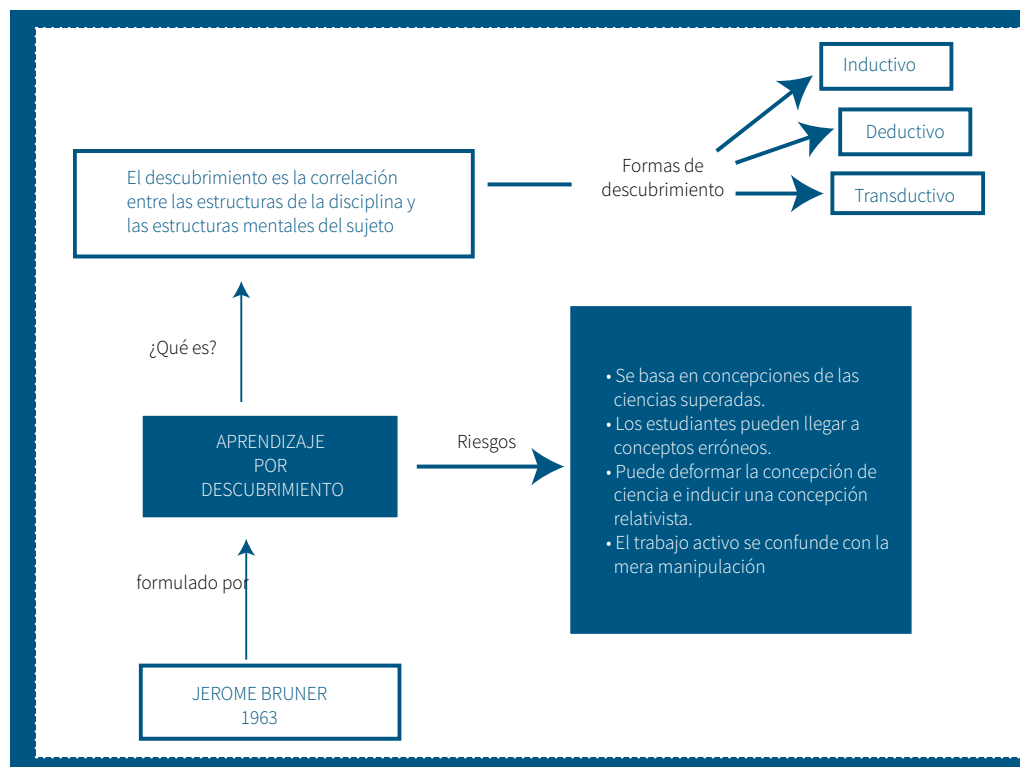
3.1. APRENDIZAJE POR DESCUBRIMIENTO

Una de las estrategias didácticas más discutidas para la enseñanza de las ciencias es el aprendizaje por descubrimiento propuesto principalmente por Bruner en su libro *El proceso de la educación* (Campanario, 2002a). Según este autor, Bruner, amparado en las teorías de Piaget, sostiene que la actividad intelectual es la misma en todos los niveles educativos y afirma que el descubrimiento es la correlación entre las estructuras de la disciplina o de un fenómeno exterior al sujeto y las estructuras intelectuales de este.

En este mismo sentido, Campanario (2002a) expresa que Bruner tiene una concepción cognitivista del aprendizaje ya que considera que los fundamentos de cualquier materia pueden enseñarse en alguna forma a cualquier persona de cualquier edad y que el niño puede captar desde las primeras etapas de desarrollo las ideas básicas de la ciencia.

Rowell (2002) critica este modelo puesto que considera que el aprendizaje por descubrimiento se basa en concepciones epistemológicas superadas por la ciencia. También sostiene que en la propuesta de Bruner se establece un énfasis en la observación, lo cual muestra concepciones excesivamente inductivistas sobre la ciencia y el trabajo científico. Las implicaciones didácticas basadas en la epistemología que fundamenta la ciencia desde la observación puede conllevar a errores conceptuales que luego durante la formación educativa son muy difíciles de superar. Además, la participación activa se confunde con la mera manipulación; por lo tanto, no es raro que los alumnos, incluso de universidad, apliquen estrategias de pensamiento no formales que pueden llegar a conclusiones muy distintas a las que se pretendía llegar. En el esquema 11 se identifica el concepto y los riesgos en el aprendizaje que se pueden señalar en esta estrategia.

Esquema 11. Aprendizaje por descubrimiento



Nota. Se puede confundir con la manipulación del objeto si no se orienta la meta de aprendizaje de forma explícita.

Las características del aprendizaje por descubrimiento en ciencias con el uso de las TIC aparecen constantemente relacionadas en el uso de simuladores o el llamado aprendizaje por simulación. Sin embargo, para la implementación del aprendizaje por descubrimiento con el uso de TIC se encuentran algunas investigaciones en las que se proponen alternativas de solución que superen las limitaciones epistemológicas de la estrategia. Jiménez et al. (2007) proponen en un estudio una estrategia metodológica para la enseñanza de la química básica para estudiantes de pregrado en la Universidad Autónoma de México (UNAM) que si bien se basa en la estrategia propuesta por Bruner, en este estudio se realizaron algunas modificaciones con el fin de no cometer errores epistemológicos del pasado a los que se refieren Rowell (2002).

La propuesta didáctica consistió en plantear los objetivos de aprendizaje temáticos y los objetivos derivados de estos; posteriormente se expone a los estudiantes el problema experimental, se solicita su posible solución y las diferentes formas de solución de dicho problema; luego se realiza el experimento y se formulan las preguntas guía obtenidas por los estudiantes durante el desarrollo experimental; finalmente se trata de dar respuesta a cada una de las observaciones e hipótesis mediante otros experimentos que los estudiantes mismos deben diseñar; este proceso se basa en las inquietudes de los estudiantes y únicamente en ocasiones con la ayuda o intervención del profesor.

Reid et al. (2003) desarrollaron un simulador basados en el aprendizaje por descubrimiento; para esto, diseñaron un esquema para el aprendizaje de apoyo que incluye: soporte interpretativo (IS), apoyo experimental (ES) y apoyo de reflexión (RS), aspectos que, según estos investigadores, corresponden a las condiciones internas que tienen los científicos para desarrollar sus teorías. Con el fin de demostrar su efectividad, se realizó un experimento con 78 estudiantes de 12 a 13 años para examinar los efectos en el IS y el ES. En el estudio se encontraron efectos significativos para el IS en el post-test en relación con la comprensión intuitiva, la aplicación flexible y la integración del conocimiento; sin embargo, no se demostró efecto sobre el ES y el RS. El análisis mostró que el proceso de éxito en el aprendizaje se dio cuando los experimentos estaban orientados a partir de estas tres etapas y no por separado. Por lo tanto, se concluyó que el aprendizaje por descubrimiento en un entorno de simulación debe orientarse de manera significativa, sistemática y reflexiva.

Aunque muchas de las experiencias de aprendizaje en línea para las ciencias se han realizado a partir de simuladores, Herman (2015) realizó una revisión sobre los resultados de experiencias de este tipo incluso con estudiantes universitarios. Los resultados muestran que, si bien se observa una mejora del aprendizaje comparado con el método tradicional, los resultados son contradictorios y a menudo insignificantes. Además, encontró que la comparación directa de los resultados experimentales es difícil debido a las diferentes ideas sobre la naturaleza del aprendizaje por descubrimiento que tienen los investigadores.

En este mismo sentido, Swaak y De Jong (2001) señalan que aprender en entornos de descubrimiento como las simulaciones, requiere planificación y procesamiento de inferencia complejo por parte de los alumnos, por consiguiente estos autores recomiendan que los estudiantes deben contar con un apoyo permanente en sus procesos de descubrimiento siempre que sea posible. Por otro lado, enfatizan en la necesidad de concientizar a los estudiantes de su responsabilidad en el proceso de aprendizaje.

Por último, en este estudio se concluye que el aprendizaje por descubrimiento en un entorno en línea puede traer resultados contrarios de aquí la importancia de orientar la meta de aprendizaje que los estudiantes deben alcanzar sobre todo cuando utilizan simuladores.

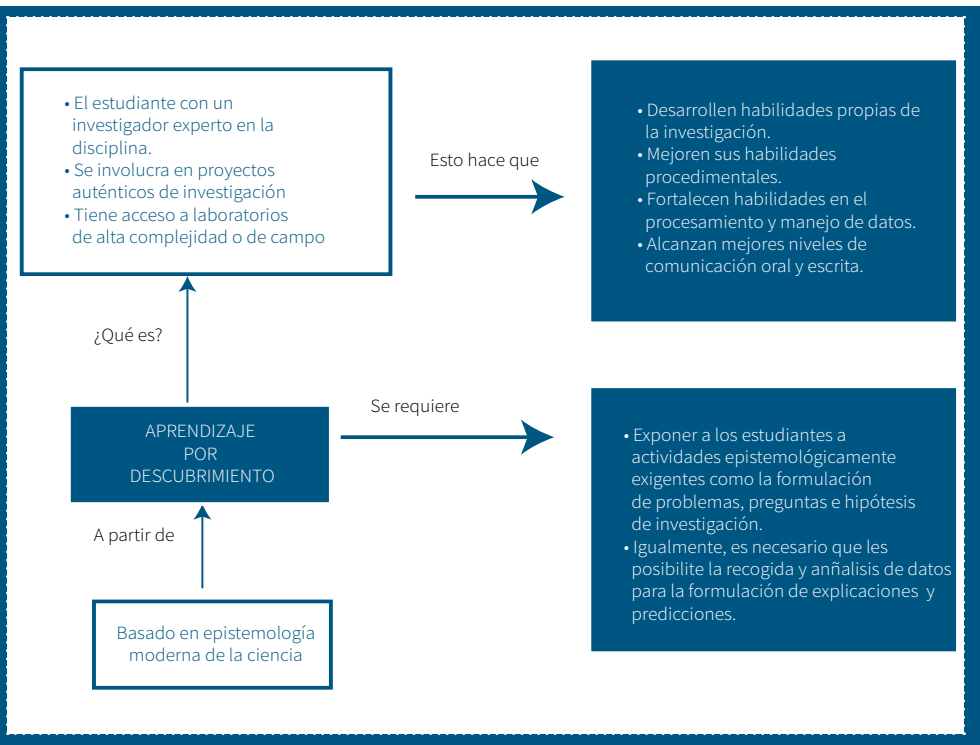
Los estudios que evalúan el aprendizaje por descubrimiento indican que, sin el apoyo de instrucción adicional, los conocimientos adquiridos en simulación son decepcionantes o poco claros.

3.2. APRENDIZAJE POR INVESTIGACIÓN DIRIGIDA

Es uno de los modelos que más ha calado en la enseñanza de las ciencias. Los puntos de vista que proponen la investigación como medio de enseñanza y aprendizaje no son nuevos y autores clásicos como Locke, Rousseau, Ferreri y Dewey ya formularon propuestas en tal sentido (Simonson et al., 2009). Esta propuesta presenta un enfoque didáctico que permite hacer uso de estrategias de aprendizaje activo para desarrollar en el estudiante competencias que le permitan realizar una investigación creativa en el mundo del conocimiento.

El propósito de incentivar la investigación dirigida es vincular los programas de investigación con la enseñanza. Esta vinculación puede ocurrir ya sea como parte de la misión institucional de promover la interacción entre la enseñanza y la investigación, como rasgo distintivo de un programa curricular, como parte de la estrategia didáctica en un curso, o como complemento de una actividad específica dentro de un plan de enseñanza.

Por consiguiente, con esta forma se buscan desarrollar los conocimientos, los procedimientos y las habilidades que permitan a los estudiantes desempeñarse dentro una investigación de carácter científico. Por su parte, el profesor actúa como asesor del trabajo científico y es quien requiere conocimiento disciplinar, conocimiento acerca de la ciencia y su metodología y conocimiento para dirigir a su estudiante a desarrollar todas las habilidades necesarias para formular y ejecutar trabajos de investigación. En el esquema 12 se presentan las principales características.

Esquema 12. *Aprendizaje por investigación dirigida*

Uno de los ejemplos más relevantes y que explica la investigación dirigida es la que realizan los estudiantes de posgrado debido a que trabajan estrechamente con la dirección de sus profesores, quienes en su mayoría son investigadores doctorales; además, estos estudiantes de posgrado trabajan en laboratorios de alta complejidad o sitios de campo, tienen acceso a alta tecnología para procesamiento de datos y son invitados a presentar a la comunidad científica sus resultados.

En un estudio crítico de literatura sobre el impacto de la investigación dirigida en la educación científica realizado por Sadler et al. (2010), se presentan diversas experiencias donde los estudiantes trabajan con un tutor experto en una disciplina en contextos auténticos de investigación, lo que ofrece un modelo muy diferente para la educación, especialmente en comparación con las clases tradicionales.

En ese estudio se encontraron varios informes en los cuales sugieren que los estudiantes pueden obtener una variedad de habilidades específicas desarrolladas en ni-

veles muy elevados de formación. Como resultado de este estudio Sadler et al. (2010) consolidaron y crearon categorías de habilidades susceptibles de fortalecerse a través de este modelo, tales como: proceso de investigación, comunicación que incluye las destrezas orales y escritas, habilidades técnicas como la manipulación de aparatos de laboratorio, conocimiento de informática, trabajo en equipo, trabajo independiente, destrezas de recuperación de información, comprensión de la literatura primaria, ética científica y habilidades estadísticas.

Además, el estudio desarrollado por Ryder et al. (1999) indagó sobre la relación entre el modelo de aprendizaje por investigación y el desarrollo del razonamiento científico; trabajaron con 11 estudiantes que participaron en experiencias de investigación dirigidos por un tutor. El análisis de resultados permitió concluir que aquellos estudiantes que participaron en actividades de investigación epistémicamente exigentes como el desarrollo de preguntas científicas y pruebas de la teoría con evidencia empírica lograron un mayor razonamiento científico que los estudiantes que se dedicaron a actividades epistémicamente menos exigentes como la recogida de datos, así emplearan protocolos bien establecidos.

Otra de las ventajas que presenta el aprendizaje por investigación es la motivación por aprender que se genera en los estudiantes a medida que se realiza el ejercicio investigativo. El estudio realizado por Feldon et al. (2010) en estudiantes de pregrado encontró que la falta de instrucciones explícitas en habilidades de investigación científica es un factor importante tanto para la baja retención estudiantil como para el bajo rendimiento académico. Este estudio demostró que los estudiantes que reciben instrucción tradicional fueron casi seis veces más propensos a retirarse de las carreras que los estudiantes que recibieron previamente instrucción investigativa y además presentaron niveles de rendimiento significativamente más altos en las habilidades de discusión y escritura de informes de laboratorio; igualmente, presentaron mejores actuaciones durante la observación, análisis de los datos, elaboración de conclusiones válidas, consideración de las limitaciones del diseño experimental y las implicaciones de la investigación.

Los estudios realizados por López (2002) y Sorensen et al. (2018) corroboran el planteamiento anterior puesto que estas investigaciones desarrollaron un modelo para la enseñanza de fenómenos a partir de la realización de experimentos con la ayuda de auxiliares didácticos. Estos estudios concluyen que los laboratorios se pueden convertir en escenarios de investigación dirigida. Para esto es necesario que antes de la realización de los experimentos los estudiantes formulen hipótesis ya que solamente se tiene verdadero desarrollo conceptual si se tienen en cuenta

las relaciones intrincadas entre los varios conceptos que son relevantes para tratar determinada clase de situaciones y que pueden explicar el fenómeno estudiado.

Este desarrollo, según Sorensen et al. (2018) no puede hacerse solo en la vertiente de los lenguajes simbólicos utilizados en la comunicación y en la operación sobre los propios conceptos; tienen que ser también concomitantes con la acción de los sujetos sobre las situaciones físicas y en la extensión y estructuración de propiedades, relaciones y reglas de acción relativas a los conceptos que se utilizan y reconocen. De esta forma, la actividad experimental, en sentido amplio, tiene nuevos contornos y su implantación en el aula virtual sitúa nuevas potencialidades y desafíos.

Seymour et al. (2004) describieron los beneficios que a percepción de los estudiantes se obtienen cuando se trabaja con proyectos de investigación dirigida para el aprendizaje de conceptos científicos. Entre ellos encontraron: ganancias personales / profesionales (28 %); pensar y trabajar como un científico (28 %), ganancias en varias habilidades como el procesamiento de datos y aplicación de estadística (19 %), aclaración / confirmación de planes de carrera, incluida la escuela de posgrado (12 %), preparación mejorada para la carrera / posgrado (9 %), cambios en las actitudes hacia el aprendizaje y el trabajo como investigador (4 %) y otros beneficios (1 %).

El estudio realizado por Hughes (2019) es de interés para la aplicación del aprendizaje por investigación dirigida porque evaluó la implementación de cursos de investigación en 218 programas de pregrado en línea y mostró que dicho aprendizaje integrado en la investigación genera tres desafíos. En primer lugar, conceptualizar las habilidades de investigación y la progresión que los estudiantes deben alcanzar al finalizar su formación. En segundo lugar, la acumulación y el enriquecimiento de las habilidades de investigación no es fácilmente visible para los estudiantes por lo tanto se deben implementar actividades que permitan visibilizar estas habilidades, y en tercer lugar, se evidencia en estos programas la carencia de un sistema de soporte claro en todo el programa que permita el seguimiento continuo de las habilidades. En consecuencia, los autores del estudio recomiendan realizar una mejora en el seguimiento de dichos programas y en las habilidades que desarrollan los estudiantes.

El desafío de los diseñadores instruccionales para las ciencias experimentales consiste en garantizar no solamente el aprendizaje de conceptos sino de metodologías de investigación y experimentales que desarrollen en los estudiantes las habilidades procedimentales que se requieren en un contexto real de investigación.

3.3. APRENDIZAJE COLABORATIVO EN CURSOS DE CIENCIAS EXPERIMENTALES EN AMBIENTES VIRTUALES

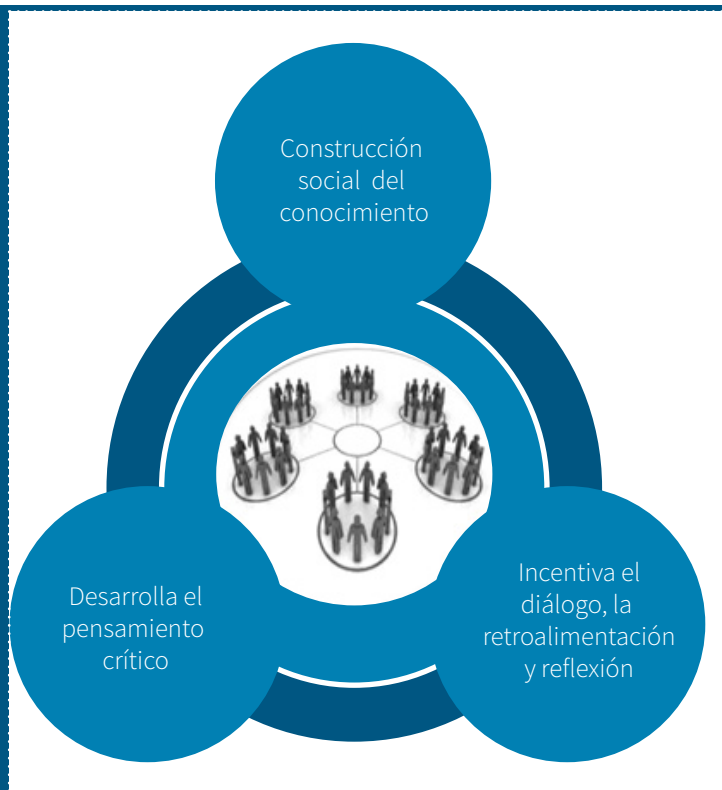
Luca y Oliver (2004) argumentan que en la enseñanza de las ciencias en ambientes virtuales, el aspecto social es muy importante para el aprendizaje por lo que se debe incentivar el diálogo, la retroalimentación y la reflexión. Nussbaum et al. (2008) establecen que el foro virtual favorece de manera significativa el desarrollo de diferentes formas y aspectos cognitivos, metacognitivos y comunicativos del pensamiento crítico en los estudiantes. Se considera que esta metodología promueve la confrontación de distintas ideas, desarrolla la capacidad de reflexión, demanda la consideración de los factores contextuales y estimula la habilidad para generar opinión, incrementa el grado de vigilancia en la oportunidad de utilizar su razonamiento avanzado, acentúa la conciencia de repensar sus ideas antes de expresarlas y genera el sentido crítico más oportuno.

Gao et al. (2010) afirman en este mismo sentido que la colaboración conduce a mejores resultados de aprendizaje que el trabajo individual y la comunicación eficaz es de importancia esencial para ambientes de aprendizaje virtual. Estos autores diseñaron un entorno de aprendizaje colaborativo en un curso de física experimental para múltiples usuarios, donde se consideraron módulos de apoyo pedagógico para ayudar a los estudiantes a hacer los preparativos para los experimentos reales. El estudio examinó las actitudes de los estudiantes hacia los módulos, que fueron encuestados y analizados. Los resultados mostraron que los módulos de cursos en colaboración pueden conducir a mejores resultados del aprendizaje y que generan una comunicación eficiente.

Siguiendo esta línea investigativa, Jara et al. (2012) idearon laboratorios virtuales y remotos colaborativos (VRL) como recursos de aprendizaje electrónico que mejoren la accesibilidad de los montajes experimentales en el marco de la educación a distancia. Para estos autores, la comunicación de colaboración en línea representa una superación de prácticas y un método constructivista para transmitir el conocimiento y la experiencia por parte del profesor a los estudiantes; por tanto, para estos investigadores la integración de ambientes de aprendizaje en forma de colaboración dentro de VRL se presenta como espacios de aprendizaje muy deseados en la educación a

distancia que permiten al usuario compartir experiencias prácticas mientras trabajan en colaboración a través de internet. En el esquema 13 se representa la importancia de la puesta en común durante el proceso de aprendizaje.

Esquema 13. *La interacción dialógica*



Nota. *La interacción dialógica incentiva, la retroalimentación, la reflexión y el pensamiento crítico.*

Sin embargo, algunos autores como Peñaloza, García y Espinoza (2011) realizaron un análisis sobre investigaciones en aprendizaje colaborativo en línea, donde se demuestra que en este contexto, los estudiantes no llegan a los niveles de negociación de significados que supone un aprendizaje profundo. Las conclusiones a las que llegan en este trabajo demuestran que las categorías que denotan la reconceptualización y la modificación de posturas individuales de aprendizaje no suceden; al contrario, se presentan repeticiones de ideas, parafraseo de fragmentos bibliográficos o monólo-

gos seriales que implican la expresión de ideas desvinculadas de los planteamientos de otros compañeros.

Lo anterior, según San Millan, (2006) se puede explicar porque existen varios factores que alteran la discusión asíncrona, entre las que se encuentran: primero, el diálogo carece de sentido de comunidad; segundo, la falta de una orientación permanente que puede llevar a malentendidos y malas interpretaciones; y tercero, los múltiples y simultáneos mensajes que pueden resultar confusos para seguir la comunicación y responder adecuadamente. Al respecto, Peñaloza, García y Espinoza (2011) proponen la necesidad de estructurar modelos que no solamente permitan orientar la discusión en línea sino evaluar las intervenciones.

Byman, Jarvela y Hakkinen (2005) indican que la mayoría de los estudios acerca del aprendizaje colaborativo en línea se enfocan en patrones de comunicación y en características discursivas de la interacción conjunta, pero han ignorado la comprensión recíproca que involucra un conocimiento compartido mutuamente.

En este sentido, la propuesta de Ortiz y Fernández (2016) consiste en considerar dentro del diseño instruccional la orientación de los foros a partir de códigos de argumentación que los estudiantes puedan seguir en una línea dialógica con el fin de que puedan debatir sobre los fenómenos científicos estudiados y a la vez puedan formular consensos científicos desde la valoración fundamentada en los aportes realizados por sus compañeros de foro.

3.4. ESTRATEGIA PARA LA ENSEÑANZA DEL RAZONAMIENTO Y ARGUMENTACIÓN CIENTÍFICA

Investigadores como Kollar et al. (2010) plantean que uno de los retos más importantes en la actualidad en la enseñanza de las ciencias consiste en diseñar ambientes virtuales para el aprendizaje de la ciencia, la tecnología y la ingeniería que permitan a los estudiantes explorar los fenómenos científicos y los problemas de la misma manera que los profesionales en estas áreas.

Al respecto, la formación en argumentación es una estrategia que ha cobrado mucho interés dentro de la comunidad dedicada al estudio de la didáctica de las ciencias ya que para muchos autores el desarrollo del pensamiento científico se encuentra íntimamente ligado al desarrollo de procesos estructurados de argumentación. Sin embargo, en ambientes virtuales de aprendizaje es un tema relativamente nuevo y se constituye en un reto para el diseñador Instruccional. El desafío para desarrollar este tipo de entornos es integrar los fundamentos de las teorías del aprendizaje, las características epistemológicas de la ciencia y las secuencias instruccionales de manera que se garantice la efectividad del aprendizaje científico y el desarrollo de las habilidades argumentativas en los estudiantes.

Ortiz y Fernández (2016) propusieron una estrategia didáctica basada en la argumentación dialógica (ABAD) para un curso virtual de biotecnología la cual consta de cuatro etapas:

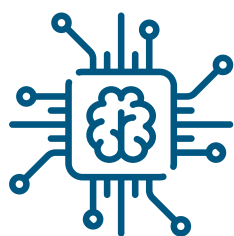
- 1. Etapa de fundamentación científica.** Esta etapa tiene como propósito que los estudiantes antes de ingresar a una discusión tengan la suficiente claridad conceptual para participar en el foro asertivamente. Se orienta la conceptualización a partir de preguntas sobre el tema específico con diferentes niveles de complejidad que van desde la definición de conceptos al análisis y aplicación de los mismos. En esta etapa se hace uso de todos los recursos didácticos tanto para la fundamentación teórica como procedimental.
- 2. Etapa de argumentación.** Durante esta etapa se busca que los estudiantes fundamentan primero de forma individual la solución a un problema científico. Se orienta a que los estudiantes sustenten su ponencia realizando un análisis de la evidencia empírica y la relacionen con la teoría estudiada en la etapa anterior. Por consiguiente, se busca que se le dé un significado y aplicabilidad al conocimiento a la vez que se desarrolla su capacidad para el desarrollo de argumentos basados en la evidencia.
- 3. Etapa de evaluación de los argumentos y contraargumentación.** Esta etapa se realiza dentro de los foros de trabajo colaborativo para que cada estudiante exponga su ponencia y sea sometida a valoración de sus compañeros. Se orienta a la formación de habilidades de contraargumentación con base en la evaluación de la evidencia y por consiguiente se busca que los estudiantes comprendan que el avance del conocimiento científico se produce según la fortaleza

y la rigurosidad con que se construyen las explicaciones científicas. Es decir, da cuenta de la naturaleza epistemológica de la ciencia.

- 4. Construcción del consenso científico.** En esta etapa se busca que se lleve a cabo la argumentación dialógica dentro del grupo colaborativo, de tal manera que en el proceso de argumentación y contraargumentación los estudiantes articulen la solución del problema a partir de premisas que admitan consenso, es decir, que puedan ser comprendidas, evaluadas y que se correspondan con la solución del problema expuesto.

Los resultados de la investigación demostraron que los estudiantes tienen altas dificultades para argumentar desde la evidencia científica; sin embargo, se demostró que si se les dan orientaciones precisas de codificación para argumentar, contraargumentar y llegar a consenso científico, sus habilidades argumentativas, conceptuales y de comprensión epistemológica de la ciencia aumentan considerablemente.

Como se puede evidenciar en los párrafos anteriores, la educación científica en ambientes virtuales de aprendizaje requiere la investigación constante en estrategias didácticas que, en conjunción con plataformas y herramientas tecnológicas, estimulen el desarrollo del pensamiento científico y las habilidades procedimentales que se requieren para el estudio de las ciencias y la ingeniería.



El desafío para desarrollar este tipo de entornos es integrar los fundamentos de las teorías del aprendizaje, las características epistemológicas de la ciencia y las secuencias instruccionales de manera que se garantice la efectividad del aprendizaje científico y el desarrollo de las habilidades argumentativas en los estudiantes.

4

CAPÍTULO 4

RECURSOS TECNOLÓGICOS COMO HERRAMIENTAS DIDÁCTICAS EN CURSOS DE CIENCIAS EXPERIMENTALES

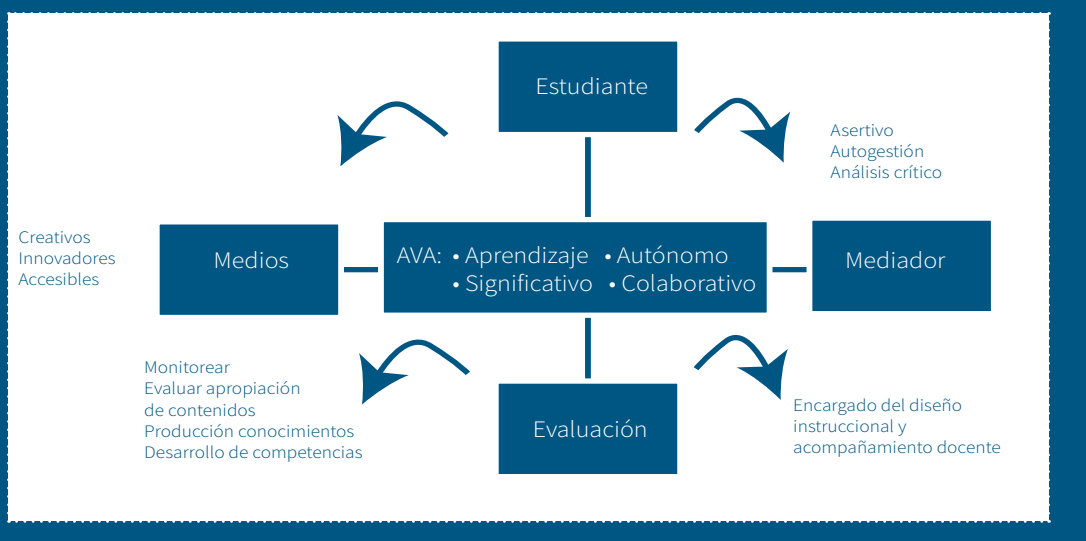
POR: CLEMENCIA ÁLAVA VITERI Y

FEDRA LORENA ORTIZ BENAVIDES

Los ambientes virtuales de aprendizaje (AVA) se constituyen en el espacio donde se gestiona el aprendizaje y en el que intervienen varios actores: estudiante, docentes, contenidos educativos, estrategia didáctica, recursos didácticos y evaluación, como elementos dinamizadores del aprendizaje del estudiante; estos elementos, en conjunto, se convierten en el escenario donde finalmente sucede el aprendizaje y se adquiere el conocimiento que pueda ser posible aplicar en contexto. Barajas (2009) sostiene que los AVA podrían entenderse como un sistema estructurado por subsistemas que trabajan por un objetivo común: el aprendizaje. En este sentido, a los AVA les corresponde ser dispositivo facilitador del escenario donde el estudiante desarrolla su proceso de aprendizaje y las competencias que le permitirán un desempeño idóneo. Para ello, el ambiente de aprendizaje debe permitir un acceso a la información de manera sencilla, rápida y diversa.

La información puede darse a través de material escrito, audios, animación gráfica, videos, simulaciones, laboratorios virtuales, conferencias y diálogos abiertos en espacios síncronos y asíncronos que posibilitan la interacción permanente de los actores involucrados y la formación de comunidades de aprendizaje. En toda esta interacción colectiva se propicia que el estudiante desarrolle habilidades generales como la indagación, la creación, la deliberación, el juicio crítico, el consenso y, por supuesto, las competencias digitales a medida que se realice un uso crítico y acertado de las TIC como herramienta para el aprendizaje, desempeño y comunicación.

Es importante, entonces, en todo este proceso el papel del docente, quien es el encargado del diseño instruccional, que hace referencia a la manera como se planea el acto educativo e involucra la definición de los objetivos, propósitos de formación, competencias, diseño de actividades, estrategias pedagógicas, propuesta de recursos didácticos, planeación de actividades y el mecanismo de seguimiento, evaluación y realimentación, convirtiéndose en el canal facilitador entre el estudiante, los medios y la evaluación Cortés (2017). La estructura de un AVA se muestra en el esquema 14.

Esquema 14. *Relación entre los elementos de un AVA*

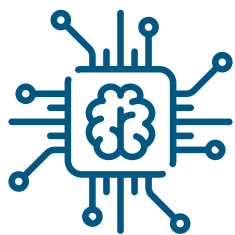
Nota. *Relación de los elementos que configuran la funcionalidad didáctica de un AVA.*

El propósito de los recursos didácticos es permitir y facilitar el desarrollo de una estrategia pedagógica y con ello se espera que los resultados del aprendizaje de los estudiantes sean efectivos. Estos recursos dispuestos en AVA se encuentran soportados en las TIC, que permiten acceder a una abundante información presentada en diversos medios tecnológicos como videos, infografías, blogs, libros electrónicos, artículos, simuladores, laboratorios virtuales, recursos de ofimática y de comunicación. Todos estos recursos, dependiendo de su complejidad, se encuentran alojados en la web como mecanismo utilizado para la transferencia de información y prestación de servicios desde las páginas web. Esta se ha ido modernizando a través del tiempo y cada vez son más diversos y completos los servicios que presta a los usuarios. A continuación, se realiza un recorrido por la evolución que ha tenido la web en cuanto a las innovaciones tecnológicas para el manejo de la información:

Web 1.0: En este ciberespacio solo era posible acceder a textos planos, disponibles para lectura sin que se pudiera interactuar; en esta web es familiar encontrar navegadores como Internet Explorer y Netscape Navigator. Ejemplos de herramientas características de la web 1.0 son las páginas web, los libros en línea y los formularios en línea que son enviados a través del correo electrónico.

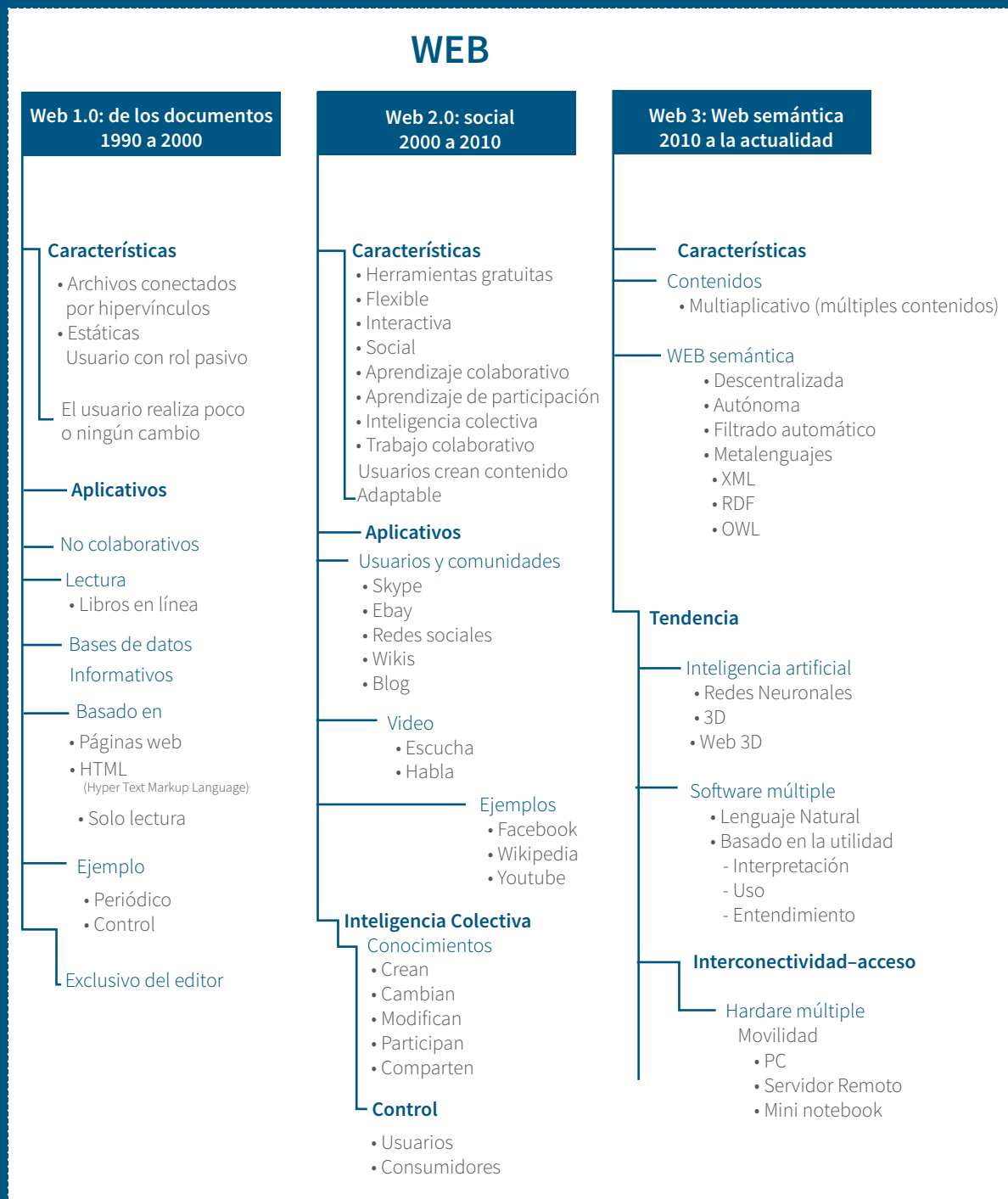
Web 2.0: Avanza con la posibilidad de que los usuarios tengan una participación más activa y no solo accede a la información, sino que también puede diseñarla, manipularla y controlarla. Las redes sociales también incursionan en este formato y hacen que la interacción colectiva sea fuertemente impulsada propiciando el acceso a fuentes que transmiten y reciben conocimiento. Los usuarios de estos recursos comparten, crean, modifican, colaboran e interactúan en función de la generación del conocimiento. La web 2.0 estandariza el lenguaje para facilitar el acceso, la comprensión y la usabilidad de los recursos. Ejemplos de recursos disponibles en la web 2.0 son los blogs, las páginas web creadas por los usuarios, los recursos ofimáticos, escuchar y hablar a través de redes sociales, plataformas tecnológicas y dispositivos móviles.

Web 3.0: Es llamada en algunos escenarios como la red semántica o web inteligente; allí se pueden encontrar datos en cualquier lengua y en formatos para todo tipo de *software*, lo que permite acceder a la información por múltiples caminos y aplicaciones rápidamente como dispositivos móviles u otro tipo de dispositivos a las cuales pueden acceder las personas con discapacidades o que utilizan otros idiomas, sin necesidad de cambiar datos. En la Web 3.0 es predecible encontrar tecnologías de la inteligencia artificial, web geoespacial y web de la nube, por lo que se abre un mundo de posibilidades para el intercambio de información, acceso y generación del conocimiento. Las características de la Web 1.0, 2.0 y 3.0 se pueden visualizar en el siguiente esquema.



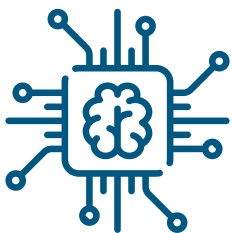
El propósito de los recursos didácticos es permitir y facilitar el desarrollo de una estrategia pedagógica y con ello se espera que los resultados del aprendizaje de los estudiantes sean efectivos.

Esquema 15. Características de las web 1,0, 2.0 y 3.0



Lo anterior indica que las nuevas tecnologías en los AVA adquieren un papel importante porque permiten adquirir, almacenar, manipular y procesar información para la producción del conocimiento. Moncada (2013) manifiesta que la inclusión de recursos tecnológicos hace que los procesos de enseñanza-aprendizaje sean más dinámicos, creativos y novedosos, pero también deban ser de mayor calidad y centrados en las necesidades de la sociedad y el contexto donde se desenvuelven los individuos. Los AVA con el uso de las TIC también propician la autogestión del conocimiento y el aprendizaje autónomo, colaborativo y significativo. También es un espacio que promueve la cooperación entre las diferentes comunidades académicas a través del intercambio de información, de experiencias y desarrollo de procesos de investigación. Lo anterior se resume en el esquema 16.

Esquema 16. *Las TIC en la socialización del conocimiento*



Los AVA con el uso de las TIC también propician la autogestión del conocimiento y el aprendizaje autónomo, colaborativo y significativo.

Las TIC como parte de los AVA, entonces, tienen una funcionalidad que permite posibilitarlos como escenario propicio donde se produce, confirma y comparte el conocimiento porque dinamizan el proceso de aprendizaje y fomentan un nuevo proceso de enseñanza-aprendizaje, lo que demanda una necesidad de formación didáctica-tecnológica de los docentes, un sistema educativo flexible acorde a las demandas de la sociedad e innovaciones tecnológicas al servicio de la educación como un derecho universal.

4.1. RECURSOS DIDÁCTICOS EN AVA CON EL USO DE LAS TIC

Los recursos didácticos se consideran como aquellas herramientas que se diseñan para facilitar el proceso de enseñanza por parte del docente y de aprendizaje por parte del estudiante. Estos recursos permiten la organización de la información que se quiere transmitir dentro del proceso de formación de los estudiantes despertando interés en los contenidos y guiando en el desarrollo de las actividades. El recurso didáctico interviene en la construcción del conocimiento porque dinamiza la estrategia pedagógica dentro del andamiaje del proceso de aprendizaje. Los recursos didácticos también contribuyen a que en el diseño microcurricular de un programa y hace posible materializar sus propósitos de formación.

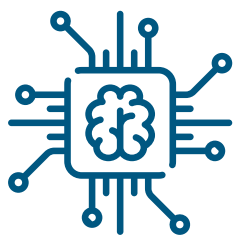
En los AVA es predecible que los recursos didácticos sean diseñados con el uso de las TIC, de manera que se convierten en herramientas que presentan la información de manera dinámica e interactiva con el uso de símbolos, imágenes, videos, sonidos y con flexibilidad para interactuar con el dispositivo de manera que se propicia en el estudiante pensamiento crítico sobre los contenidos que se revisan en estos recursos, lo que permite fortalecer desde lo cognitivo competencias procedimentales, interpretativas, argumentativas y las comunicativas como medio para desarrollar las anteriores; todas ellas propias de la gestión del conocimiento transferible a un contexto y con posibilidades de generar pensamiento crítico y, en algunos casos, para resolver problemas con alternativas de solución viables y desarrollables.

Los recursos didácticos deben cumplir ciertas características de diseño con el fin de que cumplan los requisitos desde el ámbito educativo. El recurso didáctico como

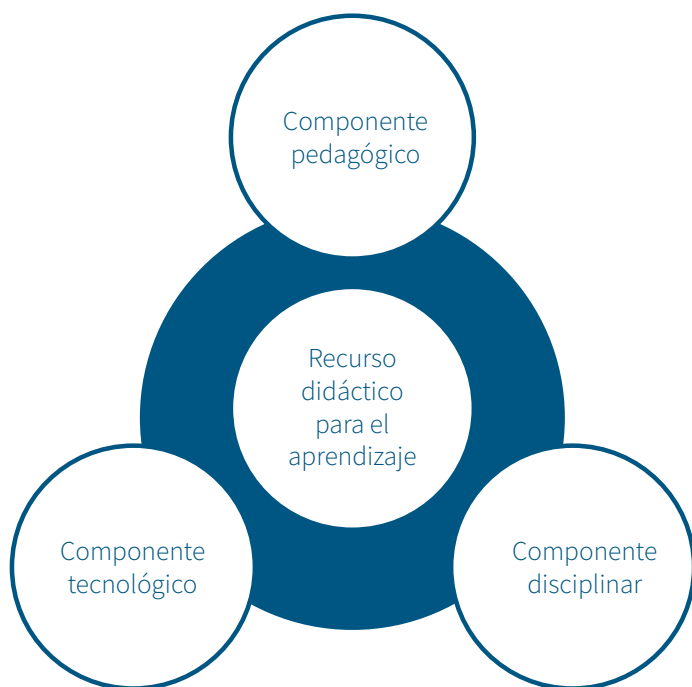
tal debe tener un mensaje explícito y evidenciar claramente qué es lo que se quiere transmitir al estudiante; es una guía instruccional que muestra el paso a paso para su utilización y debe indicar qué tipo de actividades deben desarrollarse y cuáles son los productos entregables. También, deben plantear la posibilidad de que se realicen procesos de evaluación. Desde lo técnico y de diseño, el recurso didáctico debe ser de fácil acceso, amigable o sencillo en su manejo y tener un diseño creativo que llame la atención del estudiante o de la persona que va a utilizar el recurso didáctico.

En el diseño de estos recursos en AVA es importante retomar a García et al. (2012), quienes manifiestan la relevancia del papel que tiene el docente, el cual debe ser creativo e innovador en el diseño de estos materiales con el fin de que despierten el interés del estudiante, faciliten y promuevan el aprendizaje autónomo, pero que también permitan la interacción con los compañeros de grupo para analizar, socializar, discutir y llegar a la construcción y apropiación del conocimiento de una manera eficaz. Así, el docente está condicionado a mantener siempre una actitud propositiva e innovadora dado que las TIC están en continuo avance tecnológico.

El docente que diseña el recurso debe tener en cuenta tres componentes importantes que se interrelacionan y articulan entre sí guardando un equilibrio entre ellos para lograr que el material diseñado cumpla con el propósito para el cual fue creado. Los elementos son: pedagógico, tecnológico y disciplinar. Es muy necesario que desde lo pedagógico el docente tenga las bases metodológicas que le permitan estructurar según los propósitos de formación que se requieren alcanzar. El componente tecnológico es importante porque del conocimiento en el manejo de las TIC se desarrollará un material novedoso, creativo, que llame la atención del estudiante y que sea fácil y amigable en su manejo. El componente disciplinar es necesario porque todos los elementos del aprendizaje se encuentran ligados a un microcurrículo y, por ello, es necesario tener en cuenta las bases de la disciplina para que el diseño del recurso didáctico sea integral en la contribución a la formación del estudiante. Lo anterior se ve representado en el esquema 17.



Los recursos didácticos se consideran como aquellas herramientas que se diseñan para facilitar el proceso de enseñanza por parte del docente y de aprendizaje por parte del estudiante.

Esquema 17. *Componentes para el diseño de un recurso didáctico*

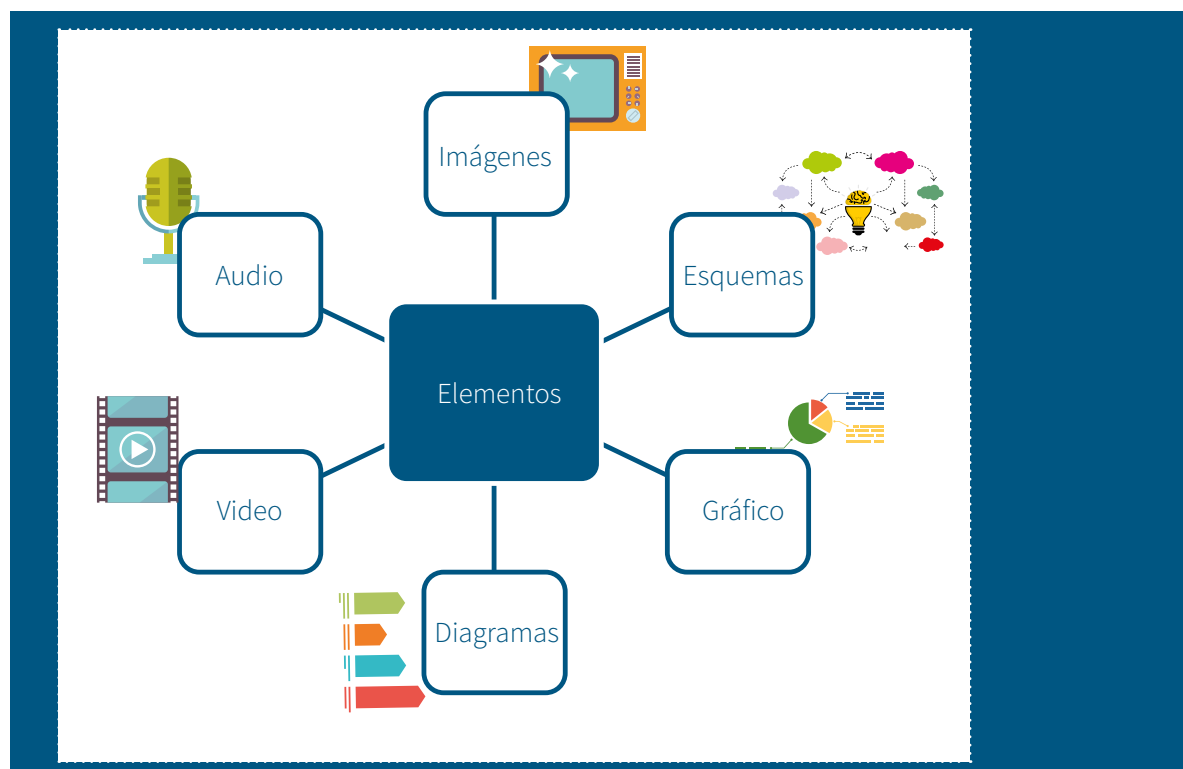
4.2 TIPOS DE RECURSOS DIDÁCTICOS EN AVA

Los recursos didácticos son diversos y pueden ser utilizados y diseñados en diferente grado de complejidad dependiendo de la innovación tecnológica que se le imprima; sin embargo, es necesario tener en cuenta que esto no limita la calidad del recurso porque depende del fin con el cual se diseñe y el propósito que se pretenda con este, teniendo en cuenta que el recurso didáctico se relaciona estrechamente con el dispositivo pedagógico que el diseñador tenga pensado utilizar en el proceso de enseñanza-aprendizaje. Son válidos los textos planos, las gráficas, los audios o los videos porque cada uno de estos es diseñado con una intención particular. Se presenta a continuación una serie de recursos didácticos que son utilizados en AVA que dinamizan la enseñanza-aprendizaje y que utilizan las TIC como soporte para su diseño e implementación en cursos de ciencias experimentales.

Presentaciones multimedia. Son recursos que tienen en su diseño una combinación de texto, gráficos, animaciones, audios y videos a los cuales se tiene acceso a través del computador u otro medio electrónico que permita acceder a la información. La multimedia ofrece diversas posibilidades de diseño y son utilizados para facilitar el proceso de enseñanza-aprendizaje. Según EcuRed (2018), que es un proyecto de enciclopedia en red del gobierno de Cuba, los materiales didácticos multimedia orientan y motivan el aprendizaje en los estudiantes por cuanto despiertan el interés en los contenidos que presentan porque el uso de la tecnología para su diseño permite que el recurso tenga diversas maneras de experimentación didáctica e innovación en el aula.

En el esquema 18 se muestran algunos de los elementos que son tenidos en cuenta en las presentaciones multimedia como colores, textos, imágenes, sonidos, enlaces, los cuales dependiendo de la creatividad y el manejo de las TIC dan como resultado un producto novedoso, creativo, que despierta el interés y motiva a continuar indagando sobre el tema tratado.

Esquema 18. *Elementos utilizados en presentaciones multimedia*



4.2.1. OBJETO VIRTUAL DE APRENDIZAJE (OVA)

Son diversas las definiciones que sobre los objetos virtuales de aprendizaje se tienen y en algunas se incorporan elementos que complementan el concepto; en otras el alcance puede ser diferente. La coincidencia de estos conceptos es que los OVA se relacionan estrechamente con el proceso de aprendizaje de un estudiante, que utilizan a las TIC como medio para su diseño y desenvolvimiento y que su propósito es el de ser mediadores pedagógicos que promueven el aprendizaje autónomo, colaborativo y significativo además de permitir incorporar la evaluación del aprendizaje. A continuación, se presentan algunas definiciones presentadas por autores consultados sobre este particular.

Según García (2005), un OVA puede ser un recurso multimedia que presenta contenidos, gráficos, tablas, audios con explicaciones, videos, cálculos matemáticos, hipervínculos y diversas formas de presentar la información dependiendo del formato que el diseñador quiera utilizar para su creación. La característica particular es que un OVA es el mediador pedagógico y posibilita desarrollar una estrategia pedagógica que se haya planeado para el acto pedagógico. Se encuentra ubicado dentro del espacio que desarrolla el ambiente virtual de aprendizaje.

Según el Ministerio de Educación Nacional (MEN), un objeto virtual de aprendizaje es “un recurso digital que puede ser reutilizado en diferentes contextos educativos. Pueden ser cursos, cuadros, fotografías, películas, vídeos y documentos que posean claros objetivos educacionales, entre otros” (Ministerio de Educación Nacional, 2006). Además, debe estar constituido por tres elementos: contenidos, actividades de aprendizaje y herramientas de contextualización. Se caracteriza por tener una estructura de información externa que corresponde a los metadatos para su almacenamiento, identificación y recuperación.

Enríquez (2014, citada en Bravo, 2016) señala que los OVA son recursos digitales que apoyan la educación y pueden reutilizarse constantemente, cuyo contenido mínimo consiste en un objetivo, una actividad de aprendizaje y un mecanismo de evaluación. En esa misma línea, Callejas et al. (2011, p. 178, citados también por Bravo, 2014, p.15) proponen que todo material digital, distribuido o consultado a través de internet, estructurado de una forma significativa y asociado a un propósito educativo, puede ser considerado como un OVA.

Los OVA a través del tiempo y a medida que avanza la innovación tecnológica también van teniendo reformas novedosas en su presentación, lo cual ha sido de especial importancia porque el propósito de este recurso es ligarlo o articularlo a los procesos educativos y potenciarlos en procura de mejorar la calidad del aprendizaje. Desde lo pedagógico, estos recursos promueven el pensamiento crítico, la reflexión, la toma de decisiones y el aporte en la solución de problemas. (Cabrera et al., 2016).

Los OVA facilitan el desarrollo de estrategias pedagógicas contribuyendo a comprender más fácilmente un contenido, convirtiéndose en un mediador pedagógico diseñado con un propósito de aprendizaje específico. Lo anterior prevé que un OVA facilita el proceso de aprendizaje y puede contribuir con mejorar la calidad del mismo Castañeda (2104). Las anteriores definiciones de OVA inmerso en un ambiente virtual de aprendizaje (AVA) se resumen en el esquema 19.

Esquema 19. *Características de un OVA*



4.2.2. ASPECTOS POSITIVOS Y LIMITANTES QUE PUEDEN TENER LOS OVA EN LOS PROCESOS DE ENSEÑANZA-APRENDIZAJE

Investigaciones que se han trabajado sobre el diseño de OVA como herramienta para mediar procesos de enseñanza-aprendizaje presentan resultados favorables y conclusiones satisfactorias sobre la experiencia desarrollada. Algunas de ellas extraídas de especialmente de proyectos de grado que tomaron como referencia trabajos en el aula de clase para cursos o asignaturas del área de las ciencias básicas de la educación media y también de ciencias básicas de programas de ingeniería presentan como relevantes las siguientes conclusiones que pueden considerarse como aspectos positivos:

El desarrollo de la estrategia didáctica propuesta inmersa en el entorno virtual de aprendizaje (EVA) para su gestión permitió a los estudiantes comprender diferentes conceptos, aplicarlos y desarrollar competencias matemáticas direccionadas hacia el pensamiento aleatorio (Jaramillo y Quintero, 2014).

Cuando se aplicaron estrategias que conllevaban la resolución de problemas de química inorgánica y orgánica en ambientes de laboratorio con ayuda de las TIC se observó un mejor desempeño en los estudiantes en el curso; además, a medida que se desarrollaba la estrategia, los estudiantes presentaron mayor interés en el uso del recurso y empezaron a dedicar más tiempo al estudio y a realizar trabajo autónomo (Ramírez, 2017).

Aun cuando el docente requiere de indagación, creatividad, dedicación y manejo satisfactorio de las TIC para el diseño de los recursos didácticos en AVA, se observó que estos contribuyeron a la profundización y comprensión de conceptos, así como al desarrollo de ejercicios y la facilidad de relacionarlos con el contexto; también se promovió el interés por la lectura y el trabajo en equipo utilizando especialmente herramientas como el chat y el correo electrónico. (Cortés, 2017).

El OVA como mediador pedagógico se constituye en una herramienta de apoyo para el trabajo del docente dado que facilita que los estudiantes tengan una mayor comprensión en el tema para el cual se desarrolló el recurso: la materia y sus propiedades. Esto permitió que los estudiantes desarrollaran actividades sincrónicas y asincrónicas sin que el docente estuviera acompañándolos de manera permanente, lo que evidenció que los estudiantes tuvieron la capacidad de construir su propio conocimiento que se mantiene en el tiempo. El OVA facilitó que los estudiantes mejoraran sus conocimientos previos sobre el tema (Castañeda, 2014).

El uso de OVA en el curso de física de ondas del programa de Ingeniería de Sistemas permitió que los estudiantes trabajen a su propio ritmo, fortalezcan los canales de comunicación con el profesor y compañeros de grupo, además de promover el trabajo colaborativo y significativo. Al docente le permitió acompañar y monitorear más ágilmente el proceso que llevaba el estudiante y estandarizar contenidos para un uso extendido y mediar favorablemente el proceso de enseñanza (Cabrera et al., 2016).

Se esperaría que, en general, el uso de OVA en el proceso de enseñanza-aprendizaje trajera únicamente ventajas; sin embargo, es posible que se presenten limitantes para docentes y estudiantes como:

Para los estudiantes:

- No se cuenta con acceso a la red de internet para acceder a aquellos dispositivos que requieren ser trabajados en línea.
- Hay poco conocimiento y experiencia en el manejo de las TIC.
- El manejo del recurso tiene cierto grado de dificultad y requiere de un instructivo que no es de fácil comprensión porque requiere que se tengan conocimientos previos avanzados.
- Presenta dificultad para trabajar colaborativamente ya sea porque no tiene el hábito o porque no tiene facilidad de organizar el tiempo para el estudio colaborativo y otras actividades independientes. No se tiene el hábito para trabajar en equipo.

Para los docentes:

- Falta de experiencia en el diseño instruccional para incorporar el OVA a los procesos de enseñanza.
- Falta de experiencia en el diseño de OVA y manejo de las TIC.
- Lugar de trabajo con limitantes en el acceso a la red de internet.

- No contar con todos los recursos tecnológicos para el diseño de OVA.
- Falta de capacitación en diseño de estrategias pedagógicas con incorporación de TIC y de trabajo en AVA.
- Falta de capacitación de los docentes en el manejo de TIC y herramientas educativas.

Los OVA como recursos didácticos ofrecen múltiples posibilidades de innovación, creatividad y herramientas para la educación. Ejemplos ellos son los simuladores, los laboratorios virtuales, los laboratorios remotos, los videojuegos y los dispositivos móviles como herramienta que permite materializar el aprendizaje *m-learning*; de todos ellos se presentan a continuación algunas de las características que los identifican.

4.3. SIMULADORES CON FINES DIDÁCTICOS

Los simuladores son programas que se diseñan para representar el funcionamiento de una máquina, sistema o de un fenómeno antes de su construcción o utilización. Permite, entonces, representar escenas que podrían tenerse en contextos reales, presentados en un dispositivo electrónico, que comúnmente es el computador. Es una herramienta altamente interactiva que despierta el interés de sus usuarios porque les permite emular (simular) varias situaciones de manera consecutiva sin que se afecte el sistema real.

Al respecto, Galindo y Visbal (2007) definen la simulación desde el escenario educativo y aplicado a la medicina como la técnica por medio de la cual es posible manipular y controlar de manera virtual una realidad siguiendo una serie de pasos que permitan estabilizar, modificar y revertir un fenómeno que podría afectar diferentes estados del ser humano.

Shannon (1975, citado por Segovia, 2009) define simulación como:
 ... el proceso de diseñar un modelo de un sistema real y llevar a cabo
 experiencias con el mismo con la finalidad de comprender el compor-

: tamiento del sistema o de evaluar nuevas estrategias —dentro de los
: límites impuestos por un criterio o conjunto de ellos—, para el funciona-
: miento del sistema.

Lo anterior indica que si los resultados de experimentación con el modelo de la simulación son válidos, estos pueden ser transferidos al sistema real minimizando la posibilidad de que se produzcan errores o fallas en el contexto.

Los simuladores son ampliamente utilizados en otros campos de aplicación diferentes a las simulaciones de situaciones reales como por ejemplo, los que tienen como propósito establecer las causas que están generando una desviación respecto a un comportamiento teórico para determinar las posibles acciones que se deben realizar sobre el sistema porque lo conducirían a una determinada situación, para establecer niveles óptimos de proceso y así obtener mejores rendimientos y, por supuesto, para fines educativos.

En ese sentido Poole, 1997; Urbina, 2003; Fuentes y García, 2007, citados por Cabero y Costas (2016), manifiestan que los simuladores (*software* educativo) son aquella herramienta que tiene características particulares como: estar diseñados con una finalidad didáctica, utilizar el ordenador como soporte para que los estudiantes realicen las actividades, ser interactivos, promover el aprendizaje autónomo, tener la posibilidad de adaptar las actividades según las necesidades y el interés del usuario y ser de fácil manejo.

En cuanto al uso de los simuladores con fines educativos, Gargiulo y Gómez refieren que el inicio del uso de simuladores con fines educativos tuvo lugar en 1930 en la enseñanza de la aviación, donde se hacían simulaciones con máquinas que imitaban el funcionamiento del avión en diferentes situaciones que asemejaban ser reales con el fin de realizar el entrenamiento de los pilotos, situación que también terminaba por ser de entretenimiento. Los simuladores educativos también tuvieron inicios importantes en el campo de la medicina con la reproducción de casos clínicos donde los estudiantes podían realizar varias repeticiones y ensayos sin el riesgo de que se afectaran vidas humanas (Contreras y Carreño, 2012).

Las mismas autoras manifiestan la importancia de que los simuladores con fines educativos tengan algunas características de diseño en lo que tiene que ver con el *hardware* y *software* utilizado para la creación del recurso y, en ese sentido, dicen que el diseño debe contemplar una tecnología que asemeje el entorno de trabajo o la disciplina del estudiante para que a través de su uso los estudiantes puedan resolver problemas,

realizar proyectos de investigación orientados en casos reales y otras bondades como la posibilidad de desarrollar procesos de evaluación y permitir al docente realimentar el proceso de manera permanente. También dicen ellas que debe ser de fácil acceso y manejo y que sea una herramienta confiable para que sea posible experimentar sin que se tengan riesgos de perder información o generar fallas en el sistema. Otros aspectos que debe contemplar el simulador en su diseño es que refleje las diversas situaciones que puedan presentarse en la vida real y que incluya elementos de reto e innovación.

4.3.1. COMPONENTES DIDÁCTICOS DE LOS SIMULADORES

Hemos mencionado la utilidad de los simuladores y algunos requisitos de diseño que se considera deben tenerse en cuenta para que estos puedan ser catalogados como un recurso con fines educativos que entraría a formar parte de los OVA. Ahora mencionaremos algunas características que identifican a un simulador con fines didácticos.

Presentación del recurso didáctico. El simulador debe contener una introducción donde se realice una breve presentación de la herramienta, su propósito, las metas de aprendizaje y las competencias que se pretenden fortalecer o alcanzar. También es importante que ubique el simulador en cuanto a contenidos, la relación de estos con otros del programa (currículo), la importancia de los mismos y su aplicabilidad en el contexto. En términos generales, se podría considerar que esta parte inicial corresponde a la carta de presentación del simulador, así es que debe ser clara y concreta pero también debe despertar el interés del estudiante porque esta presentación le permite aproximarse a los conocimientos y habilidades que podrá adquirir cuando interactúe y trabaje con el simulador, así como también los saberes previos que debe traer a la mente para facilitar el aprendizaje.

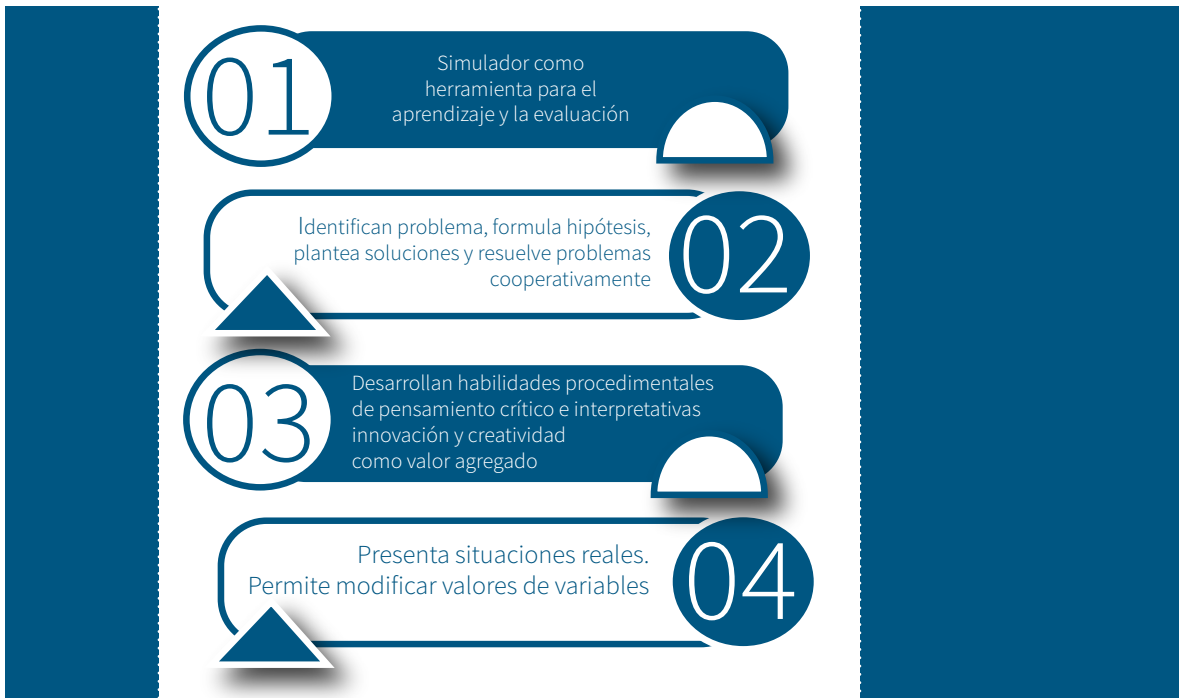
Presentación de las prácticas. Este elemento es muy importante porque debe tener una estructura lógica y secuencial en cuanto a las instrucciones de las diferentes simulaciones que realizará, la recolección de los datos y la presentación de la información (tablas, gráficos, imágenes etc.). Debe inducir al estudiante a que realice análisis, formulación de hipótesis, proponga soluciones y presente conclusiones argumentadas acompañadas de la confrontación con lo que las fuentes de información refieren sobre el tema trabajado. Es recomendable que las prácticas sucesivas vayan presentándose con diferentes niveles de complejidad, iniciando con aquellas que son sencillas e ir

avanzando en el grado de dificultad. Hay que indicar en qué momento el estudiante trabajará de manera autónoma y en cuál interactuará con sus compañeros de grupo para compartir, discutir, analizar, argumentar y concluir.

Evaluación. La evaluación tiene como propósito que el estudiante establezca el grado de cumplimiento de las metas de aprendizaje, identifique las fortalezas que encontró, pero también, los aspectos en los cuales puede fortalecerse. De esta manera, el simulador debe permitir que el estudiante realice actividades de evaluación como cuestionarios en línea, preguntas abiertas o ejercicios de aplicación, todos ellos con la posibilidad de tener una realimentación.

Presentación de recursos adicionales. Con el fin de facilitar la comprensión de las temáticas de estudio y sobre las prácticas desarrolladas, el simulador puede contener material escrito, videos, audios, bibliografía de material de consulta, sitios de interés en la red de internet que puedan ser visitados (páginas web) y otro material del que el estudiante pueda disponer en línea o descargarlo para revisarlo posteriormente. Las características de los simuladores con fines educativos se resumen en el esquema 20.

Esquema 20. *Características de los simuladores educativos*



4.3.2. COMPETENCIAS QUE SE DESARROLLAN CON EL USO DE SIMULADORES CON FINES DIDÁCTICOS

Dado que los simuladores son una herramienta que permite interactuar a los usuarios con tecnologías innovadoras, definitivamente promueve en los estudiantes el desarrollo de competencias digitales, el trabajo autónomo, la interacción con el colectivo, el trabajo en equipo y colaborativo y la posibilidad de autoevaluarse y evaluar a sus compañeros de grupo.

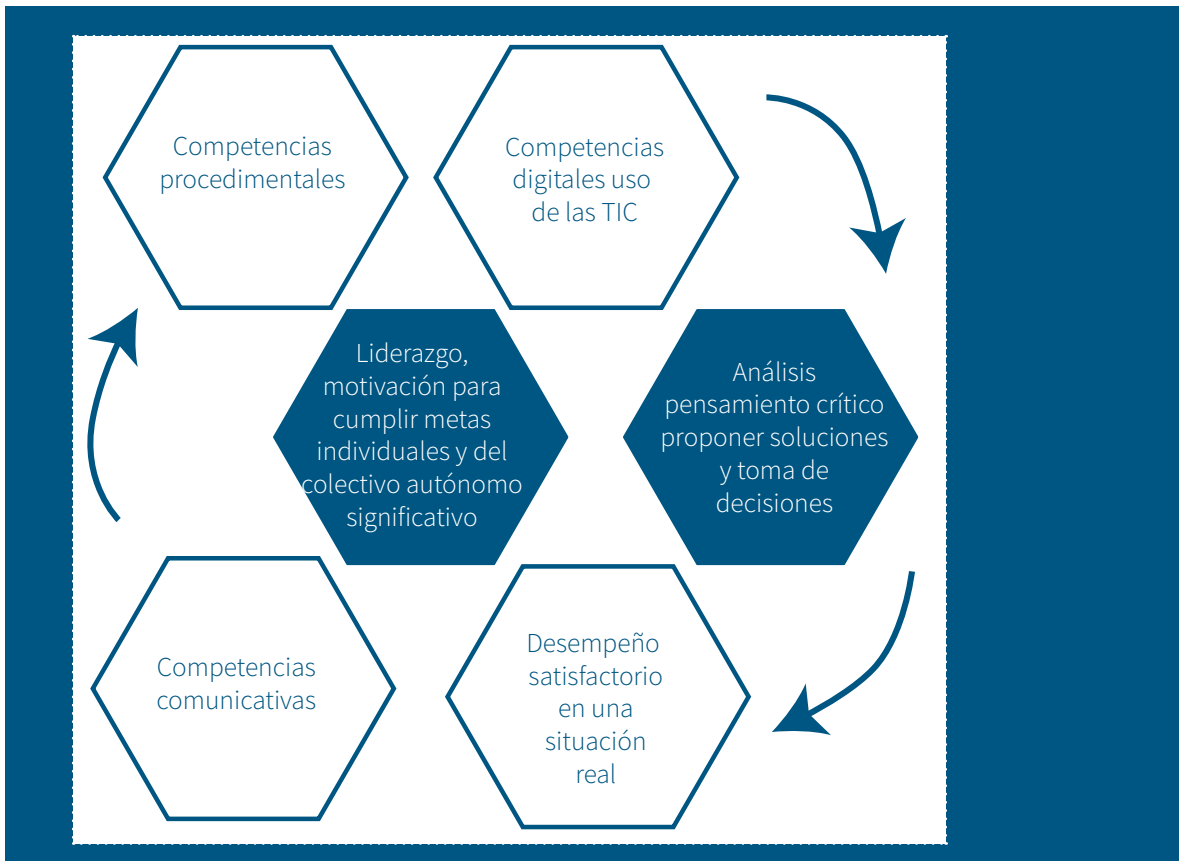
Otra de las habilidades factibles de desarrollar a través de los simuladores son las competencias procedimentales; así lo demostró la investigación realizada por Piña (2010), quien estableció los criterios para evaluar las habilidades procedimentales en un simulador de microscopía en un curso virtual de biología. Su estudio se demostró que los estudiantes alcanzan niveles avanzados en sus competencias procedimentales siempre que el instructor oriente a su desarrollo.

En lo que tiene que ver con las habilidades cognitivas, permite que los estudiantes recolecten ordenadamente la información, la analicen y estudien fenómenos a partir de los datos experimentales, los cuales después pueden confrontar con la teoría; así se genera pensamiento crítico, interpretación y argumentación con el fin de proponer soluciones a casos planteados. Lo anterior se suma al desarrollo de competencias procedimentales por cuanto se tienen variables de estudio determinadas para una situación específica que los estudiantes pueden manipular sucesivamente siguiendo una ruta de trabajo y obtener diferentes resultados susceptibles de analizar, concluir y definir.

Debido a que el estudiante se encuentra en interacción permanente con el simulador, tiene la posibilidad de realizar múltiples ensayos antes de que el experimento se lleve a cabo en un escenario real, lo que disminuye la posibilidad del error en este contexto. Lo anterior también le permite plantear diferentes hipótesis y confirmar o ajustar las simulaciones propuestas.

La participación activa del estudiante permite que adquiera confianza en la interpretación y toma de decisiones, lo que le brinda seguridad cuando tenga que enfrentarse a una situación real. Esto puede observarse en el siguiente esquema, que presenta claramente las competencias que desarrollan los estudiantes con el uso de simuladores en su proceso de aprendizaje.

Esquema 21. Competencias que se desarrollan con el uso de multimedia educativa



Se han mencionado aspectos positivos en los procesos de aprendizaje que se tienen con el uso de simuladores; sin embargo, los simuladores también pueden tener algunas debilidades o desventajas como:

- En algunos casos, la situación planteada en el simulador dista de la realidad, lo que puede llevar a tomar decisiones y construir conocimiento de manera incorrecta confundiendo al estudiante y disipando las metas de aprendizaje propuestas.
- El que se pueda repetir muchas veces un experimento sin que tenga un propósito definido o una propuesta estructurada para el manejo de variables y ensayos

sucesivos puede desencadenar que el estudiante caiga en lo mecánico con lo que pierde la posibilidad de que se dé un aprendizaje significativo.

Para finalizar, podemos decir que los simuladores son una herramienta valiosa en los procesos de aprendizaje, pero deben acompañarse de una guía estructurada, una estrategia pedagógica que sea desarrollada durante la dinámica del aprendizaje con este recurso, un diseño creativo, sencillo y asequible de la herramienta y que los estudiantes tengan saberes previos, un entrenamiento preliminar con el simulador como soporte para entrar a interactuar con él y obtener los resultados de aprendizaje planteados.

4.4. LABORATORIOS VIRTUALES Y LABORATORIOS REMOTOS

Dentro de la educación virtual se consideran una herramienta bastante útil en la formación de los estudiantes. Se emplean de manera complementaria a las prácticas presenciales que acompañan a varios cursos especialmente del área de ciencias básicas como también de los programas de ingeniería y del área de la salud.

Los laboratorios virtuales basan su diseño en los simuladores y se accede a ellos a través de un computador e internet. Es importante que su diseño se asemeje a un escenario físico que estuviera dotado de los equipos y materiales necesarios para el estudio de diversos fenómenos. Al igual que los recursos didácticos que se han mencionado anteriormente, su diseño involucra una guía juiciosamente elaborada con indicaciones que permitan al estudiante seguir el paso a paso del experimento y la toma de datos para su posterior análisis y conclusiones, así como ser de fácil acceso y navegabilidad.

Autores como Lorandi et al. (2011) manifiestan que las ventajas de estos recursos son diversas y en especial se centran la posibilidad que tiene el estudiante de realizar varios ensayos sin un riesgo ocupacional, trabajar de manera asíncrona con horarios flexibles, promover el aprendizaje autónomo y la toma de decisiones e inferir resultados e interpretaciones cuando cambia y manipula los datos de las variables de control. Así

también, los docentes pueden diseñar diversos experimentos innovadores que despiertan la motivación e interés de los estudiantes para continuar indagando sobre el tema de estudio. Para las instituciones educativas una ventaja corresponde a los bajos costos de instalaciones comparados con los laboratorios presenciales.

Como desventajas se tiene que el estudiante puede caer en ensayos repetitivos sin reflexión ni análisis, lo que hace que la herramienta se vuelva mecánica y sin posibilidad de que aporte en el proceso de aprendizaje del estudiante. Lo anterior puede solventarse en la medida en que el estudiante tenga un proceso de fundamentación previa sobre los contenidos abordados en las prácticas asistidas con el laboratorio virtual para que tenga claro hacia donde se direcciona la práctica virtual; también es muy importante que el recurso venga acompañado de instrucciones claras, con objetivos y metas de aprendizaje precisas para no desviar la atención del estudiante. Un limitante que puede darse es que se tengan dificultades o que no haya un dominio suficiente en el manejo de las TIC y que el manejo del laboratorio sea complejo, lo que puede llevar a una desmotivación del estudiante.

Los laboratorios virtuales y remotos, los simuladores y otras aplicaciones multimedia se desarrollan constantemente para realizar las prácticas experimentales de los cursos de ciencias en línea; sin embargo, la pregunta que nos podríamos hacer es: *¿Se pueden remplazar exitosamente los laboratorios o prácticas de campo cara a cara con este tipo de recursos para el desarrollo de habilidades procedimentales que se requieren en la educación científica?*

La investigación realizada por Cheung (2019) indica la relación entre el diseño instruccional de la simulación, la comprensión conceptual, la retención y la transferencia de habilidades procedimentales basadas en la simulación; él encontró que solamente cuando hay una relación explícita entre el conocimiento conceptual (saber por qué) y el conocimiento procedimental (saber cómo) se produce la transferencia de las habilidades entrenadas en las simulaciones a contextos reales.

En este mismo sentido, Rahbek et al. (2017) evaluaron la efectividad de un programa de laboratorios virtuales como complemento de los ejercicios de laboratorio presenciales obligatorios en dos cursos de pregrado (Microbiología y Toxicología Farmacéutica) en la Universidad del Sur de Dinamarca. Después de completar los casos de laboratorio virtual, los estudiantes se sintieron significativamente más seguros y cómodos al operar equipos de laboratorio, pero no se sintieron más motivados para participar en laboratorios virtuales en comparación con laboratorios reales. El estudio concluye

que los laboratorios virtuales tienen el potencial de mejorar la preparación previa al laboratorio de los estudiantes, pero no reemplaza el interés que despiertan los laboratorios presenciales en los estudiantes.

Por último, es importante anotar los resultados obtenidos de la investigación realizada por Faulconer y Grauss (2018) sobre las diferencias en el aprendizaje que provocan los laboratorios cara a cara y los virtuales. El estudio mostró la dificultad de establecer claramente estas diferencias debido a la falta de continuidad en la literatura entre la terminología, las métricas de evaluación estándar y el uso de una amplia variedad de laboratorios no tradicionales; por consiguiente, se puede afirmar que la evidencia científica hasta el momento no es contundente y aún se necesitan investigaciones sobre las diferencias de costos, la adquisición de habilidades de procedimiento y la preparación para el trabajo avanzado en este tipo de actividades para poder establecer claramente estas diferencias. El estudio realizado por Abdulwahed y Nagy (2011) precisa que en algunos cursos de ciencias e ingeniería se usan laboratorios virtuales como reemplazo de laboratorios prácticos, pero la evaluación de los resultados demuestra que esto no es satisfactorio para los estudiantes y en algunos casos dejó un impacto negativo. No obstante, los laboratorios virtuales pueden ser un complemento importante de los laboratorios prácticos.

Los laboratorios remotos, a diferencia de los virtuales, utilizan montajes de equipos físicos que son controlados remotamente pues el usuario se conecta desde un computador en línea, accede al laboratorio físico y trabaja en línea desde cualquier otro lugar que no sea donde se encuentre el equipo en físico, accediendo a la información en tiempo real. Desde lo anterior, es posible acceder a un laboratorio físico si se le incorpora un sistema computacional con equipos y un *software* específico para su utilización. Los laboratorios remotos llevan a los estudiantes a desarrollar experimentos plenamente estructurados, lo que posibilita el estudio de casos, la resolución de problemas, la observación, la interpretación y el análisis de resultados (Lorandi et al., 2011).

Una de las desventajas que puede presentar el uso de estos laboratorios remotos consiste en los problemas de tipo técnico en el acceso al laboratorio físico desde la distancia por problemas de conectividad en los diferentes sitios desde donde se conecten los estudiantes y la falta de interés y motivación por parte de quienes no profundizan en el análisis de los experimentos y solo se concentran en el desarrollo de la actividad.

4.5. VIDEOJUEGOS DIDÁCTICOS

Los videojuegos son herramientas digitales que permiten a través de la lúdica interactuar con el dispositivo electrónico con el fin de propiciar escenarios que permitan desarrollar procesos de aprendizaje en los estudiantes. Sin embargo, para que cumpla su propósito, el recurso debe seguir una planificación pedagógica y didáctica en su diseño y considerar aspectos como el propósito del recurso, las competencias que se pretenden desarrollar, el grupo de estudiantes al que va dirigido, los contenidos del currículo, la estrategia didáctica, la naturaleza de las actividades propuestas y el mecanismo de evaluación. Para facilitar el acceso y manejo del video juego por parte de los usuarios, es necesario también que estos recursos tengan disponible un tutorial de manejo y una guía de actividades para que el usuario tenga claro que en el escenario del videojuego didáctico combinará equilibradamente la lúdica y el desarrollo de actividades para lograr los objetivos de aprendizaje propuestos.

Cuando se menciona la palabra juego se viene a la mente entretenimiento; así que es importante que el recurso como tal sea creativo, innovador y, sobre todo, que sin abandonar la lúdica permita que los estudiantes traigan saberes previos a su mente, si es necesario los reacomoden y que construyan otros nuevos. Al decir videojuego educativo estamos asumiendo que el recurso está diseñado y planificado para que se dé el aprendizaje de los usuarios. No obstante, es necesario que este videojuego tenga algunas características que lo definen como un recurso que permite que los estudiantes construyan conocimiento y que también desarrollen habilidades específicas; en ese sentido, Padilla et al. (2012) mencionan las siguientes características para un videojuego:

- **Desafío.** Se pretende que el videojuego además de tener objetivos claros presente diferentes niveles de dificultad y tenga información oculta que genere un reto en el estudiante motivándolo a seguir avanzando para que se logren las metas de aprendizaje planteadas. El docente debe realizar realimentación permanente puesto que se pueden generar inquietudes que limiten o desmotiven la participación en la actividad.

- **Curiosidad.** El recurso debe incentivar la curiosidad cognitiva cuando el videojuego presenta diversas alternativas o caminos o cuando la información es presentada de manera incompleta; lo anterior hace que el estudiante quiera indagar más y adentrarse un poco más o profundizar en la dinámica de la actividad, o en contenidos, o en estrategias para continuar hasta alcanzar su cometido.
- **Control.** Se evidencia cuando el estudiante toma una posición determinada y decide, asumiendo el control de la situación; esto fortalece la autonomía y el liderazgo en el estudiante.
- **Fantasía:** El videojuego debe presentar metáforas y analogías que se relacionen con los contenidos, propósitos de la actividad y meta a la cual se quiere llegar, propiciando que el estudiante active procesos de pensamiento, pero también de emociones. A partir de las características del aprendizaje en investigación y aprendizaje por descubrimiento se han desarrollado una gran cantidad de programas educativos por ordenador como simuladores, laboratorios virtuales y laboratorios remotos, entre otros, que permiten simular en un ambiente digital las condiciones para estudiar un fenómeno natural.

4.6. IMPLICACIONES EDUCATIVAS SOBRE EL USO DE HERRAMIENTAS TIC EN EL PROCESO DE ENSEÑANZA-APRENDIZAJE EN CIENCIAS EXPERIMENTALES

Sierra y Perales (2003) consideran que la simulación por ordenador puede desempeñar un papel importante en el aprendizaje por investigación y le atribuyen características didácticas muy convenientes en la enseñanza de las ciencias. Por un lado, los simuladores constituyen un espacio intermedio que facilita exponer la relación de la realidad con las teorías o modelos, es decir, entre lo concreto y lo abstracto (Barberá y San José, citados por Sierra y Perales, 2003); y por el otro, los simuladores representan un instrumento que permite actividades de manipulación de modelos que facilitan la adquisición de conocimiento conceptual y procedimental.

Andaloro (citado por Sierra y Perales, 2003) complementa la fundamentación sobre la importancia de los simuladores con los siguientes aspectos:

- Se reproducen fenómenos naturales difícilmente observables de manera directa en la realidad por motivos de peligrosidad como procesos de fisión en un reactor nuclear, de escala de tiempo como procesos de desintegración de un radioisótopo o evolución de una población de seres vivos dentro de un ecosistema, de escala espacial como movimientos planetarios, movimiento de las partículas de un gas o de carencia del montaje como difracción con láser.
- El alumno pone a prueba sus ideas previas acerca del fenómeno que se simula mediante la emisión de hipótesis propias, lo cual redundará en una mayor autonomía del proceso de aprendizaje.
- El aprendiz comprende mejor el modelo físico-químico utilizado para explicar el fenómeno al observar y comprobar de forma interactiva la realidad que representa. En este sentido, la simulación posibilita extraer una parte de la física, la química o la biología que subyace en una determinada experiencia y simplifica su estudio, lo cual facilita la comprensión del fenómeno.
- El estudiante puede modificar a voluntad los distintos parámetros y condiciones iniciales que aparecen en el modelo natural del simulador, lo que le ayuda a formular sus propias conclusiones a partir de distintas situaciones.
- La simulación evita al alumno los cálculos numéricos complejos, lo que le permite concentrarse solo en los aspectos más científicos del problema.

Por tanto, los entornos informáticos de simulación más eficaces desde el punto de vista didáctico son aquellos que implementan una diversidad suficiente de modelos físico-matemáticos con distinto nivel de complejidad. Al respecto, en un estudio realizado con estudiantes que experimentaron con el Simulador Mobile mejoraron su conocimiento de mecánica newtoniana significativamente más que los estudiantes que realizaron experimentos convencionales de física.

Sin embargo, algunas investigaciones demuestran que no todas las habilidades cognitivas se desarrollan mejor en un simulador. Winn et al. (2006) realizaron una

investigación en la que compararon los aprendizajes entre estudiantes que utilizaron un simulador interactivo basado en un modelo dinámico en tres dimensiones de la oceanografía física con el fin de que aprendan modelos de oceanografía con estudiantes que lo realizaron directamente en el campo, es decir, a partir de la experiencia directa con el entorno real en que las simulaciones se basan; para ello utilizaron un barco de investigación científica utilizando las herramientas e instrumentos para medir las propiedades físicas del océano directamente. Los estudiantes realizaron los mismos ejercicios en relación con las corrientes y la salinidad, tuvieron el mismo instructor y debían desarrollar la misma tarea. El estudio encontró que la experiencia de campo ayudó a contextualizar el aprendizaje de estudiantes con poca experiencia previa acerca de los océanos y también a que los estudiantes pudieran realizar otras preguntas para el estudio, mientras que la simulación contribuyó para que los estudiantes pudieran asociar lo que aprendieron con el simulador con otros contenidos que aprendieron en clase.

Estos y otros hallazgos arrojan luz sobre el efecto en el aprendizaje con simulaciones debido a que comprueban que en algunas situaciones los simuladores pueden o no ayudar a los estudiantes a aprender, lo que lleva a preguntarnos qué conceptos o habilidades se aprenden mejor en un entorno virtual que en un entorno real.

Simultáneamente, Huerta y Schoech (2010) evaluaron la eficacia de dos ambientes de aprendizaje (virtual y cara a cara) y dos técnicas de enseñanza (experimental y foros de discusión); en los dos grupos se evaluaron la percepción de los logros de aprendizaje y las habilidades de escucha para el aprendizaje. Se concluyó que los ambientes cara a cara proporcionan mejores resultados que el aprendizaje en ambientes virtuales pero solamente cuando se utilizaron técnicas de enseñanza experimentales. Los simuladores y los laboratorios virtuales no están exentos de críticas ya que existe una aparente desconexión entre el carácter generalmente instruccional de estos materiales y las tendencias actuales en educación, que enfatizan la importancia del aprendizaje colaborativo y de las comunidades de aprendizaje.

Algunos autores, como Ortiz et al. (2009) advierten que el uso de herramientas multimedia sin una estrategia didáctica se puede confundir con manipular y estimular en el estudiante un aprendizaje mecanicista en el que se maneja la herramienta sin activar conocimientos teóricos que impulsen a un verdadero aprendizaje significativo sino al conductismo en su modelo más elemental en el esquema de estímulo-respuesta (Pontes, 2005). Pontes (2005) afirma que las simulaciones de fenómenos naturales resultan interesantes y ayudan a los alumnos a resolver problemas y que, por lo tanto,

pueden utilizarse como instrumentos de aprendizaje significativo siempre y cuando el profesor que los vaya a utilizar elabore previamente un programa guía de actividades que permita orientar el aprendizaje y la reflexión del estudiante en cada sesión de trabajo con el computador.

Evidencia de lo anterior es el estudio realizado por Ortiz et al. (2010), donde utilizando un simulador para la enseñanza del proceso de panificación para estudiantes de Ingeniería de Alimentos de la UNAD, estudiaron la eficacia de la estrategia “Aprendizaje basado en problemas” (ABP) en el desarrollo conceptual, procedimental y de razonamiento. Se encontraron diferencias significativas en la mejora de estas competencias en aquellos estudiantes que utilizaron el simulador orientados con la estrategia ABP en comparación con aquellos estudiantes que manipularon el simulador sin ninguna orientación didáctica.

Asimismo, en la investigación realizada por Ortiz y Piña en 2018 se encontró que el uso del videojuego Genogenios para la enseñanza de los conceptos de genética en un curso virtual de biología es más efectivo en el desarrollo de habilidades para solucionar problemas cuando se utiliza de forma colaborativa que de manera individual, por lo tanto se demostró la importancia de la interacción, la retroalimentación y la reflexión para un aprendizaje profundo cuando se utilizan estas herramientas.

4.7. DISEÑO DE RECURSOS MULTIMEDIA PARA CURSOS DE ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS

Piña (2010) realizó una investigación donde propone el diseño de un simulador para el aprendizaje de la microscopía en un curso virtual de biología a partir de la conjunción de diferentes teorías del aprendizaje que abordan la multimedia como una herramienta educativa para el desarrollo de habilidades cognitivas y procedimentales. Por consiguiente, en su propuesta interaccionan la teoría del aprendizaje multimedia de Mayer (2010), la teoría de la transacción instruccional de Merrill, (1996) y la teoría de la carga cognitiva de Sweller (2005). Teniendo en cuenta los postulados de cada una de las teorías anteriores, la propuesta se puede resumir en los siguientes principios instruccionales:

1. Abordar el aprendizaje multimedia desde una perspectiva cognitiva en donde el estudiante aprende tanto a partir de palabras como de imágenes.
2. Tener en cuenta que desde la perspectiva de la teoría cognitiva la gente procesa la información de palabras e imágenes en canales separados de la memoria de trabajo, los cuales tienen una capacidad limitada de procesamiento.
3. Reducir el procesamiento extraño; o sea, evitar al estudiante la pérdida de energía procesando información que no sirve para el logro del objetivo instruccional.
4. Manejar el procesamiento esencial; es decir, dirigir el procesamiento cognitivo con el fin que la memoria de trabajo aprehenda lo esencial del material.

Desde la teoría de la transacción instruccional de Merrill (1996), donde se propone que la multimedia debe garantizar las siguientes actividades, se pueden establecer los siguientes principios:

1. La demostración, según la cual el aprendizaje se incentiva cuando los estudiantes observan una demostración.
2. La Aplicación. El aprendizaje mejora cuando los estudiantes aplican el nuevo conocimiento para solucionar un problema contextualizado.
3. La centralización en una tarea. El aprendizaje se facilita y mejora cuando los estudiantes se comprometen con una estrategia instruccional focalizada en una tarea. La dispersión de las actividades puede traer confusión.
4. La activación. El aprendizaje se facilita cuando los estudiantes activan conocimientos o experiencias previas relevantes.
5. La integración. El aprendizaje mejora cuando los estudiantes integran su nuevo conocimiento a su mundo cotidiano.

De acuerdo con la teoría de la carga cognitiva de Sweller (2005) se pueden extraer los siguientes principios:

1. Evitar la carga cognitiva extraña, que se produce por diseños instruccionales inapropiados que entregan datos no pertinentes y que desvían la atención, o sea, que sobrecargan innecesariamente la capacidad limitada de la memoria de trabajo.
2. Evitar presentaciones complejas con información inconexa, lo cual obliga a un mayor esfuerzo cognitivo.
3. Garantizar la carga cognitiva efectiva que se produce durante el esfuerzo de aprendizaje al construir un esquema significativo y automatizarlo.

Debido a que las cargas cognitivas extraña, intrínseca y efectiva son aditivas o acumulativas, la recomendación de Sweller (2005) es reducir la carga cognitiva extraña verificando que no existan elementos no pertinentes adjuntos a los contenidos de información. También recomienda, para reducir la carga intrínseca, evitar la presentación de información en forma compleja, para lo cual se debe dosificar la entrega de la información en unidades fácilmente comprensibles.

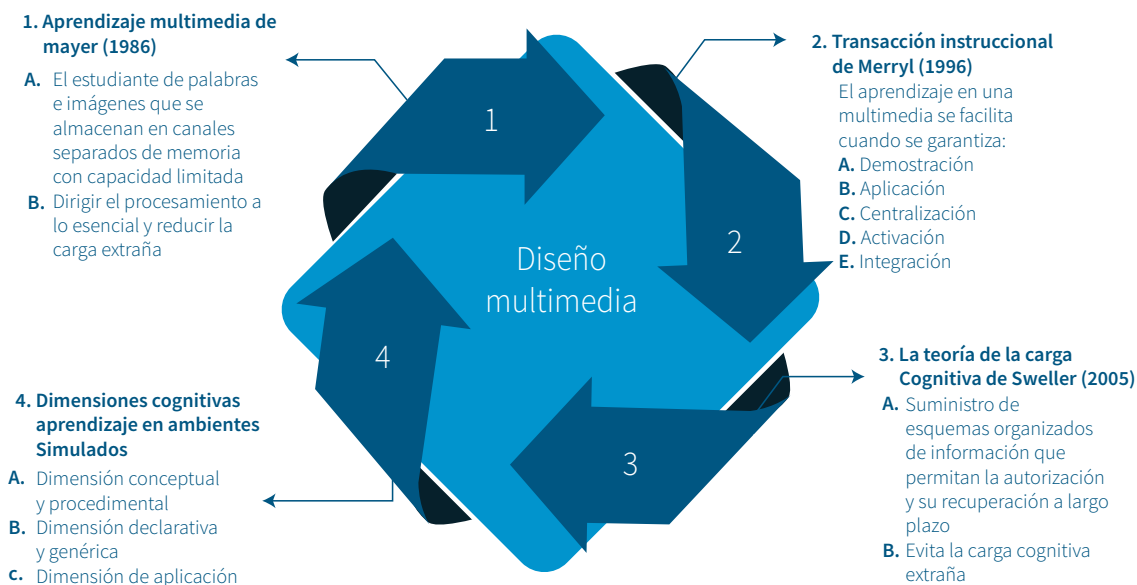
Sweller (2005) precisa dos conceptos conexos con la teoría de la carga cognitiva, que son: a) la automatización es el proceso por el cual los esquemas que se alojan en la memoria de largo plazo han llegado a ser tan bien practicados que se puede hacer uso no consciente de ellos en la memoria de trabajo, por lo cual se le impone un mínimo esfuerzo y b) el esquema cognitivo se relaciona con la entrega de la información organizada de manera significativa para ser almacenada en la memoria de largo plazo.

Igualmente, se establece la necesidad de tener en cuenta las dimensiones cognitivas en el aprendizaje mediante la simulación propuesta por Van Berkum et al. (1995), en la que plantearon tres dimensiones cognitivas que se pueden desarrollar con apoyo de un simulador y que son indispensables para la evaluación de las competencias procedimentales:

1. Dimensión conceptual y procedimental. Diferencia entre el conocimiento conceptual subyacente a la actividad de aprendizaje simulado y el conocimiento procedimental para la interacción con el simulador.
2. Dimensión declarativa y genérica. Diferencia el conocimiento por su forma de aprehensión para la aplicación en conocimiento declarativo de inmediata recordación y aplicación y en conocimiento genérico que requiere un proceso de transferencia heurística mientras se resuelve un problema.
3. Dimensión de aplicación. Se refiere al ámbito de alcance del conocimiento que puede ser específico para la aplicación requerida en la simulación o puede ser más genérico y presentar aplicaciones adicionales.

A continuación, se presenta el esquema 22 para el diseño de herramientas multimedia basadas en la comprensión del aprendizaje según estos autores y propuesta por Piña (2010).

Esquema 22. Principios para el diseño de herramientas multimedia



Nota. Principios instruccionales para el diseño de herramientas multimedia para los cursos de Ciencias experimentales.



CAPÍTULO 5

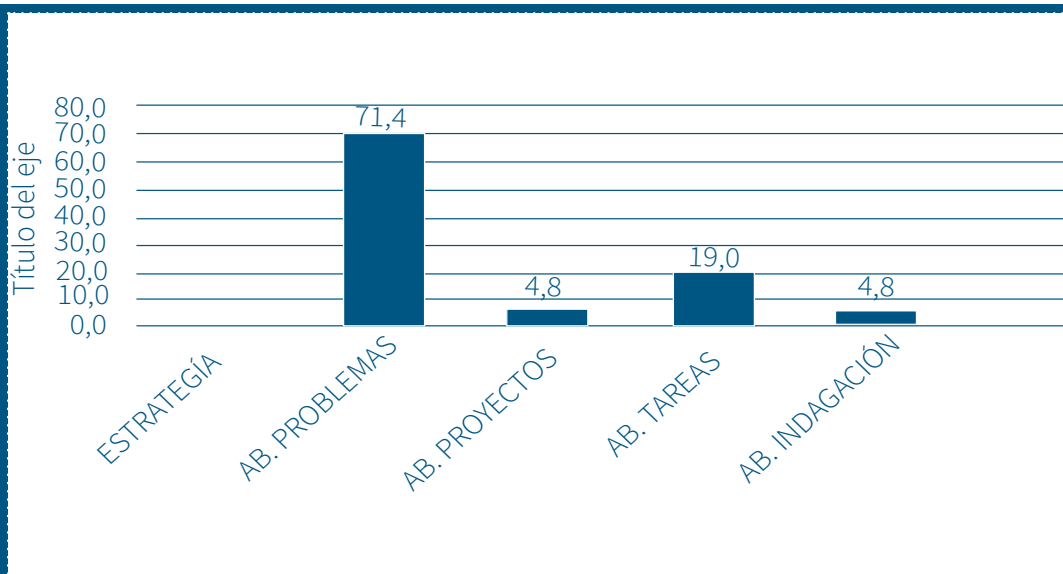
MODELO DIDÁCTICO PARA EL DESARROLLO DEL PENSAMIENTO CIENTÍFICO EN AMBIENTES VIRTUALES DE APRENDIZAJE

POR: FEDRA LORENA ORTIZ BENAVIDES

5.1. DIAGNÓSTICO DEL DISEÑO DIDÁCTICO DE CURSOS DE CIENCIAS BÁSICAS DE LA UNAD

Para este capítulo se revisaron los sílabos de 21 cursos que se ofertan desde la Escuela de Ciencias Básicas a los diferentes programas de formación en Ingeniería de la UNAD; por tanto, se consideraron únicamente los cursos pertenecientes a las áreas de biología, física y química. La revisión consistió en identificar la estrategia de aprendizaje propuesta, los propósitos de formación relacionados con las actividades para la formación del pensamiento científico, las actividades metacognitivas que se proponen para el desarrollo del aprendizaje autónomo y las actividades de tipo procedimental. La revisión indicó que la estrategia de aprendizaje que se utiliza con más frecuencia dentro de los cursos es el Aprendizaje basado en problemas, con un 74 %, seguido del Aprendizaje basado en tareas con un 19 %, el Aprendizaje basado en proyectos y el Aprendizaje por indagación, cada uno con un 4,8 %.

Gráfica 1. Estrategias didácticas en los cursos de ciencias básicas



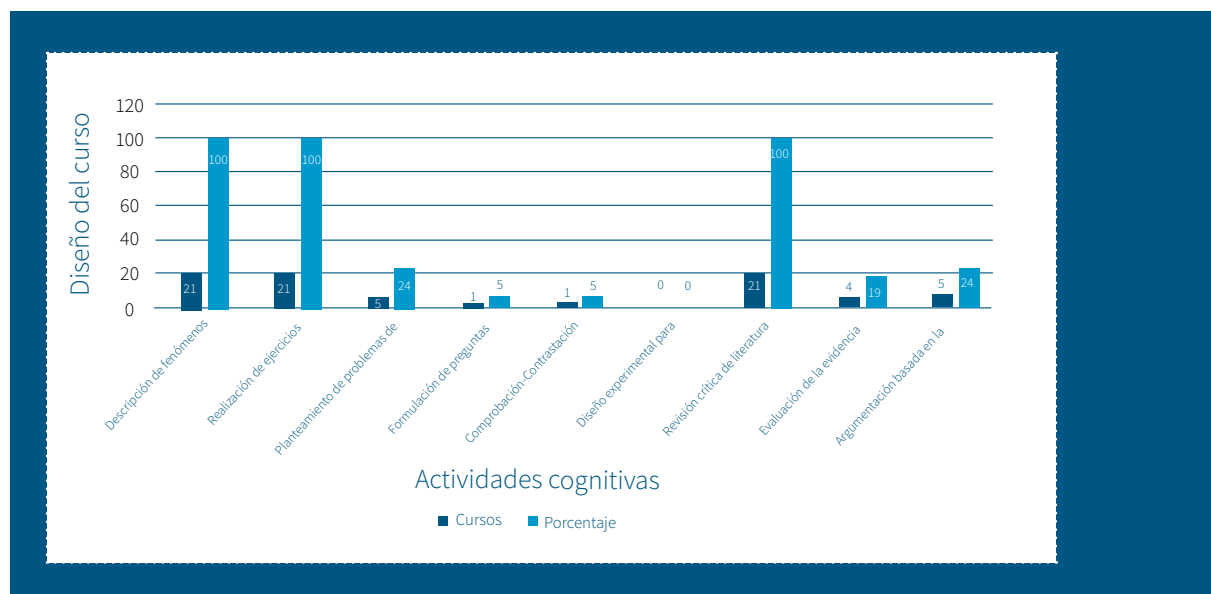
Nota. Estrategias didácticas que se utilizan en los diseños instruccionales de los cursos de ciencias básicas en ambientes virtuales de la ECBTI_UNAD.

Igualmente, se identificó que los propósitos de formación declarados en los objetivos y competencias propuestas en los sílabos están enfocadas hacia la adquisición de conocimientos en su mayoría; no obstante, los propósitos para formación del pensamiento científico solamente aparecen en cuatro cursos de los 21 revisados; en dos cursos aparece de forma explícita el componente metacognitivo, en siete cursos se consideran habilidades de tipo procedimental y solamente en dos cursos aparecen de forma explícita los tres tipos de actividades.

También se revisó el tipo de actividades de aprendizaje que se orientan en los sílabos para el desarrollo de habilidades cognitivas, metacognitivas y procedimentales. En cuanto al tipo de actividades cognitivas para el desarrollo del pensamiento científico se identificaron las siguientes de acuerdo a lo señalado por Kuhn (2010): descripción de fenómenos, realización de ejercicios aplicando conceptos, planteamiento de problemas de investigación, formulación de preguntas investigables, comprobación / contrastación de hipótesis, diseño de experimentos para solucionar un problema científico, revisión crítica de literatura científica, evaluación de la evidencia científica y argumentación basada en la evidencia.

La revisión indicó que las actividades que se privilegian en todos los cursos revisados son: descripción de fenómenos, realización de ejercicios aplicando conceptos y revisión crítica de literatura; sin embargo, se observa que actividades epistémicas más exigentes como formulación de preguntas investigables, comprobación / contrastación de hipótesis, diseño de experimentos para solucionar un problema científico, evaluación de la evidencia científica y argumentación basada en la evidencia son muy escasas como se observa en la siguiente gráfica:

Gráfica 2. Actividades cognitivas en los cursos de ciencias básicas



Nota. Actividades cognitivas que se privilegian en los cursos de ciencias básicas en ambientes virtuales de la ECBTI_UNAD

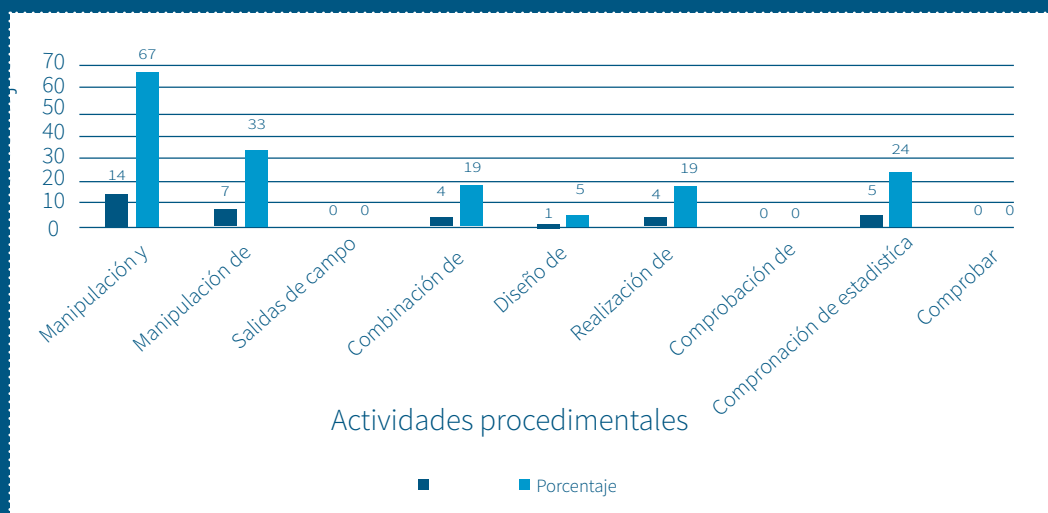
Este resultado es similar al estudio realizado por Boling et al. (2012), que analizó el diseño de diversos cursos de ciencias en línea y encontró que el énfasis de las actividades se dirige hacia el desarrollo del contenido basado en texto y la lectura.

En cuanto al componente metacognitivo, se encontró que solamente el 14 % de los cursos invitan de forma explícita a la reflexión del proceso de aprendizaje, pero en ninguno de los cursos se observa que se oriente de forma evidente al desarrollo de estrategias para el aprendizaje de procesos cognitivos. Este resultado corrobora lo dicho por Campanario (2002a) en el sentido de que las habilidades metacognitivas no suelen enfocarse desde el punto de vista de la enseñanza de las ciencias, lo que representa un problema didáctico para el desarrollo de la autonomía para desarrollar actividades propias de la ciencia.

En cuanto al componente procedimental, se registraron las siguientes actividades: manipulación y manejo de equipos o reactivos / laboratorios in situ, manipulación de herramientas TIC, salidas de campo, combinación de ambientes presencial y virtual

(uso de simuladores y laboratorios virtuales, entre otros), diseño de experimentos para contrastar hipótesis, realización de montajes, comprobación de hipótesis a través de experimentos y aplicación estadística para procesar resultados experimentales. Las actividades que se privilegian en este componente son la manipulación de equipos y reactivos en laboratorio presencial y en ambientes virtuales. Se encontró igualmente que el 19 % de los cursos combinan los dos ambientes para realizar el componente práctico. De todas formas, no se observa de forma explícita que los laboratorios presenciales o virtuales se utilicen para comprobar hipótesis, realizar diseños experimentales o comprobar metodologías para el estudio de un fenómeno.

Gráfica 3. Actividades procedimentales en los cursos de ciencias básicas



Nota. Actividades procedimentales que se privilegian en los cursos de ciencias básicas en ambientes virtuales de la ECBTI_UNAD.

Varias investigaciones en enseñanza de las ciencias afirman que los laboratorios no se utilizan como herramientas para la investigación científica sino como la realización de procedimientos como recetas de cocina; es decir, los estudiantes llegan al laboratorio no a comprobar hipótesis sino a seguir un procedimiento de manejo de equipos; hay una desconexión entre el contenido teórico y el componente práctico.

Los resultados anteriores indican que el diseño instruccional de los cursos de ciencias básicas no es eficiente para el desarrollo de las habilidades propias de las ciencias experimentales. Esto se corrobora en los resultados obtenidos en el módulo de pensamiento científico en las pruebas nacionales SABER_Pro, que miden el desarrollo de las competencias científicas en estudiantes de pregrado. Durante 2017 y 2018, los estudiantes de la UNAD que se presentaron a dichas pruebas obtuvieron en su conjunto un puntaje inferior a la media nacional. Esto indica la necesidad de estructurar un modelo didáctico que potencie las competencias científicas y su posibilidad de evaluar su efectividad en ambientes virtuales.

5.2. PROPUESTA DE UN MODELO DIDÁCTICO PARA EL DESARROLLO DEL PENSAMIENTO CIENTÍFICO EN AMBIENTES VIRTUALES DE APRENDIZAJE

Un modelo según Bruce y Marsha (1972, citados por Fielder, 1973) es una representación de la realidad que supone un alejamiento o distanciamiento de la misma. Es una representación conceptual, simbólica y por tanto indirecta que al ser necesariamente esquemática se convierte en una representación parcial y selectiva de aspectos de esta realidad (Bunge, 1998). Al trasponer el concepto a la didáctica, se podría entender un modelo didáctico como un instrumento que facilita el análisis de la realidad educativa con vistas a su transformación; en este sentido, no se intenta representar la realidad como tal, sino solo aquellos aspectos o variables más importantes y significativos puesto que la realidad es cambiante y, por lo tanto, los modelos didácticos también.

Así, existe dentro de la comunidad de expertos una creciente necesidad de transformar la realidad educativa sobre todo para la enseñanza de las ciencias dada su reconocida importancia en el desarrollo social y económico de las sociedades. Según la *National Board for Professional Teaching Standards* (2012) los modelos para la enseñanza presentan tres características:

- **Objetivos.** Diseñados para ayudar a los estudiantes a desarrollar habilidades de pensamiento crítico y adquirir un significado profundo sobre el contenido.
- **Fundamentos.** Es el acervo teórico e investigativo con el que se explicarían las fases y los objetivos de aprendizaje que se pretenden alcanzar, además de la tendencia epistemológica con que se asuma el quehacer científico.
- **Componentes.** Incluye la estructura del modelo que pretende orientar a los estudiantes a alcanzar las metas de aprendizaje específicas.

De acuerdo con lo anterior, el modelo refleja la toma de posición sobre los aspectos psicológicos del aprendizaje, los aspectos y el valor del conocimiento, que son los aspectos determinantes para configurar el modelo didáctico-instruccional. Se trata entonces de una toma de posición ante dimensiones relevantes de esos aspectos componentes.

5.2.1. FUNDAMENTOS TEÓRICOS Y EPISTEMOLÓGICOS DEL MODELO DIDÁCTICO PROPUESTO

A continuación se presenta un modelo de diseño instruccional para cursos de ciencias experimentales en ambientes virtuales. Este modelo surge como producto de las diferentes investigaciones que se han realizado al respecto dentro del grupo de investigación BIOTICS de la UNAD: Ortiz, Álava y Argoty (2009), Piña (2010), Piña, Ortiz y Salazar (2014), Ortiz (2016) y Ortiz y Piña (2018). Este modelo se basa en la conjugación de la teoría sociocultural del aprendizaje propuesta por Vygotski (1989) y la teoría de la cognición situada de Hung y Der-Thang (2001). Como enfoque epistemológico del conocimiento científico se referencia en la epistemología evolutiva de Toulmin et al. (1984).

La teoría sociocultural. Para Vygotski (1989) el aprendizaje es una actividad social en la que el individuo asimila las expresiones de la cultura e interactúa bajo condiciones de orientación para producir y reproducir el conocimiento; de acuerdo con este autor, el papel del grupo es esencial para el desarrollo individual. El aprendizaje como actividad social se fundamenta en la ley general de formación y desarrollo de la psiquis

humana, en la cual se afirma que durante el desarrollo cultural del individuo toda función cognitiva aparece dos veces: primero entre personas de manera interpsicológica y después en el interior del propio individuo de forma intrapsicológica. De este modo, el entorno social no es una simple condición que favorece u obstaculiza el aprendizaje y el desarrollo individual; al contrario, es una parte intrínseca del propio proceso y define su esencia misma (Vygotski, 1989). Esta característica para Zilberstein y Cruz (2014) constituye el fundamento básico del enfoque sociocultural que lo diferencia de las teorías conductistas y cognitivistas que consideran el aprendizaje como una actividad individual.

Otro de los pilares de aprendizaje que considera la teoría sociocultural es la *comunicación*. Esto se explica porque en su desarrollo individual el hombre no solo adquiere experiencia sociohistórica mediante su propia actividad sino también mediante la comunicación con otras personas (Castellanos, 2002). Bajo esta perspectiva, en el proceso de aprendizaje se presentan mínimo dos niveles evolutivos: las capacidades reales y las posibilidades para aprender con ayuda de los demás; la diferencia entre estos dos niveles es lo que Vygotski (1989) denomina zona de desarrollo próximo. Para Rodríguez (2015) esta zona define funciones que se hallan en proceso de maduración o en estado embrionario, a diferencia de las determinadas para el nivel de desarrollo real, que incluye funciones ya maduras que son productos finales del desarrollo.

En esta concepción, la maduración no solo se refiere a un proceso estrictamente biológico, sino también incluye los modos de actividad ya interiorizados. Según Orrantia et al. (1997), la determinación de la zona de desarrollo próximo permite caracterizar de forma prospectiva el curso de maduración del estudiante, lo cual permite trazar el futuro inmediato del aprendiz, su estado evolutivo, reconstruir las líneas de su pasado y proyectarlas hacia el futuro. Según la aplicación del concepto de zona de desarrollo próximo, la instrucción debe estar dirigida a las funciones que están en proceso de maduración y no a aquellas que ya han terminado su ciclo de formación (Castellanos, 2002). Este análisis altera la opinión tradicional de que una vez el estudiante efectúa una operación o muestra alguna adquisición en el proceso de su aprendizaje ha logrado un nivel superior de sus funciones correspondientes; por el contrario, según esta posición el estudiante apenas empieza su desarrollo, por tanto el profesor debe dirigir los retos cognitivos hacia niveles superiores.

Para Rodríguez (2015) esta concepción del proceso de enseñanza-aprendizaje pone en el centro de atención al sujeto activo, reflexivo, consciente y orientado hacia un objetivo; su interacción con otros sujetos y sus acciones con el objeto lo facultan para utilizar

diversos medios en condiciones sociohistóricas determinadas. El resultado principal de esta concepción se encuentra constituido por transformaciones dentro del sujeto, es decir, las modificaciones psíquicas y físicas del propio estudiante, mientras que las transformaciones en el objeto de la actividad sirven sobre todo como medio para alcanzar el objetivo de aprendizaje y para controlar y evaluar el proceso.

De este modo, la principal consecuencia que se desprende de este análisis para el proceso pedagógico es que el dominio inicial de cualquiera de las acciones de aprendizaje solo proporciona la base para el subsiguiente desarrollo de procesos internos sumamente complejos. El análisis psicológico y el descubrimiento de esta red subterránea de procesos cognitivos en desarrollo constituyen una tarea de suma importancia en la práctica pedagógica dentro de la teoría sociocultural; por consiguiente, las instituciones educativas y la pedagogía deben esforzarse en ayudar a los estudiantes a expresar lo que por sí solos no pueden hacer, impulsando siempre su continuo desarrollo.

Teoría de la cognición situada. Desde la perspectiva de Hung y Der-Thang (2001), la cognición situada del aprendizaje está mediada por instrumentos que pueden ser artefactos físicos pero también instrumentos semióticos o signos. Todos los medios y su uso didáctico pueden explicarse desde esta concepción ya que los medios solo se conciben como herramientas técnicas o artefactos físicos cuyo empleo facilita o hace más eficientes las formas de acción que ocurrirían de otra manera.

Más recientemente, autores como Wickman y Östman (2002) comenzaron a centrarse en los aspectos sociales y de aprendizaje situado. Estos autores proponen una visión del aprendizaje que va más allá de la mente individual para incluir los contextos culturales en que el individuo interactúa. Cross et al. (2008) afirman que estas teorías no solo han dado una nueva perspectiva del aprendizaje y la construcción del conocimiento, sino que también le han dado un valor a las herramientas físicas e intelectuales que intervienen en el proceso tales como laboratorios, salidas de campo y exposición directa de los estudiantes al fenómeno de estudio, entre otros. Para estos autores, la teoría de la cognición situada recoge entre sus componentes principales la interacción social, cuya línea de investigación se atribuye principalmente a Vygotski (1989), y el papel de la interdiscursividad en el aprendizaje.

Gee (citado por Cross et al., 2008) sugiere que el discurso colectivo es fundamental para la construcción de significados dentro del aula; por tanto, cuando a los estudiantes se les brinda el espacio para debatir ellos son capaces de realizar contribuciones valiosas, hacer preguntas, evaluar, ser evaluados y recibir retroalimentación. Estas ac-

tividades, según este autor, se consideran unas de las herramientas más eficaces para la construcción del conocimiento al igual que si se les brinda la oportunidad de participar en situaciones de problemas auténticos y de su propio contexto.

Epistemología evolutiva de las ciencias. Según Toulmin et al. (1984), las características que cambian en una disciplina son los propósitos, conceptos y teorías que resultan de dar respuestas a los problemas disciplinares, además de los procedimientos metodológicos seguidos y las posturas filosóficas predominantes en el pensamiento científico, mientras que los problemas fundamentales son el punto de partida de dichas características. Por lo tanto para avanzar en el pensamiento científico es necesario tener claros los problemas fundamentales de la disciplina, sus propósitos, los conceptos y teorías que resultan de dar respuestas a los problemas, los procedimientos metodológicos y, por último, las posturas filosóficas predominantes en el pensamiento científico (Toulmin et al., 1984). Así, las ideas científicas constituyen poblaciones conceptuales en el desarrollo histórico, tanto en el plano colectivo como en el individual.

De esta forma, lo racional de las actividades intelectuales no está asociado con la coherencia interna de los conceptos y creencias habituales de un individuo, sino con la capacidad que tienen las personas o comunidades para modificar su posición intelectual frente a experiencias nuevas e imprevistas, por lo cual se abandona completamente el dogmatismo científico y se asume la evolución científica a partir de la rigurosidad con que se presentan las evidencias. Por tanto, es a través de la evaluación conceptual, metodológica y experimental de donde la ciencia procede y se constituye en un problema para la disciplina.

Aunque la ciencia es una actividad humana y social, no se pierden de vista los cánones que rigen la construcción del conocimiento científico, sus logros y sus limitaciones. Las ciencias constituyen culturas en permanente transformación: generación de preguntas y problemas, invención de explicaciones, establecimiento de herramientas conceptuales y utilización de elementos tecnológicos, componentes que hacen que el conocimiento científico esté en evaluación permanente por parte de la comunidad científica donde se valida el conocimiento, según la fiabilidad de los datos y las evidencias presentadas, al igual que el marco teórico con que se sustenta una tesis. En consecuencia, hacer ciencia significa apropiarse del acervo cultural, compartir los significados y, al mismo tiempo, tener la capacidad de tomar posturas críticas y reflexivas frente a los procesos científicos. Este mismo carácter implica entender la racionalidad como ligada a la flexibilidad intelectual o disponibilidad al cambio.

Se entiende además que el conocimiento científico no es privado sino público. Por ello, considera el devenir de las ciencias como un proceso plural, dinámico y comunal de interacción de teorías explicativas, en el cual la argumentación científica y el dominio del lenguaje científico son una externalización de razonamientos sustantivos, lo que permite la evaluación y el mejoramiento permanente de los mismos.

Desde esta postura, el dominio del lenguaje científico cobra especial relevancia dado que se asume que hacer ciencia también implica discutir, razonar, argumentar, criticar y justificar ideas y explicaciones. Es decir, requiere también estrategias basadas en el lenguaje dado su carácter social; prueba de ello son las revistas científicas arbitradas y los foros y congresos que se realizan por parte de las comunidades científicas, que implican el escrutinio de las afirmaciones que se exponen y la aceptación parcial por parte de los interlocutores.

Como todo proceso humano y social, el proceso de construcción de conocimiento científico permite visualizar interacciones entre los aspectos sociológicos y los asuntos de orden individual en relación con la construcción y negociación de significados, explicaciones y predicciones. Este proceso requiere la participación de expertos y novatos, lo que implica la posibilidad de aplicar y utilizar conceptos; sin embargo, es necesario entender que la naturaleza epistemológica de las ciencias permite aceptar, criticar, modificar, revisar y refutar ideas y explicaciones.

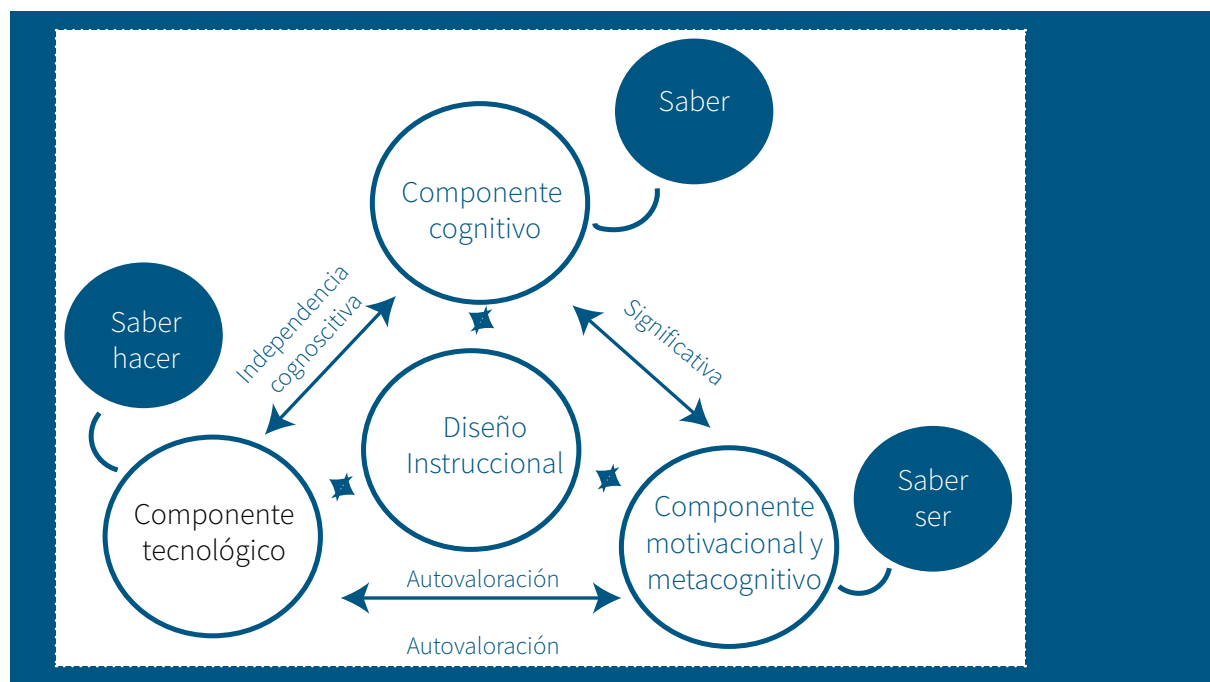
Estos presupuestos epistemológicos permiten tomar distancia tanto de visiones positivistas y constructivistas que conciben el aprendizaje como descubrimiento, para entender el aprendizaje científico, como el desarrollo de habilidades para relacionar datos con las conclusiones, evaluar enunciados teóricos a la luz de datos empíricos o de datos procedentes de otras fuentes, modificar aseveraciones a partir de nuevos datos y usar los modelos y conceptos científicos para soportar las conclusiones; es decir, la enseñanza del conocimiento científico consiste en desarrollar más que todo operaciones de orden epistémico que permiten construir, negociar, cambiar y compartir significados, representaciones y explicaciones basados en la rigurosidad de la evidencia.

5.3. COMPONENTES DEL MODELO

Se asume el modelo como una representación simplificada de los diversos factores que influyen en el aprendizaje de las ciencias que permite descubrir y estudiar nuevas rela-

ciones y cualidades del objeto estudiado. El modelo que se presenta tiene como finalidad conducir el proceso de enseñanza-aprendizaje en las áreas de ciencias en ambientes virtuales con una alternativa integradora de diversos factores. Los componentes que lo estructuran son: cognitivo, metacognitivo-motivacional y tecnológico-procedimental. En el esquema 23 se presenta el modelo, sus componentes y sus relaciones.

Esquema 23. *Modelo didáctico para el desarrollo del pensamiento científico*



Nota. *Modelo didáctico para el desarrollo del pensamiento científico en ambientes virtuales de aprendizaje.*

5.3.1. COMPONENTES DEL MODELO Y SUS RELACIONES

El componente cognitivo se desarrolla en la medida en que se reconoce la necesidad de fortalecer en los estudiantes el pensamiento científico que se evidencia entre tres aspectos: El primero hace referencia a la capacidad para controlar los efectos de múltiples factores causales de un resultado; el segundo es una comprensión madura de

los fundamentos epistemológicos de la ciencia, reconociendo el conocimiento científico como algo en permanente evolución dados los continuos avances científicos y la rigurosidad de la evidencia que lo sustenta; el tercero es la capacidad de participar en discusiones argumentativas en un contexto científico, donde se establece claramente la relación entre la teoría y la evidencia. Desde esta postura se reconoce la construcción del conocimiento científico como una actividad social, pero también se reconoce el estatus de conocimiento objetivo y racional conforme se someten las teorías científicas a una discusión permanente por parte de la comunidad científica.

Debido a ello, a medida que se dota al estudiante de procedimientos que promueven el análisis, la síntesis, la comparación, la abstracción, la generalización, la inducción, la deducción, la demostración, la búsqueda por lo esencial, la búsqueda por las causas y las consecuencias, la argumentación y el análisis de la evidencia, entre otros elementos importantes, se le conducirá a que comprenda mejor el contexto en el que vive y, por ende, aumenta la significatividad de su aprendizaje.

El componente motivacional y metacognitivo se induce hacia la concientización del proceso que realiza para lograrlo, o sea, que sea capaz de autorregular sus propios procesos de aprendizaje; para ello debe conocer acerca de su propio conocimiento, por ejemplo, cuando realiza una comparación, una definición o una actividad investigativa que se le pide desarrollar para alcanzar una meta de aprendizaje; debe ser conocedor de su capacidad personal y del grado de avance frente a esta actividad; debe saber qué se le dificulta de ella y por qué, de tal manera que el conocimiento sobre su propio estado lo lleve a la reflexión acerca de los logros en su desempeño; esto le permitirá replantear su modo de actuar, planear alternativas de solución para superar las dificultades y pedir la ayuda necesaria en el momento preciso. En otras palabras, poner en marcha estrategias metacognitivas y autorregulatorias que le garanticen el autoaprendizaje y la independencia cognoscitiva.

Esta capacidad metacognitiva, está directamente relacionada con la motivación intrínseca, en tanto que el estudiante no compite con los demás porque se conoce a sí mismo, de lo que es capaz de hacer y hasta dónde puede llegar si replantea su modo de aprender. Esto suscita su interés personal por el propio contenido de la actividad de aprendizaje y el gozo que experimenta al realizarlas y vivenciar el dominio de nuevos conocimientos. Esta forma de actuar conlleva a la independencia cognoscitiva. Esto a su vez intensifica las relaciones significativas entre el contenido y su vida diaria, entre lo que conoce y lo desconocido, entre el contenido y sus intereses personales.

Además, una persona que se conoce a sí misma, reflexiona acerca de lo que hace y para qué lo hace, verdaderamente será una persona consciente y consecuente de sus actos, no solo en su papel de estudiante sino en su vida, en su relación con los demás y en su compromiso social. De este modo, en el modelo se espera que, en un entorno de aprendizaje situado, el contexto donde se ubica se convierta en un objeto de estudio que pueda ser intervenido a través de la problematización y la búsqueda de soluciones a partir de procesos propios de la ciencia.

Esta parte se encuentra íntimamente ligada a la formación de valores pues se sabe que una persona con estas características está preparada para hacer de su existencia su propio “proyecto de vida” ya que es capaz de planificar, fijarse metas y vencer dificultades para alcanzarlas. Las metas de aprendizaje, por lo tanto, deben ser alcanzables, dependiendo del desarrollo individual de los estudiantes, con el propósito de que ellos se motiven lo suficiente para avanzar en sus propósitos hasta que sean capaces de definir sus propias metas de aprendizaje y así avanzar en su desarrollo, siendo conocedores de sus capacidades y limitaciones.

El componente tecnológico, tiene sentido dentro del aprendizaje situado porque a partir del uso de herramientas tecnológicas, laboratorios presenciales o salidas de campo se establece una relación con los elementos del contexto, tanto de la disciplina como de las necesidades regionales. El uso de herramientas enriquece el panorama de formación científica siempre y cuando se ubiquen de forma estratégica para cumplir con los objetivos de aprendizaje y fortalecer en los estudiantes las habilidades procedimentales y metodológicas que le permiten experimentar, explicar o predecir los fenómenos naturales y, esto a su vez, le da sentido al conocimiento por cuanto se vuelve útil y aplicable.

En conclusión, el modelo didáctico que se propone constituye una alternativa para el desarrollo de estrategias tecnodidácticas, las cuales se conciben como una unidad dialéctica en la que están íntimamente interrelacionados los elementos cognitivos, metacognitivos, motivacionales y tecnológicos. Las implicaciones que tiene para el diseño de entornos de aprendizaje apoyan el desarrollo de herramientas y procedimiento donde los estudiantes puedan manipular para investigar, representar, comunicar y evaluar la evidencia científica, argumentar y contraargumentar en espacios de abierta colaboración y participación.

Conjuntamente, las herramientas tecnológicas son necesarias para propiciar la interactividad didáctica, que entendemos como todas las posibilidades comunicativas

que deben impregnar toda relación educativa, en donde los significados compartidos brotan de una situación comunicativa colaborativa entre varios y variados participantes, en especial a partir de los entornos de aprendizaje mediados por la telemática. Es decir, es la estructuración y presentación del contenido de la enseñanza en actividades didácticas de aplicación, evaluación y autoevaluación para el desarrollo del pensamiento cognitivo y las competencias.

Por ello, en ambientes virtuales es necesario impulsar la interacción, que se puede entender como una acción que se desarrolla de modo recíproco entre dos o más organismos, objetos, agentes, unidades, sistemas, fuerzas o funciones. Desde lo tecnológico, apunta al diseño de interfaces amistosas favorecedoras de la comunicación. Desde lo didáctico, apunta a facilitar con actividades didácticas mediadas la elaboración de conceptos y el desarrollo de competencias, que permitan comprender y transferir a la acción y la esencia de los objetos implicados a fin de actuar apropiadamente.

5.3.2. CARACTERÍSTICAS DEL MODELO

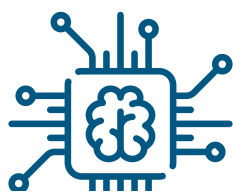
El modelo presenta un carácter sistémico que expresa la articulación entre los diferentes componentes que lo constituyen, que son subsistemas del sistema mayor. Las relaciones que se establecen entre los mismos, de coordinación y de subordinación, propician la aparición de cualidades superiores diferentes a las que aparece producto de la acción aislada de cada componente. Si bien los componentes están concebidos con una determinada lógica, sus relaciones no reflejan necesariamente un proceso lineal de pasos ordenados. Conducir el desarrollo desde lo sistémico exige atender no solo a las relaciones entre los componentes del modelo sino también a las que se dan dentro de cada uno de sus componentes. La naturaleza configuracional de proceso comprende tres componentes: cognitivo, motivacional-metacognitivo y tecnológico.

El modelo responde a un carácter procesal. El desarrollo del proceso enseñanza-aprendizaje no se produce de manera repentina sino que es gradual y constituye un proceso pleno de contradicciones en el que se producen avances, retrocesos y en el que se pueden operar saltos. En este proceso el estudiante enriquecerá su base cognitiva, metacognitiva y tecnológica, formando determinadas cualidades de personalidad y elevando su calidad motivacional. Por lo tanto, el papel del docente diseñador es el de propiciar que estos aspectos se hagan más ricos y plenos para que las situaciones del

contexto social, favorecedoras o no del desarrollo, se socialicen y problematicen. Esto significa que el docente diseñador además de ser un experto en la disciplina debe dirigir los procedimientos metodológicos que le permitan orientar al estudiante a plantear alternativas de solución basadas en la ciencia.

El modelo es contextualizado. El proceso de enseñanza-aprendizaje se produce en el sistema de actividades y comunicación en que el estudiante está inmerso en su formación, desde y para un contexto concreto que incluye fundamentalmente su formación académica, pero que también recibe la influencia de otros factores sociales como la familia, las organizaciones sociales y los medios de comunicación, entre otros. Sin embargo, es la educación formal el escenario fundamental en que transcurre el desarrollo del aprendizaje específico de las ciencias experimentales, razón por la cual resulta necesario que se aprovechen al máximo las amplias posibilidades formativas que estos contextos ofrecen. En la medida en que el estudiante va conociendo más el contexto, el contenido y desarrolla procesos metacognitivos, tiene más posibilidades de hacer que su desempeño como aprendiz sea flexible, independiente y proyectivo.

La concepción del proceso enseñanza-aprendizaje que se asume comprende por parte del estudiante aprendiz la planificación, la ejecución y el control de dicho proceso, las actividades docentes y no docentes que realiza en el contexto, las relaciones que establece con la comunidad y las relaciones que establece entre los componentes del proceso. Asimismo, el modelo reconoce en el docente su capacidad para diseñar recursos tecnológicos que propicien escenarios para desarrollar las habilidades propias de las ciencias experimentales.



El docente diseñador además de ser un experto en la disciplina debe dirigir los procedimientos metodológicos que le permitan orientar al estudiante a plantear alternativas de solución basadas en la ciencia.

CAPÍTULO 6

EXPERIENCIAS DIDÁCTICAS DESARROLLADAS POR EL GRUPO BIOTICS EN LA ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS Y LA INGENIERÍA EN EDUCACIÓN MEDIADA

POR: FEDRA LORENA ORTIZ Y

CLEMENCIA ÁLAVA VITERI

El grupo de investigación BIOTICS, de la Escuela de Ciencias Básicas, Tecnología e Ingeniería de la UNAD, presenta dentro de sus objetivos de investigación aportar al estudio del efecto de los procesos didácticos que se desarrollan para la formación de la educación científica en ambientes virtuales de aprendizaje, teniendo en cuenta que en la mayoría de las investigaciones revisadas al respecto se concluye que todavía no existe evidencia empírica contundente sobre el tema.

Al respecto, el grupo de investigación BIOTICS ha desarrollado cuatro investigaciones encaminadas a la comprensión de las relaciones existentes entre diseño instruccional, estrategias de aprendizaje, recursos didácticos tanto en ambientes virtuales como presenciales con el efecto que estos producen en desarrollo del pensamiento científico y habilidades procedimentales y de investigación en los estudiantes de pregrado de educación mediada.

La investigación realizada por Ortiz et al. (2009) denominada “Simulador como mediador didáctico para el aprendizaje de procesos de panificación, en un curso virtual de Cereales” se desarrolló con el objetivo de evaluar el efecto del uso de un simulador didáctico en el desarrollo de habilidades conceptuales, de razonamiento y procedimentales en los estudiantes de un curso virtual de cereales en el programa de Ingeniería de Alimentos. Como resultado de la investigación se generó el simulador didáctico como *software* educativo y un artículo de investigación que fue publicado en la Revista de Investigaciones de la UNAD en el año 2010. Para la investigación se diseñó el simulador como se indica en la gráfica 4. También se elaboró una estrategia basada en problemas y se validó su efecto en una investigación cuasi experimental con prueba de pretest y posttest con estudiantes del curso de cereales de Ingeniería de Alimentos.

Gráfica 4. Simulador de panificación diseñado para el curso de cereales

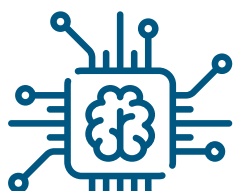
Nota. Simulador de panificación diseñado para el curso de cereales y oleaginosas del programa de Ingeniería de Alimentos de la UNAD.

Los resultados de la investigación permitieron comprender que la simulación por sí sola no genera aprendizaje profundo y que además para formar las habilidades procedimentales es necesario que los estudiantes puedan repetir el proceso cuantas veces sea necesario pero con una meta de aprendizaje específica. Los resultados también demostraron que el uso del simulador es conveniente para el desarrollo de las habili-

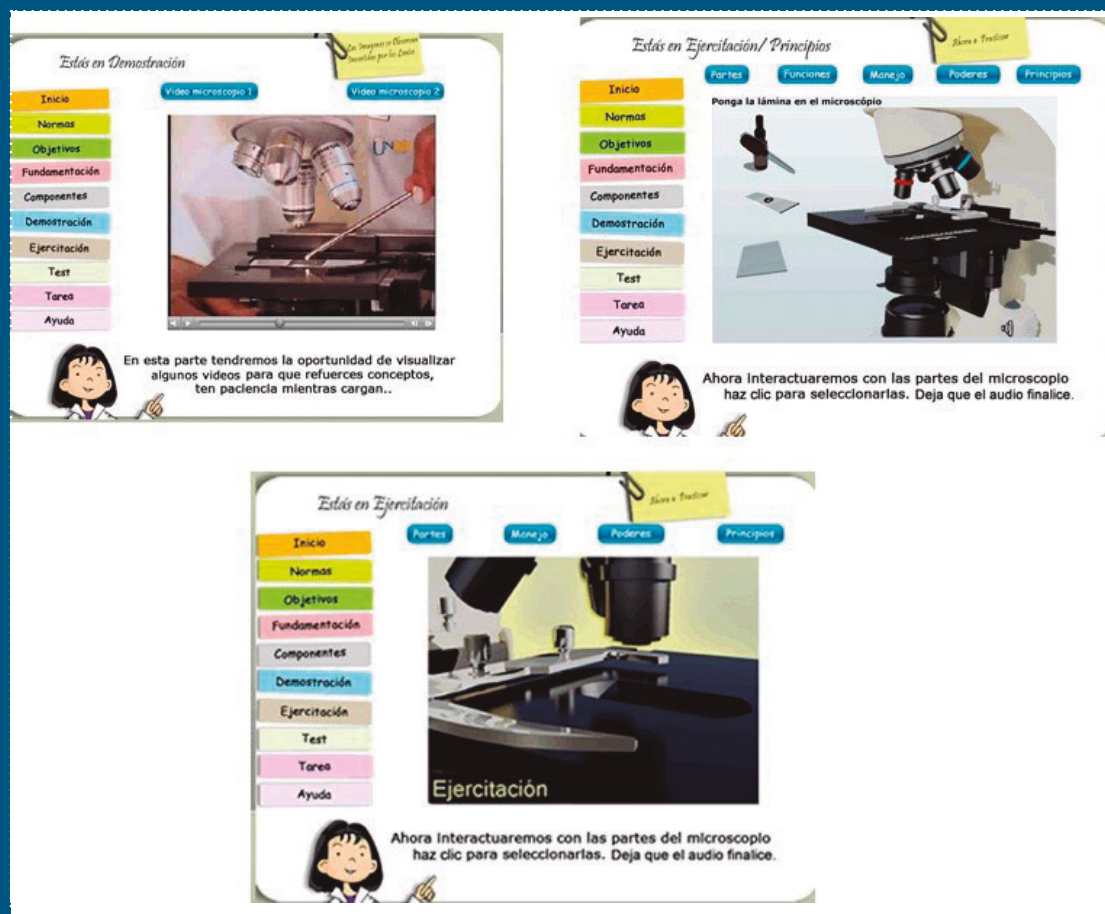
dades conceptuales y de razonamiento (aquellas que permiten plantear una solución a un problema determinado) siempre y cuando se oriente con una estrategia que induzca a los estudiantes a procesos mentales complejos como la solución de problemas y la formulación de hipótesis y no simplemente a la manipulación del simulador.

Igualmente, se destaca el resultado que comprobó que el simulador produjo un mejor efecto en las habilidades procedimentales que en las conceptuales y de razonamiento en el grupo experimental. La limitación de la investigación consistió en que los resultados sobre el desarrollo de habilidades procedimentales con el uso del simulador no se compararon con pruebas de aprendizaje de forma presencial que permitieran verificar su efectividad en el desarrollo de dichas habilidades.

La investigación realizada por Piña (2010) denominada “Desempeño del Aprendizaje Procedimental de Manejo del Microscopio con Simulación Multimedia Interactiva” consistió en evaluar el desarrollo de habilidades procedimentales de microscopía en un simulador creado para este propósito y su relación con los estilos de aprendizaje en estudiantes de un curso virtual de biología. Como productos de investigación se generaron: el simulador didáctico como *software* educativo (se indica en la gráfica 5), un libro de investigación que fue publicado con el sello editorial de la UNAD en el año 2011 y la participación en varios eventos académicos.



La limitación de la investigación consistió en que los resultados sobre el desarrollo de habilidades procedimentales con el uso del simulador no se compararon con pruebas de aprendizaje de forma presencial que permitieran verificar su efectividad en el desarrollo de dichas habilidades.

Gráfica 5. *Simulador de microscopía*

Nota. Tomado de Piña (2010).

Entre los aportes más importantes se encuentra la propuesta de diseño de simulación multimedia para la enseñanza de habilidades procedimentales en ciencias experimentales, la cual se presentó en el capítulo 4 de este libro. Adicionalmente, se propuso una metodología de evaluación de dichas habilidades a partir del uso de *software* que miden en tiempo real las habilidades procedimentales de los estudiantes. Los resultados finales indicaron que el diseño didáctico del simulador a partir de la conjugación de las teorías de diseño instruccional propuestas por Piña (2011) tiene una alta potencialidad

para el entrenamiento de habilidades procedimentales en estudiantes de educación virtual y también se concluyó que es factible determinar el nivel de las competencias procedimentales a las que llegan los estudiantes cuando manipulan un simulador en ambientes virtuales.

Piña et al. ejecutaron en 2015 el trabajo de investigación denominado “Diseño e implementación de un videojuego para la enseñanza de la genética mendeliana”. Como productos de la investigación se entregaron: el videojuego Genogenios para el aprendizaje de la herencia mendeliana, como se indica en la gráfica 6, un artículo de investigación publicado en la Revista Eureka de Divulgación y Enseñanza de la Ciencia y la participación en eventos nacionales e internacionales. Entre los aportes más importantes de la investigación se encuentra la propuesta para la elaboración de videojuegos en ciencias experimentales, basado en lo propuesto por Ramírez (2009), la cual consta de las siguientes etapas:

1. **Análisis instruccional.** Recoge información sobre el soporte tecnológico, las características de los estudiantes, el contexto y el nivel de educación.
2. **Diseño instruccional.** Realiza la triangulación didáctica entre las necesidades formativas de contenido y de habilidades procedimentales, relacionadas con la estructura del videojuego, en donde cada componente presenta una funcionalidad didáctica.

Diseño didáctico del videojuego. Clarifica de forma precisa el escenario del videojuego para el ambiente de aprendizaje, los roles y las conductas que deben asumir los participantes en el videojuego; también contempla las limitaciones (económicas, conceptuales, de *hardware* y *software*) y recursos materiales y digitales del videojuego, las reglas y procedimientos de aplicación del videojuego y el entorno audiovisual del videojuego en cuanto a contenidos, ambiente o metáfora y colores.

Elaboración del guion técnico. Especifica el diseño comunicacional para el recurso electrónico: dispositivos de entrada/salida para la interacción usuario-recurso; zonas de trabajo o menú para el manejo del videojuego (áreas de título, ayuda, trabajo, herramientas, mensajes, animación y otras que defina el diseño, las cuales se mostrarán en una pantalla prototipo); mapa de navegación (menú, bienvenida, instrucciones, contenidos, créditos); retroalimentación (referida a motivaciones y estímulos provistos en el videojuego) y, por último, los requisitos técnicos relacionados con el sistema

operativo y tipo de *software* (libre o con restricciones de propietario) para desarrollar los contenidos.

Gráfica 6. Videojuego Genogenios



Nota. Videojuego para el aprendizaje de la herencia mendeliana en un curso virtual de biología.

A partir de esta investigación, Piña y Ortiz (2014) realizan un aporte importante relacionado con la metodología para la validación educativa de un videojuego para la ciencias experimentales en donde se proponen los siguientes acápites de valoración:

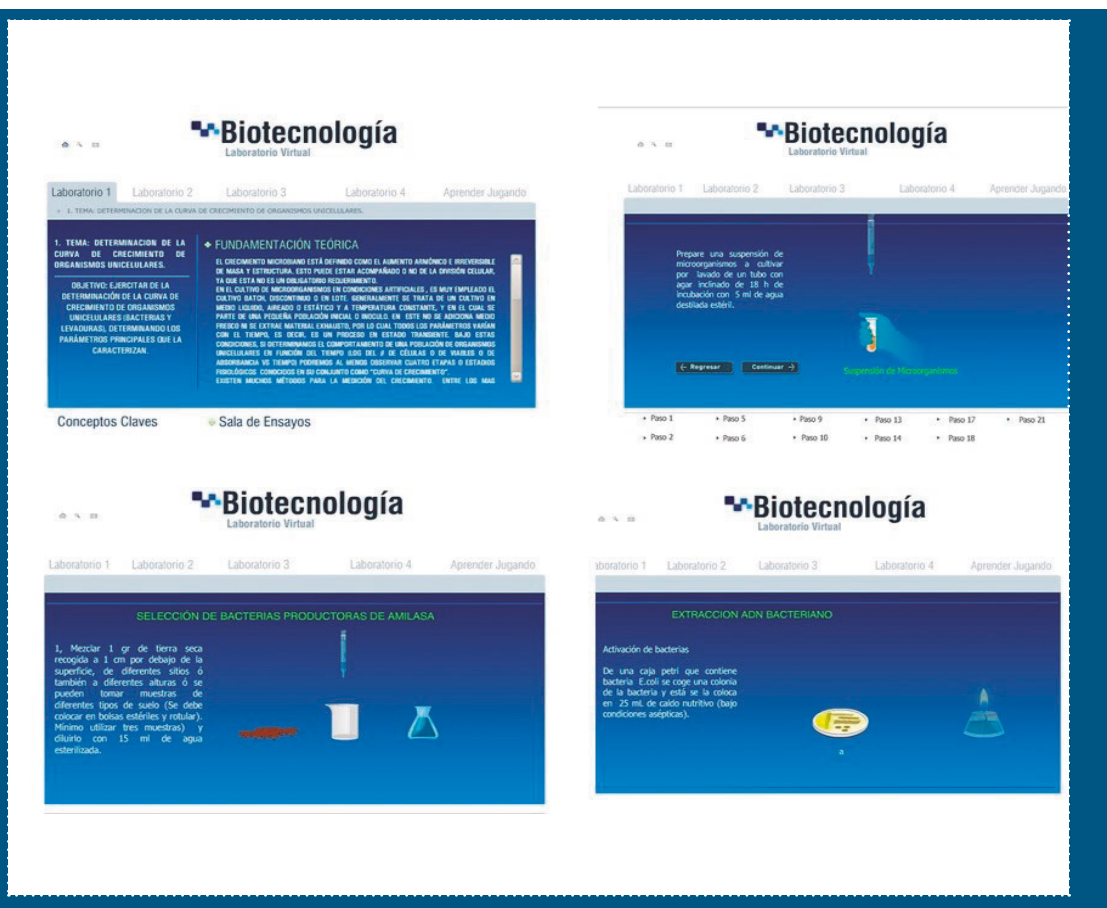
- a. Validación Lúdica.** Se relaciona con las condiciones de usabilidad del juego, ya sea en forma de CD o en línea.
- b. Validación Cognitiva.** Se refiere al grado en que el estudiante percibe la utilidad del videojuego para entrenarse en la forma de solucionar correctamente los problemas de genética.
- c. Validación Tecnológica.** Busca medir la satisfacción con el entorno tecnológico y su interactividad.

Esta propuesta de validación de Genogenios puede adaptarse para validar otras herramientas multimedia educativas.

A la par, Ortiz y Piña (2018) comprobaron que el uso del videojuego es más efectivo para el desarrollo de habilidades en solucionar problemas de genética mendeliana en un ambiente virtual de trabajo colaborativo que cuando el videojuego se usa de forma individual o se compara con una metodología de educación semipresencial sin el uso del videojuego. En este trabajo se concluyó que para una mayor efectividad de las herramientas tecnológicas es necesario que la estrategia tecnodidáctica presente los siguientes espacios didácticos: a) fundamentación teórica del tema, b) familiarización con la herramienta, c) ejercitación por niveles de complejidad cognitiva y procedimental, d) metacognición y e) participación dialógica en foros de trabajo colaborativo.

En 2016, Ortiz y Fernández realizaron una investigación denominada “Diseño instruccional para el desarrollo de la argumentación dialógica en estudiantes de Biotecnología”, donde se propone un diseño instruccional para fomentar la argumentación científica y la evaluación basada en la evidencia. Como producto de la investigación se obtuvo un laboratorio virtual para el curso de biotecnología (como se indica en la gráfica 7) y un artículo de investigación publicado en el año 2016 en la revista Interdisciplinaria.

Gráfica 7. Laboratorio virtual de biotecnología

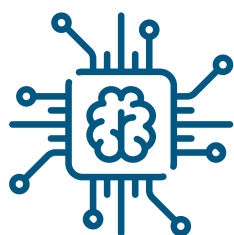


Nota. Tomado de Ortiz (2014).

Dentro de los aportes más importantes se encuentran el diseño para fomentar la argumentación en los foros de trabajo colaborativo en ciencias experimentales. En este diseño se conjugan tres elementos que se relacionan entre sí para garantizar la comunicabilidad, la interacción, la interactividad didáctica y la significancia del aprendizaje. El primer elemento del diseño instruccional corresponde a la enseñanza del modelo argumentativo, el cual se constituye en la guía para la codificación y decodificación en el proceso argumentativo. El segundo elemento considerado es el contexto de aprendizaje a partir del cual se desarrolla la interacción, donde se tuvieron en cuenta los preconceptos, los conocimientos específicos situados en la biotecnología y los retos

cognitivos exigentes como la formulación de hipótesis, la sustentación y evaluación de argumentos, relacionando la teoría con la evidencia empírica obtenida de la interacción de un laboratorio multimedia. El tercer elemento son las mediaciones tecnológicas puesto que en un ambiente virtual los medios son los instrumentos físicos, semióticos o signos por medio de los cuales se facilitan o se hacen más eficientes las formas de acción para el aprendizaje. Por lo tanto, todos los recursos se diseñaron con una intencionalidad didáctica.

Igualmente, en esta investigación se propone una estrategia didáctica basada en la argumentación dialógica (ABAD), que se describe en el capítulo 3 de este libro. Los resultados de la investigación demostraron que los estudiantes que aplicaron la estrategia basada en argumentación dialógica tuvieron mejor desempeño en los foros de trabajo colaborativo, valorado en su capacidad para realizar argumentos estructurados, evaluar la evidencia científica para sostener una hipótesis, realizar contraargumentaciones sustentadas y, por último, en su capacidad para llegar a solucionar problemas a partir de la interacción consensuada basados en la evidencia.



Dentro de los aportes más importantes se encuentran el diseño para fomentar la argumentación en los foros de trabajo colaborativo en ciencias experimentales. En este diseño se conjugan tres elementos que se relacionan entre sí para garantizar la comunicabilidad, la interacción, la interactividad didáctica y la significancia del aprendizaje.

BIBLIOGRAFÍA

Abdulwahed, M. y Nagy, Z. (2011). The TriLab and ilough-Lab portal – Systematic evaluation of the use of remote and virtual laboratories in engineering education. *Computer Aided Chemical Engineering*, 29, 1110-1114. <https://doi.org/10.1016/B978-0-444-54298-4.50001-5>.

Aleven, V. y Koedinger, K. (2002). An effective metacognitive strategy: learning by doing and explaining with a computer-based Cognitive Tutor. *Cognitive Science*, 26(2), 147-179. https://doi.org/10.1207/s15516709cog2602_1

Arias, M. y Navarro, M. (2017). Epistemología, Ciencia y Educación Científica: premisas, cuestionamientos y reflexiones para pensar la cultura científica. *Actualidades investigativas en educación*, 17(3), 1-20. <http://dx.doi.org/10.15517/aie.v17i3.29878>

Ausubel, D., Novak, G. y Hanesian, J. (1983). *Psicología Educativa: Un punto de vista cognoscitivo*. Ed. TRILLAS.

Barajas, J. (2009). La clasificación de los medios tecnológicos en la educación a distancia: un referente para su selección y uso. *Apertura.Revista de Innovación Educativa*, 9(10), 120-129. <https://www.redalyc.org/pdf/688/68812679011.pdf>

Bobbitt, S. (1988) Reasons for Studying: Motivational Orientations and Study Strategies. *Cognition and Instruction*, 5(4), 269-287. https://doi.org/10.1207/s1532690x-ci0504_2

Boling, M., Hough, E., Krinsky, H., Saleem, H. y Stevens, M. (2012). Cutting the distance in distance education: Perspectives on what promotes positive, online learning experiences. *The Internet and Higher Education*, 15(2), 118-126. <https://doi.org/10.1016/j.iheduc.2011.11.006>

Bravo, R. (2016). *Diseño, construcción y uso de objetos virtuales de aprendizaje OVA* (trabajo de grado). Universidad Nacional Abierta y a Distancia – UNAD, Pasto, Colombia. <https://stadium.unad.edu.co/preview/UNAD.php?url=/bitstream/10596/8892/1/108026799.pdf>

Bruner, J. S. Goodnow, J. y Austin, G. A. (1956) *A Study of Thinking*. John Wiley & Sons.

Bunge, M. (1998). *La ciencia. Su método y su filosofía*. Editorial Laetoli.

Byman, A., Järvelä, S. y Häkkinen, P. (2005). What is reciprocal understanding in virtual interaction? *Instr Sci*, 33, 121-136. <https://doi.org/10.1007/s11251-004-7689-8>

Cabero, J. y Costas, J. (2016). La utilización de simuladores para la formación de los alumnos. *Prisma Social*, (17), 343-372. <http://revistaprismasocial.es/article/view/1288>

Cabrera, J., Sánchez, I. y Rojas, F. (2016). Uso de objetos virtuales de aprendizaje OVAs como estrategia de enseñanza-aprendizaje inclusivo y complementario a los cursos teóricos-prácticos. *Revista Educación en Ingeniería*, 11(22), 4-12. <https://doi.org/10.26507/rei.v11n22.602>

Campanario, J. (2002a). El desarrollo de la meta cognición en el aprendizaje de las ciencias: estrategias para el profesor y actividades orientadas al alumno. *Revista de Enseñanza de las Ciencias. Investigación y Experiencias Didácticas*, 18(3), 369-380.

Campanario, J. (2002b). *La enseñanza de las ciencias en preguntas y respuestas*. <http://webdelprofesor.ula.ve/humanidades/marygri/documents/PPD/ObjetivosEnseñanzas.pdf>

Castañeda, D. (2014). *Objeto virtual de aprendizaje como estrategia para la enseñanza de la materia y sus propiedades en los estudiantes de grado 10°* (tesis de maestría). Universidad Nacional de Colombia, Manizales, Colombia. <https://repositorio.unal.edu.co/handle/unal/53049>

Castellanos, D. (2002). *La Comprensión de los procesos del aprendizaje*. Apuntes para un marco conceptual. Editorial Pueblo y Educación.

Chadwick, C. y Antonijevic, N. (1983). Objetivos vs Metas. La crisis curricular ignorada. *Estudios sociales*, (42), 149-160.

Cheung, J. (2019). *Knowing How and Knowing Why: Integrating Conceptual Knowledge in Simulation-based Procedural Skills Training to Support Learning Transfer* (tesis doctoral). Universidad de Toronto, Toronto, Canadá. <http://hdl.handle.net/1807/97814>

Colciencias. (2014). *El estado de la ciencia en Colombia*. Colciencias. <https://minciencias.gov.co/ebook/master/sources/projet/Colciencias-.pdf>

Contreras, G. y Carreño, P. (2012). Simuladores en el ámbito educativo: Un recurso didáctico para la enseñanza. *Revista de la Facultad de Ingeniería*, 13(25), 107-119. <http://www.revistas.usb.edu.co/index.php/Ingenium/article/view/1313>

Cortés, Y. (2017). *Implementación de herramientas TIC como estrategia didáctica para fortalecer la educación ambiental de las estudiantes de grado once de la Institución Educativa San Vicente* (tesis de maestría). Universidad Nacional de Colombia, Palmira, Colombia. https://repositorio.unal.edu.co/bitstream/handle/unal/60829/2017_Yamile_Cortes.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Cross, D., Taasobshirazi, G., Hendricks, S. y Hickey, D. (2008). Argumentation: A strategy for improving achievement and revealing scientific identities. *International Journal of Science Education*, 30(6), 837-861, <https://doi.org/10.1080/09500690701411567>

Dansereau, D. F. (1985). Learning Strategy Research. En J. W. Segal, S. F. Chipman y R. Glaser (Eds.), *Thinking and learning skills: Relating instruction to research* (Vol. 1, pp. 209-239). Erlbaum.

Díaz, F. y Hernández, G (1998). *Estrategias docentes para un aprendizaje significativo. Una Interpretación constructivista*. McGraw Hill.

Dori, Y., Avargil, S., Kohen, S y Saar, L. (2018) Context-based learning and metacognitive prompts for enhancing scientific text comprehension, *International Journal of Science Education*, 40:10, 1198-1220, DOI: 10.1080/09500693.2018.1470351

Dweck, C. S. (1986). Motivational Processes Affecting Learning. *American Psychologist*, 41(10), 1040-1048. <https://doi.org/10.1037/0003-066X.41.10.1040>

EcuRed (2018). Multimedia educativa. *EcuRed*. https://www.ecured.cu/index.php?-title=Multimedia_educativa&oldid=3501241

Faulconer, E. y Gruss, A. (2018). A Review to Weigh the Pros and Cons of Online, Remote, and Distance Science Laboratory Experiences. *International Review of Research in Open and Distributed Learning*, 19(2). <https://doi.org/10.19173/irrodl.v19i2.3386>

Feldon, D., Crotwell, B., Stowe, K. y Showman, R. (2010) Translating expertise into effective instruction: The impacts of cognitive task analysis (CTA) on lab report quality and student retention in the biological sciences. *Journal of Research in Science Teaching*, 47(10), 1165-1185

Flavell, J. H. (1979). Metacognition and Cognitive Monitoring: A New Area of Cognitive-Developmental Inquiry. *American Psychologist*, 34(10), 906-911. <https://doi.org/10.1037/0003-066X.34.10.906>

Galindo, J. y Visbal, L. (2007). Simulación, herramienta para la educación médica. *Salud Uninorte, Barranquilla*, 23(1), 79-95. <http://www.scielo.org.co/pdf/sun/v23n1/v23n1a09.pdf>

Gao, Z., Cai, S., Zhao, Y., Liu, Y. y Xu, H. (2010). Construction and evaluation of Flash Media Server based collaborative virtual hydraulic circuits/equipments. *Computer Application in Engineering Education*, 20(4), 579-593. <https://doi.org/10.1002/cae.20425>

García, A., Hernández, M. y Recamán, A. (2012). La metodología del aprendizaje colaborativo a través de las TIC: una aproximación a las opiniones de profesores y alumnos. *Revista Complutense de Educación*, 23(1), 161-188.

Garcia, Falkner y Vivian (2018) Systematic literature review: Self-Regulated Learning strategies using e-learning tools for Computer Science. *Computers & Education*, 123, 50-163. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2018.05.006>

García, L. (2005). Objetos de Aprendizaje. *Boletín Electrónico De Noticias de Educación a Distancia*. <http://e-spacio.uned.es/fez/eserv/bibliuned:327/editabril2005.pdf>

Gargallo, B., Suarez, J. y Ferreras, A. (2007). Estrategias de aprendizaje y rendimiento académico en estudiantes universitarios. *Revista de Investigación Educativa*, 25(2), 421-441. <https://www.redalyc.org/pdf/2833/283321923010.pdf>

Gargiulo, S. y Gómez, M. (2016). Simuladores educativos: los aspectos cognitivos implicados en el diseño de entornos virtuales de simulación. *Didáctica y TIC. Blog de la Comunidad virtual de práctica "Docentes en línea"*. <http://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/60733>

Garibay, I. (1998). *Temas esenciales de educación*. Editorial Folia Universitaria, UAG.

Garzuzi, V. (2013) El desarrollo de estrategias de aprendizaje durante las trayectorias estudiantiles universitarias. Comparación de su logro en el tramo inicial y final de la carrera. *Revista de Orientación Educacional*, 27(51), 67-86.

Hernández, E. y De Pro Bueno, J. (1998). *Investigación e Innovación en Enseñanza de las ciencias*. Editores DM. <https://doi.org/10.1002/sce.20395>

Huerta, J. y Schoech, R. (2010) Experiential Learning and Learning Environments: The Case of Active Listening Skills. *Journal of Social Work Education*, 46(1), 85-101. <https://www.jstor.org/stable/23044702>

Hugerat, M. (2016). How teaching science using project-based learning strategies affects the classroom learning environment. *Learning Environ Res* 19, 383-395. <https://doi.org/10.1007/s10984-016-9212-y>

Hughes, G. (2019) Developing student research capability for a 'post-truth' world: three challenges for integrating research across taught programmes. *Teaching in Higher Education*, 24(3), 394-411. <https://doi.org/10.1080/13562517.2018.1541173>

Hung, D. y Der-Thanq, Ch. (2001). Situated Cognition, Vygotskian Thought and Learning from Communities of Practice Perspective: Implications for the Design of Web-Based E-learning. *Education Media International*, 38(1), 3-12.

Instituto Colombiano para el Fomento de Educación (ICFES). Saber Pro. <https://www2.icfes.gov.co/web/guest/resultados-saber-pro>.

Jara, C., Candelas, F., Torres, F., Dormido, S. y Esquembre, F. (2012). Synchronous collaboration of virtual and remote laboratories. *Computer Applications in Engineering Education*. 20(1), 124-136. <https://doi.org/10.1002/cae.20380>

Jaramillo, J. y Quintero, D. (2014). *Desarrollo de un ambiente virtual de aprendizaje fundamentado en la lúdica que estimule el pensamiento aleatorio en los estudiantes de grado cuarto y quinto de primaria de la Institución Educativa El Hormiguero* (tesis de maestría). Universidad Libre, Cali, Colombia. <https://repository.unilibre.edu.co/handle/10901/7880>

Jiménez, C., Parra, P. y Bascuñan, N. (2007) Modelo de aprendizaje por descubrimiento para alumnos de química básica experimental. *Edusfarm, Revista d'educació Superior en Farmàcia*, (2), 1-18. <http://www.publicacions.ub.edu/revistes/edusfarm2/documentos/122.pdf>

Kollar, I., Fischer, F. y Hesse, F. (2010). Collaboration Scripts – A Conceptual Analysis. *Educational Psychology Review*, 18(2), 159-185. <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-00703937/document>

Kreutzer, M., Leonard, S., Flavell, J. y Hagen, J. (1979). An Interview Study of Children's Knowledge about Memory. *Monographs of the Society for Research in Child Development*: 40(1), 1-60.

Kuhn, D. (2010). Teaching and Learning Science as Argument. *Science Education*, 94(5), 810-824. <https://doi.org/10.1002/sce.20395>

López M. y Morcillo J. (2007). Las TIC en la enseñanza de la Biología en la educación secundaria: los laboratorios virtuales. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 6 (3), 562-576.

López, B. (2002). Desarrollar conceptos de física a través del trabajo experimental: Evaluación de auxiliares didácticos. *Revista de Enseñanza de Las Ciencias*, 20(1), 115-132.

Lorandi, A., Hermida, G., Hernández, J. y Ladrón de Guevara, E. (2011). Los laboratorios virtuales y laboratorios remotos en la enseñanza de la ingeniería. *Revista Internacional de Educación en Ingeniería*, 4, 24-30. http://bibliografia.eovirtual.com/LorandiA_2011_Laboratorios.pdf

Luca, J. y Oliver, R. (2004). Supporting Teamwork and Collaboration with Online Technologies. En L. Cantoni y C. McLoughlin (Eds.), *Proceedings of ED-MEDIA 2004--World Conference on Educational Multimedia, Hypermedia & Telecommunications* (pp. 1460-1467). Association for the Advancement of Computing in Education (AACE). <https://www.learntechlib.org/primary/p/12667/>

Mayer, R. (2010) Applying the science of learning to medical education. *Medical Education*, 44(6), 543-549. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2923.2010.03624.x>

Melallo, V. (2001). ¿Por qué a los profesores de ciencias nos cuesta tanto cambiar nuestras concepciones y modelos didácticos? *Revista Interuniversitaria de Formación de Profesorado*, 40,17-30.

Merrill, D. y ID2 Research Group (1996). Instructional Transaction Theory: Instructional Design Based on Knowledge Objects. *Educational Technology*, 36(3), 30-37.

Ministerio de Educación Nacional. (2006). Objetos Virtuales de Aprendizaje e Informativos. *Portal Colombia Aprende*. <https://www.mineducacion.gov.co/1621/article-82739.html>

Moncada, J. (2013). Las estructuras cognitivas en la construcción de un modelo didáctico para Ambientes Virtuales de Aprendizaje (AVA). *Itinerario Educativo*, 27(61), 65-88. <https://doi.org/10.21500/01212753.1390>

Monereo, C. (2014). Las Estrategias de aprendizaje en la educación formal. Enseñar a pensar y sobre el pensar. *Infancia y aprendizaje*, 13(50), 3-25.

Mujica, J. (2011). *Didáctica General*. Editorial Pueblo y Educación.

National Board for Professional Teaching Standards. (2012). *Building a Pipeline of Teaching Excellence. Investing In Innovation*. <https://www2.ed.gov/programs/innovation/2012/nbptsnar.pdf>

Nisbet, J. y Shucksmith, J. (2017). *Learning Strategies*. Taylor Y Francis.

Nussbaum, M., Sinatra, G. y Poliquin, A. (2008). Role of Epistemic Beliefs and Scientific Argumentation in Science Learning. *International Journal of Science Education*, 30(15), 1977-1999.

Observatorio de la Universidad Colombiana (2018). Indicadores. <https://www.universidad.edu.co/matricula-por-areas-de-conocimiento/>

Orrantia, J., Morán, M. y Gracia, A. (1997). Evaluación y Zona de Desarrollo Próximo: una aplicación a contenidos procedimentales. *Cultura y Educación*, 9(2, 3), 39-56. <https://doi.org/10.1174/113564097761403481>

Ortiz, F. (2014). Diseño de una Actividad de Aprendizaje Basada en la Argumentación Dialógica en un curso Virtual de Biotecnología y su Incidencia en el Desarrollo de Competencias Científicas. *Tesis Doctoral. Nova Southeastern University*. https://nsuworks.nova.edu/fse_etd/56/

Ortiz, F. y Fernández, P. (2016). Diseño instruccional para argumentación científica en línea. *Interdisciplinaria*, 33(2), 231-249. <https://www.redalyc.org/pdf/180/18049289003.pdf>

Ortiz, F. y Piña, C. (2018). Estrategia tecno-didáctica para la solución de problemas de genética en estudiantes de educación a distancia. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 15(2), 1-19.

Ortiz, F., Álava, C., Argoty M. y Fernández P. (2009) Valoración del desarrollo conceptual y de las habilidades procedimentales y de razonamiento utilizando como mediador didáctico un simulador para procesos de panificación. *Revista de Investigaciones UNAD*, 8(1), 161-172.

Padilla, N., Collazos, C., Gutiérrez, F. y Medina, N. (2012). Videojuegos educativos: teorías y propuestas para el aprendizaje en grupo. *Ciencia e Ingeniería Neogranadina*, 22(1), 139-150. http://www.scielo.org.co/scielo.php?pid=S0124-81702012000100009&script=sci_abstract&lng=es

Parolo, M., Barbieri, L. y Chrobak, R. (2004). La metacognición y el mejoramiento de la enseñanza de química universitaria. *Enseñanza de las Ciencias*, 22(1), 79-92.

Pedreira, A. y Da Silva, M. (2019). How the Textbook is Inserted in the Pedagogical Practice of Biology High School Teachers in Sobradinho, Distrito Federal, Brazil. *IARTEM E-Journal*, 10(1-2), 91-106. <https://doi.org/10.21344/iartem.v10i1-2.717>.

Peñaloza, E., García, C. y Espinosa, M. (2011). La argumentación como recurso para el aprendizaje colaborativo en internet: Una propuesta. *Documentos*. <http://ilitia.cua.uam.mx:8080/jspui/bitstream/123456789/69/1/186%20-%20Eduardo%20Pe%C3%B1alosa%20Castro%2C%20Caridad%20Garc%C3%ADa%20Hern%C3%A1ndez%20y%20Margarita%20Espinosa%20Meneses.pdf>

Petegem, P. y Donche, V. (2006). Learning Environment Research in Higher Education: Assessing Constructivist Approaches to Learning, Teaching and Learning to Teach. En D. Fisher y M. Swe Khine (Eds.) *Contemporary Approaches to research on learning environments*. Worldviews (pp. 93-124), World Scientific Publishing.

Piña, C. (2010). *Simulación multimedia interactiva para el aprendizaje procedimental del microscopio*. Ediciones Hispanoamérica.

Piña, C. y Ortiz, F. (2014) Validación del Videojuego Genogenios como mediador didáctico para el aprendizaje de las leyes de la herencia y su aplicación en problemas de genética. *Memorias del XV Encuentro Virtual Educa – Perú*, 301-319. <http://recursos.portaleducoas.org/sites/default/files/VE14.301.pdf>

Piña, C., Ortiz, F. y Salazar, Y. (2015). Diseño instruccional de un videojuego para la enseñanza de las leyes de la herencia en un curso virtual de Biología. *Investigación y apropiación social del conocimiento*, 208-217.

Pontes, A. (2005). Aplicaciones de las tecnologías de la información y de la comunicación en la educación científica. Segunda parte: aspectos metodológicos. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 2(3), 330-343. https://www.researchgate.net/deref/http%3A%2F%2Fdx.doi.org%2F10.25267%2FRev_Eureka_ensen_divulg_cienc.2005.v2.i3.03

Rahbek, N., Treusch, A. y Wiegand, C. (2017). Virtual laboratories in science education: students' motivation and experiences in two tertiary biology courses. *Journal of Biological Education*, 51(4), 358-374, <https://doi.org/10.1080/00219266.2016.1257498>

Ramírez, M. (2009). Recursos tecnológicos para el aprendizaje móvil (mlearning) y su relación con los ambientes de educación a distancia: implementaciones e investigaciones. *Revista Iberoamericana de Educación a Distancia*, 12(2), 57-82. <https://doi.org/10.5944/ried.2.12.901>.

Ramírez, A. (2017). Aprendamos química en ambientes virtuales. *Colombia aprende. La red del conocimiento*. <http://aprende.colombiaaprende.edu.co/es/teachers/experience/teacher?combine=&page=22>

Reid, D., Zhan, J. y Chen, Q. (2003). Supporting scientific discovery learning in a simulation environment. *Journal of Computer Assisted Learning*, (19), 9-20.

Rodríguez, W. (2015). Reflexividad histórica, problematización e indagación dialógica como herramientas para repensar el concepto vygotskiano de zona de desarrollo próximo. *Revista Puertorriqueña de Psicología*, 26(1), 10-24. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5891741>

Rowell, J.A. (2002). Piagetian Epistemology: Equilibration and the Teaching of Science. *Synthese*. 80(1), 141-162.

Ryder, J., Leach, J. y Driver, R. (1999) Undergraduate science students' images of science. *Journal of Research in Science Teaching*, 36(2), 201-219. [https://doi.org/10.1002/\(SICI\)1098-2736\(199902\)36:2<201::AID-TEA6>3.0.CO;2-H](https://doi.org/10.1002/(SICI)1098-2736(199902)36:2<201::AID-TEA6>3.0.CO;2-H)

Sadler, T., Burgin, S., McKinney, L. y Ponjuan, L. (2010). Learning Science through Research Apprenticeships: A Critical Review of the Literature. *Journal of Research in Science Teaching*, 47(3), 235-256.

San Millan, P. (2006). *Looking for critical thinking in online threaded discussions*. *Journal of Educational Technology Systems*, 35(3), 241-260. <https://files.eric.ed.gov/fulltext/EJ846722.pdf>

Sansone, C. & Thoman, D. (2007). Maintaining Activity Engagement: Individual Differences in the Process of Self-Regulating Motivation. *Journal of personality*. 74(6), 1697-1720.

Schiefele, U., Krapp, A. y Schreyer, I. (1993). A Meta-analysis of the Interaction between Scholastic Interest and Scholastic Achievement. *Pedagogic & Psicologic*, 25(2), 120-148.

Segal, J., Chipman, S. y Glaser, R. (1985). *Thinking and learning skills. Volume 1: Relating Instruction to Research*. Routledge Erlbaum.

Segovia, R. (2009). Simulación de sistemas para la optimización del almacenamiento y despacho de los productos de gas natural. *Ingeniería Industrial*, (27), 81-98. <https://www.redalyc.org/pdf/3374/337428493006.pdf>

Seymour, E., Hunter, A., Laursen, S y De Antoni, T. (2004). Establishing the benefits of research experiences for undergraduates in the sciences: First findings from a three-year study. *Science Education*, 88(4), 493-534. <https://doi.org/10.1002/sce.10131>

Shernoff, D., Csikszentmihalyi, M., Shneider, B. y Shernoff, E. (2003). Student Engagement in High School Classrooms from the Perspective of Flow Theory. *School Psychology Quarterly*, 18(2), 158-176.

Sierra, J. y Perales, F. (2003). The effect of instruction with computer simulation as a research tool on openended problem solving in a Spanish physics classroom of 16-year-olds. *Journal of Computers in Mathematics and Science Teaching*, 22(2), 119-140.

Simonson, M., Smaldino, S., Albright, M. y Zvacek, S. (2009). *Teaching and learning at a distance: Foundations of distance education*. Pearson.

Smith, L. y Renzulli, J. (1984). Learning Style Preferences: A Practical Approach for Classroom Teachers. *Theory into Practice*, 23(1), 44-50. <https://doi.org/10.1080/00405848409543088>

Sorensen, A., Corral, L., Dauer, J. y Fontaine, J. (2018) Integrating Authentic Scientific Research in a Conservation Course-Based Undergraduate Research Experience. *Natural Sciences Education*, 47(1), 1-10. <https://doi.org/10.4195/nse2018.02.0004>

Swaak, J. y De Jong, T. (2001). Learner vs. System Control in Using Online Support for Simulation-based Discovery Learning. *Learning Environments Research*, 4(3), 217-241. <https://doi.org/10.1023/A:1014434804876>

Sweller, J. (2005). Implications of Cognitive Load Theory for Multimedia Learning. En R. Mayer (Ed.), *The Cambridge Handbook of Multimedia Learning* (pp. 19-30). Cambridge University Press. <https://doi.org/10.1017/CBO9780511816819.003>

Toulmin, S., Rieke, R. y Janik, A. (1984). *An introduction to reasoning*. Collier Macmillan Publishers.

Van Berkum, J., Hijne, H., De Jong, T., Van Joolingen, W. y Njoo, M. (1995). Characterizing the Application of Computer Simulations in Education: Instructional Criteria. En D. Leake y A. Ram (Eds.), *Goal-Driven Learning* (pp. 381-392). MIT Press.

Vygotski, L. (1989). *El desarrollo de los procesos psicológicos superiores*. Editorial ITDE.

Waugh, M. y Su-Searle, J. (2014). Student Persistence and Attrition in an Online M. S. Program: Implications for Program Design. *International Journal on E-Learning*, 13(1), 101-121. <https://www.learntechlib.org/primary/p/38649/>

Weinstein, C. E. y Mayer, R. E. (1986). The Teaching of Learning Strategies. En M. C. Wittrock (Ed.), *Handbook of Research on Teaching*. McMillan.

Wickman, P. y Östman, L. (2002). Learning as discourse change: A sociocultural mechanism. *Science Education*, 86(5), 601-623. <https://doi.org/10.1002/sce.10036>

Winn, W., Stahr, F., Sarason, C., Fruland, R., Oppenheimer, P y Lee, Y. (2006) Learning oceanography from a computer simulation compared with direct experience at sea. *Journal of Research in Science Teaching*, 43(1), 25-42. <https://doi.org/10.1002/tea.20097>

Wood, P. (2012). *Teacher Strategies: Explorations in the Sociology of the School*. Routledge.

Zelaya, V. y Campanario, J. (2001). 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*, 4(1). <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=1031289>

Zilberstein, J. y Cruz, O. (2014). Las estrategias de aprendizaje desde una didáctica desarrolladora. *Atenas*, 3(27), 42-52. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=4780/478047203004>



UNIVERSIDAD NACIONAL ABIERTA Y A DISTANCIA (UNAD)

Sede Nacional José Celestino Mutis
Calle 14 Sur 14-23
PBX: 344 37 00 - 344 41 20
Bogotá, D.C., Colombia

www.unad.edu.co



978-958-651-818-5