

Heutagogía de la Relatividad: Argumentación y discusión científicas, mediadas por un foro virtual

Heutagogy of relativity: Scientific argumentation and discussion, mediated by a virtual forum

Guillermina Ávila García: Instituto Politécnico Nacional, Centro de Estudios Científicos y Tecnológicos, México.

gavilag@ipn.mx

Fecha de Recepción: 05/08/2024

Fecha de Aceptación: 05/10/2024

Fecha de Publicación: 29/01/2025

Cómo citar el artículo:

Ávila García, G. (2025). Heutagogía de la Relatividad: Argumentación y discusión científicas, mediadas por un foro virtual [Heutagogy of relativity: Scientific argumentation and discussion, mediated by a virtual forum]. *European Public & Social Innovation Review*, 10, 01-19. <https://doi.org/10.31637/epsir-2025-1193>

Resumen

Introducción: El desarrollo de las habilidades del siglo XXI requiere repensar los procesos de aprendizaje; considerando las relaciones e interacciones entre estudiantes y docentes, las prácticas de enseñanza y la forma en que se evalúa, por lo que la propuesta basada en la heutagogía es propicia para la autorregulación del aprendizaje a través de un foro virtual con el tema de relatividad. **Metodología:** El estudio de caso describe una muestra por conveniencia de 20 estudiantes, que considera los argumentos y la emisión de juicios de los estudiantes sobre el concepto de relatividad durante el foro y analizados a través del software Atlas.ti. **Resultados:** La implementación del foro con enfoque de heutagogía proporciona elementos para que el estudiante considere y piense en su propio aprendizaje, mostrando eficacia en la interactividad para el intercambio de mensajes, aunque no siempre se produce aprendizaje. **Discusión:** Se requiere que la estrategia con enfoque heutagógico se aplique en los siguientes semestres para poder hacer un comparativo y la eficacia del enfoque. **Conclusiones:** El diseño de la estrategia didáctica acredita que el uso de un foro con el contenido apropiado y de acuerdo con el nivel de estudios de los estudiantes tiende al aprendizaje heutagógico.

Palabras clave: heutagogía; estrategia didáctica; construcción del conocimiento; comunicación; interacción; habilidades del siglo XXI; foro de discusión; relatividad.

Abstract

Introduction: The development of 21st require rethinking the learning processes; considering the student-teacher relationships, teaching practices and the way in which it is evaluated, so the proposal based on heutagogy is conducive to self-regulation of learning through a virtual forum for learning relativity. **Methodology:** A case study with a convenience sample of 20 students, analyzing the arguments and the students' judgments about the concept of relativity, analyzed through the Atlas.ti software. **Results:** The implementation of the forum with a heutagogy approach provides elements for students to consider and think about their own learning, showing effectiveness in the interactivity for the exchange of messages, although learning does not always occur. **Discussions:** : It is required that the strategy with heutagogy approach be applied in the following semesters to be able to make a comparative and the effectiveness of the approach. **Conclusions:** The design of the didactic strategy proves that the use of a forum with appropriate content and according to the student's level of studies tends to heutagogy learning.

Keywords: heutagogy; didactic strategy; knowledge construction; communication; 21st century skills; discussion forum; relativity; critical thinking.

1. Introducción

La globalización y la incursión de las tecnologías han modificado el quehacer humano de modo radical sobre todo en la manera en que se comunican y colaboran, por lo que los estudiantes requieren mayores habilidades analíticas y comunicativas, capacidad para resolver problemas, creatividad e iniciativa, sobre todo saber construir el conocimiento de modo efectivo con otros (Bujanda *et al.*, 2014).

La física en el nivel de bachillerato en México considera el enfoque disciplinar orientado a favorecer en los estudiantes la expresión oral y escrita, su pensamiento crítico y reflexivo, su aprendizaje autónomo y trabajo colaborativo, este permitirá el desarrollo de las competencias, resolviendo estudios de caso en un contexto académico, donde se utiliza el método axiomático deductivo de la física moderna (Plan y programa de estudios, 2008).

Actualmente en el Centro de Estudios Científicos y Tecnológicos (CECyT) No. 11 del Instituto Politécnico Nacional (IPN), se ofrece el bachillerato en modalidad escolarizada en modo presencial, no obstante, el mismo programa de estudios recomienda la incorporación de al menos una hora en otros ambientes; asimismo Ávila (2021) describe la importancia de formar a los estudiantes en el uso y manejo de plataformas educativas, con el fin de no distraer la atención de la asignatura y observar las mejoras en el aprendizaje.

Esta investigación se inicia una vez detectadas las dificultades para comprender la teoría de la relatividad que se estudia en sexto semestre de bachillerato y tienen su origen en que los efectos relativos no forman parte de las experiencias cotidianas y en que parecen entrar en conflicto con ellas, además, de que no es posible observar directamente los efectos relativos de demostración (Kizilcik y Yavas, 2017).

Para esta investigación se hizo uso del concepto de Relatividad para estudiantes de bachillerato a través de la implementación de un foro de discusión mediado por la plataforma Moodle, donde se destaca la construcción de su propio aprendizaje de los estudiantes de forma paralela al curso en presencial.

Por otro lado, Trucco y Palma (2020) señalan que, en los últimos años, con la masificación de la conectividad sobre la base de Internet móvil y el incremento de dispositivos digitales, ha obligado a las políticas educativas ha redirigir sus esfuerzos a la formación de habilidades digitales en los estudiantes, pero a pesar de esto, los países de América Latina y el Caribe están desigualmente preparados para enfrentar esta crisis de la digitalización. Así, tanto la Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), respecto a la gestión del conocimiento, (CEPAL, 2020), como Trucco y Palma (2020), señalan que aún persisten brechas considerables en el acceso efectivo al mundo digital, lo que tiene profundas afectaciones en las oportunidades y la participación de las nuevas generaciones.

1.1. Marco teórico

El aprendizaje en línea se refiere tanto a los recursos educativos en línea como a los recursos privados de las instituciones que de acuerdo con Goh (2019) enfatiza en el establecimiento de una sólida comunidad de aprendizaje en línea que facilita la construcción del conocimiento.

A su vez la construcción del conocimiento es una “responsabilidad cognitiva colectiva” (Zhang *et al.*, 2009) de la cual una comunidad de estudiantes puede producir y mejorar continuamente sus ideas y convertirse en algo valioso para el grupo.

Esta investigación se llevó a cabo en línea debido al confinamiento por COVID-19 en el primer semestre del año 2020; el aprendizaje fue regulado por medio del uso de la plataforma de aprendizaje en línea Moodle, basado principalmente: lecturas, ejercicios, videos sobre la Relatividad y posteriormente se llevó a cabo un foro de discusión, el cual permitió a estudiantes y profesores intercambiar ideas mediante la publicación de comentarios como parte de un “hilo conductor”.

La investigación considera las habilidades del siglo XXI en relación con el plan y programa de estudios del CECyT 11, además toma en cuenta el enfoque heurístico para el aprendizaje con el fin de describir la autonomía y autodeterminación en el desarrollo del estudiante a través de un foro de discusión en donde se fomenta la participación individual enriquecida por el grupo.

1.2. Habilidades del siglo XXI

Las habilidades del siglo XXI que orientan esta investigación son alfabetización de lectura-escritura y la comunicación que conforme a los materiales, además de la implicación de comprender conceptos, principios y procesos científicos y ser capaz de evaluar críticamente la importancia científica, haciendo referencia a la alfabetización científica (UNESCO, 2023) y el foro de discusión permiten la construcción del conocimiento dando lugar al desarrollo de un aprendizaje heurístico en los estudiantes.

Considerando la competencia comunicativa y de colaboración en la era digital como efectivas y fundamentales ya que cierran las brechas geográficas y culturales, también se entabla un diálogo constructivo que es crucial para el trabajo en equipo, liderazgo y la construcción de relaciones positivas (Kishore *et al.*, 2024).

El enfoque hacia la construcción del conocimiento es el reconocimiento del papel de la analítica del aprendizaje para rastrear el desarrollo de *ideas iniciales* de los estudiantes (Teo *et al.*, 2022); haciendo hincapié en la *mejora progresiva y el crecimiento de ideas* en la comunidad (Chen *et al.*, 2023); derivado de estas ideas se busca una comunidad de aula a través de una *visión comunitaria* que siembre *diversidad de ideas/preguntas* considerando que profesores y

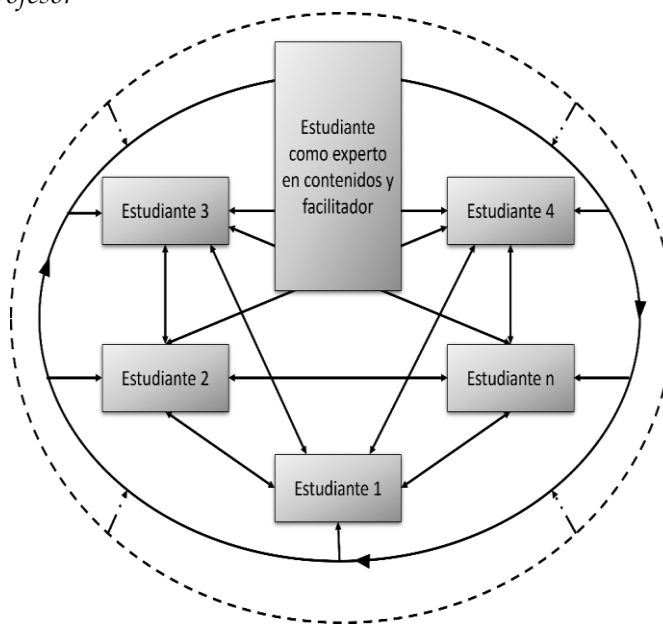
estudiantes desarrollen conjuntamente preguntas para la indagación colectiva (Zhang *et al.*, 2018); la *comunidad escolar y docente* se desarrolla a nivel escolar para promover comunidad docente compartiendo buenas prácticas, pero también reflexionando continuamente sobre los desafíos de la pedagogía basada en principios y la *agencia epistémica* de los estudiantes (Chen *et al.*, 2023).

1.3. Implementación del enfoque heutagógico en la educación de bachillerato

En esta indagación se propone a través de un foro LMS (*Learning Management System* o de Gestión del aprendizaje) como una estrategia integral de aprendizaje inclusivo (Wang y Darahuge, 2023); los foros virtuales de naturaleza asíncrona como se llevó a cabo en esta investigación proporcionan a los alumnos tiempo para reflexionar antes de responder, lo que da lugar a conversaciones enriquecedoras y significativas (Ouariach *et al.*, 2024), en concordancia con Neil y Maria (2007) mostrado en la figura 1, donde establecen que en un foro se prioriza la experiencia y la facilitación de los estudiantes con el instructor actuando como supervisor del diálogo, que es precisamente la propuesta aunada con el enfoque heutagógico.

Figura 1.

Interacción estudiantes-profesor



Fuente. Neil y Maria, 2007.

La heutagogía es fundamentalmente un enfoque centrado en el alumno que requiere un cambio de paradigma en la enseñanza y el aprendizaje, aplicando el enfoque de heutagogía se mejora el pensamiento crítico y la autogestión de los estudiantes (Chun y Abdullah, 2021; Rathakrishnan y Raman, 2021). El fomento de la heutagogía en estudiantes de bachillerato se hace imprescindible para enfrentar una era donde los conocimientos son provisionales, ya que, permitirá al alumnado enfrentar situaciones futuras inciertas y probablemente complejas (Molinar, 2018). Un aliado para habituar a los estudiantes a ser aprendices de por vida es la tecnología (Moore, 2021) como en esta indagación se acredita, ya que, a través de la plataforma virtual Moodle, se proporcionan los insumos, instrucciones y se acerca la retroalimentación a los estudiantes.

1.4. Estudio de la Relatividad en Bachillerato

Buitrago y Andrés (2021) destacan que las razones por las que no se enseña Física moderna en los colegios son numerosas, entre otras, falta de formación de los profesores, dificultades experimentales, carencia de recursos didácticos y desinterés por enseñar un área que presenta alta dificultad conceptual.

Con base en lo anterior, al momento de realizar esta investigación, la documentación con respecto a la didáctica en el campo de la física relativista en México es escasa. En el caso del plan y programa de la Escuela Nacional Preparatoria Mapa curricular año-plan 1996 pertenecientes a la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM, 2023) se estudian los conceptos de los principios de la Relatividad mediante lecturas. En el Colegio de Bachilleres y del programa de estudios del componente básico del marco curricular común de la Educación Media Superior se establecen el estudio de la Física Clásica, sin contenidos de Física relativista.

Para el caso de los CECyT del IPN que corresponden al área 1, que están orientados hacia la ingeniería y ciencias Físico-Matemáticas, los estudiantes cursan cuatro semestres de Física, siendo el último curso donde se estudian temas de Física Moderna enfatizando en conceptos y principios relativistas y de mecánica cuántica, aunque estos temas son estudiados al final del semestre y se realizan a modo de una investigación sin dar la profundidad adecuada a los aspectos teóricos propios del tema (Ávila, 2022).

El estudio de la física relativista es prioritario en la educación de bachillerato por el pensamiento y argumentación que desarrollan los alumnos a partir de las estrategias didácticas que implementan los docentes y que más adelante se detallan.

1.5. Foro de discusión virtual

El desarrollo de la competencia argumentativa requiere que el estudiante sea capaz de evaluar la información, la resolución de contradicciones, la reconsideración de afirmaciones (Posada, 1999), además de considerar tres aspectos fundamentales:

- 1º) La estructura o complejidad del argumento (componentes);
- 2º) El contenido del argumento y
- 3º) Naturaleza de la justificación (Sampson y Clarck, 2008).

En esta investigación aspira a desarrollar el aprendizaje heutigógico, mediante el fomento de la argumentación científica, habilidad que se considera deben desarrollar los estudiantes de bachillerato, para la expresión o parafraseo de conocimiento científico, ya sea en un ambiente virtual (a través de foros de discusión) o en ambientes presenciales.

Con respecto al foro de discusión virtual es lógico que se convierta en un espacio de argumentación (Guiter y Romeu, 2008), en los cursos online a través de la incursión de foros de debate pueden utilizarse como medio de discusión cuando se tienen dificultades de comprensión lo cual influye en una buena percepción del aprendizaje (Sudarwati *et al.*, 2017).

1.6. La problemática

La identificación de los problemas considerando a Klein (2012) que describe en las evaluaciones las deficiencias de aprendizajes en los estudiantes como la comparación de dos modelos y grado de madurez en el tema; además consideramos también a Solano *et al.*, (2016) que manifiestan que los estudiantes presentan dificultad para: la organización ante el estudio, habilidad para concentrarse, habilidad para tomar apuntes, habilidad para realizar trabajos escritos entre otros.

Desde la perspectiva de Solé (1992) “leer es un proceso de interacción entre el lector y el texto, proceso mediante el cual el primero intenta satisfacer u obtener una información pertinente para los objetivos que guían su lectura”.

En esta indagación, la lectura desempeña un papel importante para la disertación en el foro de discusión.

2. Metodología

La metodología con enfoque cualitativo estimó el proceso de los datos obtenidos durante el foro de discusión, teniendo en cuenta los mensajes expuestos por los estudiantes (estos se analizaron mediante el uso del software de Atlas.ti versión 9 (2020)). Considerando que (retomado de Ávila 2022):

- Recopilación de datos en una sola unidad hermenéutica, compuesto por los documentos de la literatura analizada, transcripciones de foro y memos.

Hermida y Quintana (2019) señalan que la hermenéutica ofrece una alternativa para investigaciones centradas en la interpretación de textos, la información se organiza y almacena en un único archivo que se denomina unidad hermenéutica (UH), dicha UH contiene toda la información producida en el transcurso del análisis de la investigación (Muñoz-Justicia y Sahagún-Padilla, 2017).

Esta indagación considera que los memos, de acuerdo con Riaño y Vega (2018), cumplen un papel fundamental dentro del proceso de codificación e interpretación en Atlas.ti.

Esta investigación considera la puesta en escena de la estrategia didáctica con el fin de interpretarla, ya que está conformada por investigaciones, notas del propio investigador y mensajes de los estudiantes obtenidos del foro de discusión.

- Las citas como segmentos de documentos que a su vez se vincularon con códigos que en esencia sugieren una parte de los datos. Posteriormente se lleva a cabo un agrupamiento de códigos que se representaron en una red semántica que enriqueció la información desde la perspectiva visual, permitiendo una comprensión de la investigación.

Verd (2005) define una red semántica como una representación gráfica en forma de nodos y acos interconectados (es decir, en forma de red) que tiene como objetivo representar un determinado conocimiento. Y para la red semántica los nodos representan conceptos y los lazos una pertenencia taxonómica.

- El análisis e interpretación de los datos a través de la codificación y comparación, recodificación hasta considerar los puntos más relevantes de la investigación, los cuales son: ideas reales/diversidad de ideas; agencia epistémica; Comunidad del

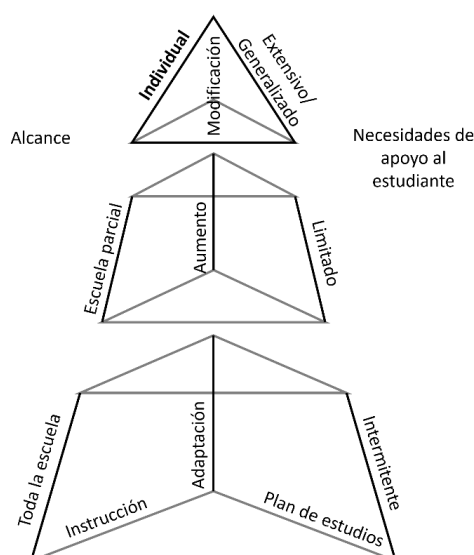
conocimiento; Visión comunitaria/docentes y estudiantes; Mejora progresiva y evaluación.

En esta investigación se aplicó un muestreo por conveniencia, toda vez que la aspiración de este estudio no es la generalización, sino el análisis del fenómeno educativo en el contexto real, es decir, el abordaje de un tema complejo de la física, la relatividad, de una forma no tradicional y cómo influye esta propuesta didáctica en el logro de los objetivos de la gestión del aprendizaje.

A continuación, se describen las fases en armonía con lo propuesto por Berrocal y Expósito (2011), del proceso de esta indagación y la forma en que se articula la investigación con el Modelo Multinivel de Wehmeyer que en la figura 2 se muestra con la finalidad para el desarrollo de la heurística en los estudiantes.

Figura 2.

Enfoque multinivel



Fuente. Wehmeyer *et al.*, 2002.

El método y la ruta cualitativa se basa en su vertiente fenomenológica y descriptiva, considerando las fases en armonía con lo propuesto por Berrocal y Expósito (2011) del proceso de esta indagación y la forma en que se articula la investigación-acción con el Modelo de Wehmeyer para el desarrollo de la heurística en los estudiantes.

a. *Diagnóstico de la situación.* De acuerdo con los resultados del Programa para la Evaluación Internacional de los alumnos [PISA] (PISA, 2018, 2022), "Casi ningún estudiante demostró alta competencia en ciencias". Esto significa que cuando los estudiantes no tienen una competencia científica elevada no pueden emplear de forma creativa y autónoma su conocimiento científico en determinadas situaciones.

La competencia innovadora fue en esa ocasión el pensamiento creativo que destaca en la medición del conocimiento y las habilidades de los estudiantes en un contexto de proliferación de las tecnologías de la información y la comunicación, y su capacidad para responder a las demandas de un mundo en constante cambio, donde la innovación y la creatividad son elementos clave para la adaptación (PISA, 2022).

El modelo de Wehmeyer *et al.* (2002) se describe a continuación:

b. *Acción.* Poner en marcha el plan de acción que se muestra para materializar la heurística en los estudiantes en consonancia con el modelo propuesto por Wehmeyer *et al.*, (2002) y se sistematizó con la secuencia didáctica. Esta fase de acción que señalan Berrocal y Expósito (2011) se robustece con la propuesta de Wehmeyer *et al.*, (2002) posibilitando la orientación hacia la heurística del estudiante.

b1. Fase 1. Establecer un objetivo

Refiere preguntas al alumno.

Este tipo de preguntas enfocadas a lo que el estudiante quiere aprender, donde el docente permite que los estudiantes identifiquen sus puntos fuertes y necesidades, así como sus intereses, creencias y preferencias, que orienten a la toma de decisiones:

¿Qué quieres aprender de relatividad?

¿Qué entiendes por relatividad?

¿Qué le puedes comentar a alguien con respecto al tema de relatividad?

¿Cómo se relaciona la relatividad con tu entorno cotidiano?

¿Requieres estudiar o cambiar algo para comprender el concepto de relatividad?

¿Cómo puedes lograr la comprensión del tema de relatividad?

b2. Fase 2. Planificar la acción

Estudiante: ¿Cuál es mi plan?

En esta fase, el docente permite que el estudiante autoevalúe sus objetivos, la colaboración del docente con el estudiante para la identificación de estrategias de instrucción adecuadas, ayudando al estudiante a poner en práctica estrategias de aprendizaje dirigidas, permitiendo al alumno a autocontrolar su progreso:

¿Qué puedo hacer para aprender la relatividad?

¿Qué factores no he tomado en cuenta en el concepto de relatividad?

¿Cómo saber más acerca de la relatividad?

¿Qué medidas tomaré en cuenta para consolidar el concepto de relatividad?

b3. Fase 3. Ajustar el plan de acción

Estudiante: ¿Qué he aprendido?.

Para esta fase el docente permite que el estudiante autoevalúe su progreso hacia la consecución del objetivo, colaborando con el estudiante para comparar el progreso con los resultados deseados, colaborando con el estudiante para que éste pueda identificar si el plan de acción es adecuado o no, permitiendo que el estudiante decida si su progreso es adecuado:

¿Cuál es el resultado de mis respuestas dentro del foro con respecto a la relatividad?

¿Qué limitaciones se han eliminado con mis contribuciones?

¿Qué he aprendido de la relatividad durante las interacciones realizadas en el foro?

¿Alcancé la meta de aprender relatividad?

c. *Plan de acción.* La Tabla 1 muestra las acciones de este plan.

Tabla 1.
Acciones de implementación

Acción	Descripción	Tiempo (min)
- Delimitación de objetivos de aprendizaje	- Comprender los componentes del tema de relatividad - Argumentar de forma congruente con base en conocimientos científicos.	N/A
- Establecer orden de actuación	La profesora autora de esta indagación es quien propone la secuencia didáctica, ya que los estudiantes necesitan insumos y directrices concretas para lograr los objetivos de aprendizaje previamente establecidos, a continuación, se muestran, los insumos para esta indagación y la secuencia didáctica propuesta. Lecturas previas sobre el Principio de la Relatividad, cuestionario a opción múltiple sobre la dilatación del tiempo y contracción de la longitud. <i>Inicio.</i> Analizar el documento: "Entendiendo la Relatividad" Resumir 15 ideas centrales producto de la lectura. <i>Desarrollo.</i> Responder la pregunta detonadora, en el foro de discusión: <i>¿Cómo explicarías en forma sencilla la relatividad?</i> y redactar una explicación basada en argumentos científicos. <i>Cierre.</i> Replicar y contraargumentar a compañeros en el mismo espacio virtual, utilizando conocimiento científico.	120
- Evaluadores externos u observadores de la práctica.	Intervención de dos evaluadoras externas y la autora de esta indagación para evaluar los argumentos de los foros de discusión y evitar el sesgo y la subjetividad, en relación con la cualificación del conocimiento científico.	120
- Áreas de mejora detectadas	Presentación de la información más visible, llamativa para los estudiantes. Considerar otras estrategias para el fomento de la lectura como: <ul style="list-style-type: none"> - Preguntas intercaladas - Resúmenes - Organizadores gráficos - Analogías - Mapas y redes conceptuales <p>Todas estas estrategias previas al foro de discusión. De acuerdo con una encuesta realizada a los estudiantes con respecto al material que se presentó en la plataforma Moodle, un posible desinterés en la lectura es que aseguran que faltan más colores e imágenes.</p>	NA

Fuente: Elaboración propia (2024).

Para la implementación del foro de discusión se tomaron en cuenta varios aspectos que señalan Posada (1999), Sampson y Clarck (2008), Hogan y Maglienti (2001), Passmore y Stewart (2002), Driver *et al.*, (2000), Sandoval (2003), Guiter y Romeu (2008), Sudarwati *et al.*, (2017), Garrison (2003), Gil *et al.*, (2019), Nussbaum (2008), Sanabria *et al.*, (2013), Bossolasco (2010), López (2015) y Ornelas (2007).

El estudio se llevó a cabo con un grupo de 20 estudiantes de nivel bachillerato en México, inscritos en la modalidad escolarizada que cursaban sexto semestre de bachillerato durante el primer semestre del año 2020, en el turno vespertino, de los cuales 10 fueron hombres y 10 mujeres de la especialidad de construcción con edades de 17 a 20 años.

Este curso dio inicio el 20 de enero del 2020 con estudiantes de sexto semestre del CECyT 11 del IPN, la pandemia por Covid-19 inició en marzo del mismo año, por lo que al inicio del

curso se dieron las indicaciones para el uso de la plataforma Moodle en forma presencial, posteriormente se tuvieron sesiones síncronas a través de Zoom para seguir con las instrucciones y guiar al estudiante sobre el uso de la plataforma.

Para la recogida de datos se empleó el foro de discusión virtual, siendo la herramienta más utilizada en el proceso de intercambio de ideas en el grupo en línea y que destaca por tener mayor aprendizaje (Schiek y Ullrich, 2019).

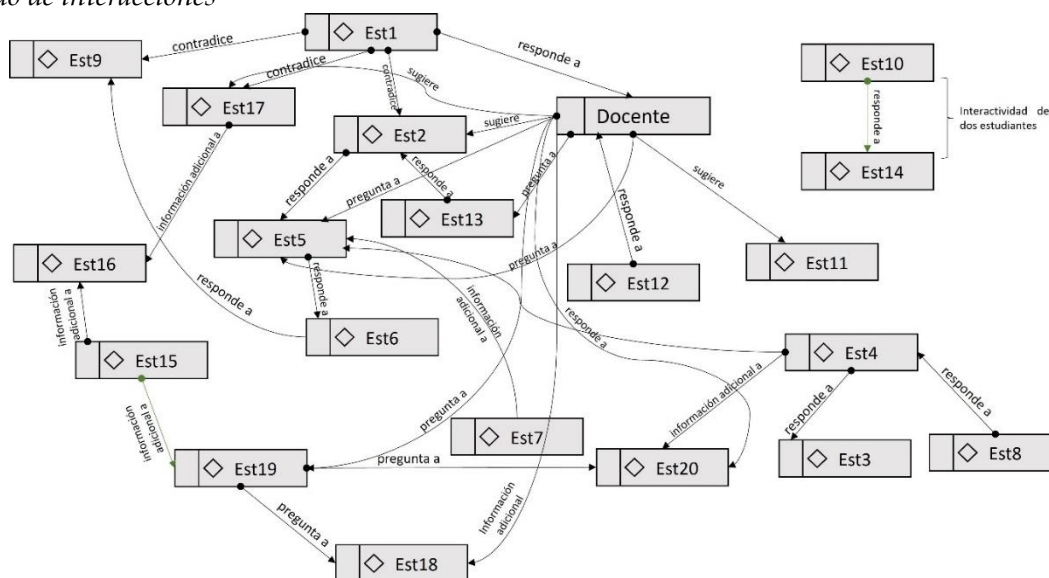
3. Resultados

En la plataforma Moodle se colocaron las actividades que se desarrollaron para el aprendizaje del tema de Relatividad (anexo 1), las cuales fueron analizadas y revisadas por dos expertos en física educativa, considerando el material adecuado a la edad y apegado al plan y programa de estudios.

Las interacciones entre los estudiantes se detallan en la red conceptual (Figura 3), que refleja el análisis de los datos revisados por la docente (autora de este trabajo), una investigadora experta en física educativa y en educación; una profesora externa perteneciente a la academia de Física como observadora, donde hubo coincidencias por ejemplo, en el parafraseo que realizan algunos estudiantes retomando la lectura previa a la participación del foro y también en los comentarios de los estudiantes acerca del concepto de la luz con respecto a la relatividad que muestran la consulta de otras fuentes, pero sin citar las referencias.

Figura 3.

Resultado de interacciones



Fuente: Elaboración propia con *software* Atlas.ti

A continuación, se muestra de forma fiel las respuestas por parte de los estudiantes que integran el análisis de los datos.

Responde a. Refiriéndose a una respuesta simple que se interpreta como una respuesta que no da paso a generar nuevas ideas y/o interacciones, ejemplo:

“me parece bien tu respuesta”, “coincido contigo”, “muy buen ejemplo”.

Sugiere. Está más orientado a las indicaciones que la profesora realiza a los estudiantes como una alternativa para complementar su respuesta, considerando la apertura de consulta a otras fuentes de información o preguntas detonadoras para la investigación en otras fuentes; por ejemplo, Profesora a Est.12:

...Considero que has realizado la lectura y que expresas un buen ejemplo, al considerar que nuestro sistema solar se está moviendo y tomando como referencia el cosmos como lo mencionas. Podrías llevar a la práctica esta actividad con la prueba de relojes, un experimento con el tiempo, ¿lo has leído alguna vez?, considera la siguiente información... <https://acortar.link/kLVQUF>

Información adicional. Describe la participación de los estudiantes para usar otra información en complementación a la que ya ha colocado el participante, lo subrayado es lo que se considera como adicional; por ejemplo, Est.15 a Est.16:

Me gusta tu comentario porque entraría la relatividad del movimiento que predice como cambia el movimiento y su velocidad según sea el observador, y con respecto a tu pregunta cuando queremos saber la velocidad de un objeto y tomamos una posición fija se considera como reposo y las velocidades se toman como relativas debido a que es un carácter relativo lo cual hace que aparente un movimiento distinto, así que no estoy muy segura de sí sabríamos su velocidad verdadera.

Contradice. Representa una relación bastante interesante y que dio lugar solo a un estudiante "Est.1", en todas las interacciones que llevó a cabo contradice a sus compañeros, pero lo más relevante de su trabajo es que justifica y dirige hacia dónde quiere llegar con esta refutación del comentario y su argumento hacia el compañero en cuestión, lo subrayado es la contradicción y la justificación; por ejemplo:

Estoy de acuerdo con el enunciado sobre la relatividad, pero en el ejemplo tuyo te falta indicar a qué velocidad viajan las dos personas dentro del tren y desde que punto se está observando ya que, por ejemplo, puede haber una persona fuera del tren que para esa persona las personas dentro del tren viajan a la misma velocidad y otra dentro del tren que también ve que viajan a la misma velocidad, pero es diferente ya que dentro del tren es de 0 km/h y visto desde fuera es mayor a 0 km/h.

Pregunta a. Esta relación está combinada con algún tipo de pregunta que se realiza para saber más acerca de la contribución del participante y se ve limitada porque a pesar de las preguntas realizadas, lo subrayado es la pregunta; los estudiantes no responden y no dan un seguimiento al hilo de discusión. Por ejemplo:

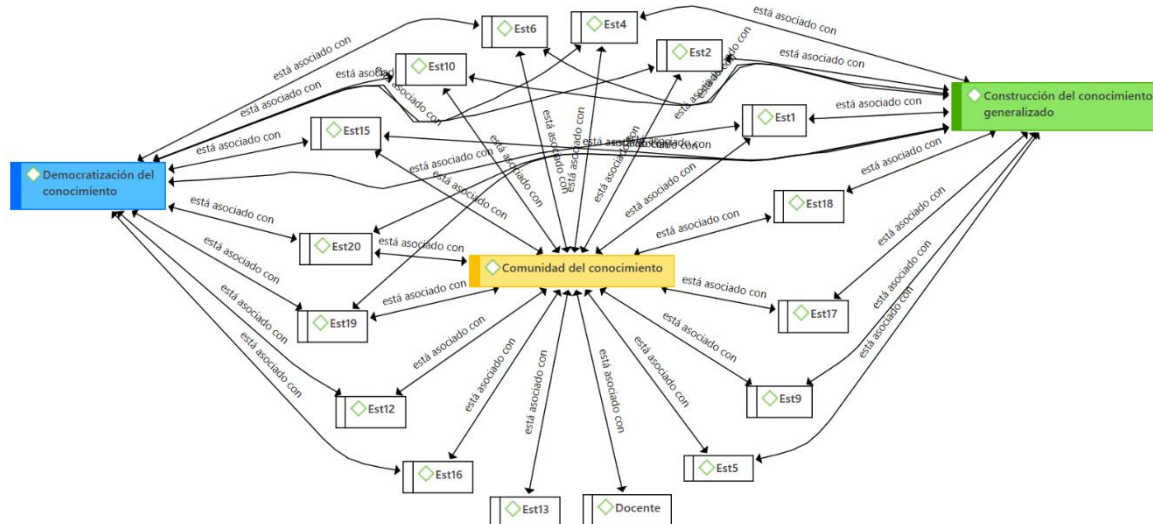
Yo creo que lo que quiere decir Einstein es que el primer carro que va a 80 km/h se va moviendo en una velocidad constante y como voltea a ver por su espejo al que va a 70 km pues la luz hace que rebote en su espejo variando el tiempo, ósea la forma en lo que está pasando y entonces hace que el conductor piense de esa manera generando una distorsión; que el espacio y tiempo depende de la percepción de la persona como lo esté viendo. ¿crees que afecte la manera en que lo ve?

Para el análisis de la construcción del conocimiento, los estudiantes colocan la respuesta y sobre todo dando paso a la revisión de las respuestas de otros compañeros; lo que conjuga con la democratización del conocimiento esto se revela a través de preguntas que han surgido por la inquietud de los mismos estudiantes y que plantean en el foro.

En la Figura 4, se puede observar la interactividad y asociación de los mensajes expuestos en el foro y cómo los estudiantes responden a las preguntas propuestas por sus compañeros.

Figura 4.

Codificación en Atlas.ti de las relaciones de la construcción del conocimiento



Fuente. Elaboración propia

A medida que los estudiantes experimentaron un desarrollo en su madurez cognitiva en el transcurso de su participación en el foro, requieren menos control de la profesora y alcanzan más autonomía sobre el aprendizaje con tendencia al enfoque heurístico.

En el análisis efectuado para observar la construcción del conocimiento de los estudiantes a través del foro de discusión se puede observar en la tabla 2, la densidad que se refiere a la mayor frecuencia en la interacción de los comentarios ubicados dentro de los principios con mayor tendencia es: ideas reales/diversidad de ideas, comunidad del conocimiento y evaluación.

Tabla 2.

Resultados de la construcción del conocimiento en el foro

Principios de construcción del conocimiento	Compromiso en el foro (%)
Ideas reales/diversidad de ideas	24
Agencia epistémica	10.4
Comunidad del conocimiento	15.5
Visión comunitaria/docentes y estudiantes	12.0
Mejora progresiva	10.8
Evaluación	15.5

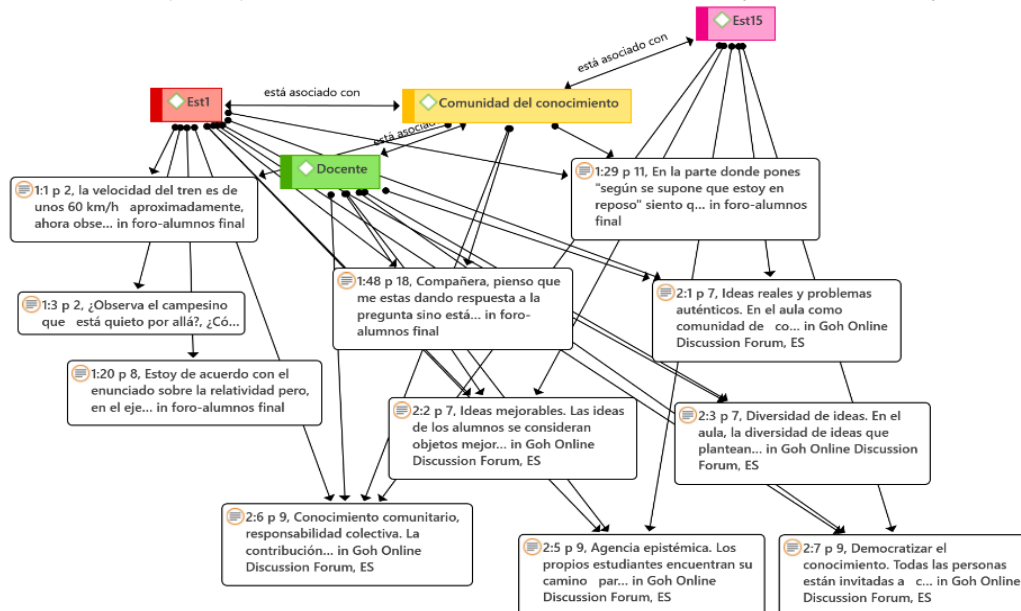
Fuente. Elaboración propia

En la Figura 5, se muestra la relación entre la construcción del conocimiento que llevaron a cabo los estudiantes y sobre todo en coincidencia con lo que expresa Hase (2011) la asociación a la creación de nuevos vínculos en el cerebro que implican ideas, emociones y experiencias que conducen a una nueva comprensión de uno mismo o del mundo, de este modo se puede observar una alineación entre esa construcción del conocimiento y el aprendizaje heurístico por los estudiantes al compartir y descubrir contenidos a través de

la conectividad y relación social que encontraron a través del foro de discusión como enfatiza Blaschke (2013).

Figura 5.

Relaciones entre los principios de construcción del conocimiento más frecuentes en el foro de discusión



Fuente: Elaboración propia

Estas tres relaciones guardan una vinculación importante, que es la realización de contribuciones para construir conocimiento, las reflexiones escritas a partir de la lectura permiten dar cuenta de que algunos estudiantes comparten información respectiva a la lectura adicionalmente una conjetura propia de la comprensión, haciendo suposiciones, mediante la proposición de analogías muy afines con la relatividad.

4. Discusión

La responsabilidad colectiva permitió que 18 de 20 estudiantes participaran, aunque en algunos casos se observan "parfraseo", esto último se interpreta como una forma de comunicación simulada como se describe en el apartado anterior. Es decir, el componente importante es la forma escrita en que lo expresa y como objeto de su perspectiva que ha sido integrada por elementos diversos de las lecturas y videos que se proponen dentro de la lectura. La presencia docente tuvo alcances de animar a los estudiantes a participar en el foro, pero a través de las clases síncronas, ya que durante el foro no se observó atención de parte de los estudiantes para responder preguntas asociadas a las detonantes que proponía la docente, por lo que no se pudo dar la continuidad correspondiente sin llegar a comentarios concretos que visibilizaran la comprensión del tema.

Como parte de este análisis la asociación de los comentarios de los estudiantes influyó en la participación de otros, aunque no de modo directo, cabe destacar que dentro del foro se podían ver las participaciones de cada uno de los estudiantes una vez que se ingresaba al foro, lo que permitía a los estudiantes hacer una lectura de las aportaciones del resto de sus compañeros.

Es necesario apuntar que la estrategia didáctica permite visualizar un cambio en la comunicación de los estudiantes, pero sin duda requiere apoyo para que desarrollen su autonomía en el aprendizaje. La gestión de la plataforma Moodle en otros semestres con otros temas podría ser factible para observar un progreso más alineado a la heurística.

5. Conclusiones

En esta investigación, la heurística que se desarrolló a través de la implementación del foro de discusión sobre Relatividad; el contenido, actividades y la revisión por expertos en cuanto al diseño del foro y materiales muestra que los estudiantes marcan una tendencia para pensar en su propio aprendizaje que se refleja en la argumentación y reflexión crítica cuando dan respuesta a las preguntas mostrando eficacia en cuanto a interactividad.

La explicitación del concepto de Relatividad es compleja para que de forma autónoma los estudiantes definan, ya que en ese caso se dio pauta para el parafraseo que fue muy notorio a pesar de las sugerencias de parte de la profesora (autora de este trabajo), solo tres estudiantes logran respuestas destacadas, vinculando su argumento con lo estudiado y que investigaron en otras fuentes, sin ser citadas en su totalidad.

En relación con el diseño de la estrategia didáctica, como se acredita, esta se extiende al aprendizaje heurístico, porque, los materiales son acordes a la edad de los estudiantes y enfocadas al tópico Relatividad, es una lectura que carece de la densidad y dificultad de un texto formal de física relativista, para los estudiantes resulta complicada la distinción de los marcos de referencias y la definición de los principios de la relatividad general.

Es de importancia fomentar e implementar foros de discusión desde los inicios de los estudios de bachillerato para que los estudiantes se formen poco a poco en la argumentación científica y al término de sus estudios desarrollen un discurso más razonado, el aprendizaje heurístico no se da en una sola aplicación y de acuerdo con esta indagación se divisa un proceso iterativo, para que los estudiantes adquieran autonomía y sobre todo el desarrollo de las habilidades comunicativas.

Los estudiantes exploran, crean, conectan, comparten, reflexionan y colaboran son adecuados para un modelo en línea como lo fue en este caso, además la evaluación desempeña un papel de guía tanto para los estudiantes como para el docente y sirve de andamiaje para ese proceso de construcción del conocimiento.

Se reconoce que el enfoque heurístico es ideal en la enseñanza y aprendizaje a partir de la gestión de varios aspectos, tales como: diseño de la secuencia didáctica, contenido, preparación de los materiales conceptualmente apropiados a su edad de los estudiantes, pues garantizan la argumentación

Dentro de los sesgos metodológicos que consideramos que pueden intervenir son: el docente debe poseer una preparación especializada para que los conceptos sean manejados de modo fluido para garantizar la comprensión de parte de los estudiantes, los materiales sean visiblemente atractivos derivado de la encuesta aplicada a los estudiantes y no tan tediosos con ecuaciones que de hecho el mismo programa de estudios exige.

6. Referencias

- Ávila, G. (2021). ¿Nativos o zombis digitales? *Revista Digital Universitaria*, 22(1).
<http://doi.org/10.22201/cuaieed.16076079e.2021.22.1.18>
- Ávila, G. (2022). *Modelo B-Learning mediante Moodle y su impacto en el proceso de aprendizaje de Física Moderna en el bachillerato IPN*. (Tesis doctoral no publicada). Centro de Investigación de Ciencia Aplicada y Tecnología Avanzada del Instituto Politécnico Nacional, Ciudad de México.
- Blaschke, L. M. (2013). E-learning and self-determined learning skills. En S. Hase y C. Kenyon (Eds.) *Self-determined learning: Heutagogy in action*, (pp. 55-68). Boomsbury
<https://acortar.link/fxkVyZ>
- Berrocal, E. y Expósito, J. (2011). El proceso de investigación educativa II: Investigación-acción. En VV.AA. *Innovación docente e investigación educativa: Máster Universitario de Educación Secundaria Obligatoria y Bachillerato, Formación Profesional y Enseñanza de Idiomas* (pp. 35-50). Grupo Editorial Universitario.
- Bossolasco, M. L. (2010). *El foro de discusión. Entorno mediado para la mediación cognitiva*. Editorial Virtual Argentina.
- Buitrago, C. S. y Andrés, M. M. (2021). Propuesta didáctica de estructura discursiva para la clase de Física en el profesorado. *Revista de Investigación*, 105(45).
- Bujanda, M., Gonzáles, V., Ovares, A. y Montano, S. (2014). *Competencias del siglo XXI. Guía práctica para promover su aprendizaje y evaluación. Capítulo latinoamericano del Proyecto ATC21s*. Fundación Omar Dengo y Assessment and Teaching of 21st Century Skills.
- Chen, B., Scardamalia, M., Bereiter, C., Zhang, J., Park, H., Teo, C. L. y Bielaczyc, K. (2023). Infrastructuring for Knowledge Building. En VV.AA. *Proceedings of the 16th International Conference on Computer-Supported Collaborative Learning-CSCL 2023*, (pp. 327-336). International Society of the Learning Sciences.
- Chun, T. C. y Abdullah, M. N. L. Y. (2021). Heutagogy approach in 21st century teaching and learning: practices and challenges in malaysian higher education. *ASEAN Journal of Teaching & Learning in Higher Education*, 13(1).
- CEPAL (Comisión Económica para América Latina y el Caribe) (agosto de 2020). Gestión del Conocimiento. *Biblioteca de la CEPAL*.
<https://biblioguias.cepal.org/c.php?g=738015yp=6754718>
- CEPAL (Comisión Económica para América Latina y el Caribe) (2020a). *América Latina y el Caribe ante la pandemia del COVID-19: efectos económicos y sociales, Informe Especial COVID-19, N° 1, Santiago, 3 de abril. Panorama Social de América Latina, 2018 (LC/PUB.2019/3-P)*.
- Driver, R., Newton, P. y Osborne, J. (2000). Establishing the norms of scientific argumentation in classrooms. *Science Education*, 84(3), 287-313.

- Garrison, D. R. (2003). Cognitive presence for effective asynchronous online learning: The role of reflective inquiry, self-direction and metacognition. *Elements of quality online education: Practice and direction*, 4(1), 47-58.
- Gil, E., Guitert, M. y Romeu, T. (2019). *Guidelines on virtual debates*. Universitat Oberta de Catalunya.
- Goh, L. H. (2019). Understanding online learner knowledge building from discussion forum analytics. *CALL-EJ*, 20(3), 62-76.
- Guitert, M. y Romeu, T. (2008). *Material on virtual debates*. Universitat Oberta de Catalunya.
- Hase, S. (2011). Learner defined curriculum: heutagogy and action learning in vocational training. *Southern Institute of Technology Journal of Applied Research*, Special Edition.
- Hase, S. y Kenyon, C. (2013). *Self-determined learning: Heutagogy in action*. AyC Black.
- Hermida, J. y Quintana, L. (2019). La hermenéutica como método de interpretación de textos en la investigación psicoanalítica. *Perspectivas en Psicología: Revista de Psicología y Ciencias Afines*, 16(2), 73-80.
- Hogan, K. y Maglienti, M. (2001). Comparing the epistemological underpinnings of students' and scientists' reasoning about conclusions. *Journal of Research in Science Teaching*, 38(6), 663-687.
- Klein, G. (2012). *Didáctica de la Física. Interacción Física y Educación*. <https://acortar.link/8xo55X>
- Kızılcık, H. y Yavaş, P. (2017). Pre-service physics teachers' opinions about the difficulties in understanding introductory quantum physics topics. *Journal of Education and Training Studies*, 5(1).
- Kishore, A. R., Appa Rao, C. y Bayana, R. K. (2024). Unveiling the essence of 21st Century Skills in education and the workplace. *International Journal of Creative Research Thoughts (IJCRT)*, 12, 377-383.
- López, G. J. C. (2015). Cómo utilizar foros de discusión en procesos educativos. <http://eduteka.icesi.edu.co/articulos/foros-discusion>
- Molinar, A. (2018). *La educación que necesitamos ante los retos del futuro*. Observatorio del Tecnológico de Monterey. <https://acortar.link/VQz0yj>
- Moodle.org (abril de 2023). Moodle. Moodle Partner, Certified Services Provider. <https://moodle.org/>
- Moore, R. L. (2020). Developing lifelong learning with heutagogy: contexts, critiques, and challenges. *Distance Education*, 41(3), 381-401.
- Muñoz-Justicia, J. y Sahagún-Padilla, M. (2017). *Hacer análisis cualitativo con Atlas.ti 7*. Manual de uso. <https://manualatlas.psicologiasocial.eu/atlasti7.pdf>

- Neil, H. y Maria, S. (2007). *Developing online discussion forums as student centred peer e-learning environments*. Proceedings ascilite Singapore. <https://acortar.link/yorpAY>
- Nussbaum, E. M. (2008). Collaborative discourse, argumentation, and learning: Preface and literature review. *Contemporary Educational Psychology*, 33(3), 345-359.
- Ornelas, D. (2007). El uso del Foro de Discusión Virtual en la enseñanza. *Revista Iberoamericana de Educación*, 44(4), 1-5.
- Passmore, C. y Stewart, J. (2002). A modeling approach to teaching evolutionary biology in high schools. *Journal of Research in Science teaching*, 39(3), 185-204.
- Plan y programas de estudio vigentes del Colegio de bachilleres (10 de mayo de 2022). *Áreas básica, laboral y específica por semestre*. <https://acortar.link/MKwG4S>
- Ouariach, F. Z., Nejjari, A., Ouariach, S. y Khaldi, M. (2024). Place of forums in online communication through an LMS platform. *World Journal of Advanced Engineering Technology and Sciences*, 11(1), 96-104.
- Posada Álvarez, R. (1999). Formación superior basada en competencias interdisciplinaria y trabajo autónomo del estudiante. *Revista Iberoamericana De Educación*, 35(1), 1-33. <https://doi.org/10.35362/rie3512870>
- Programa para la Evaluación Internacional de Alumnos (2018). *Resultados México 2018*. Instituto Nacional de Evaluación Educativa https://www.oecd.org/pisa/publications/PISA2018_CN_MEX_Spanish.pdf
- Programa para la Evaluación Internacional de alumnos (2022). *Marcos conceptuales 2022 y 2025*. Instituto Nacional de Evaluación Educativa. <https://acortar.link/LE1DZI>
- Rathakrishnan, M. y Raman, A. (2021). Heutagogy approach using Trello online learning on the critical thinking skills amongst students with different learning styles. En M. Khosrow-Pour., S. Clarke., M. E. Jennex. y A. Anttiroiko (Eds.), *Research anthology on developing effective online learning courses* (pp. 2090-2104). IGI Global. <http://doi.org/10.4018/978-1-7998-8047-9.ch104>
- Riaño, M. J. y Vega, J. A. (2018). *Protocolo básico de Atlas.ti*. Universidad Distrital Francisco José de Caldas, Facultad de Ciencias y Educación.
- Sampson, V. y Clarck, D. (2008). Assesment of the ways students generate arguments in science education: current perspectives and recommendations for future directions. *Science Education*, 92(3), 447-472.
- Sanabria, I., Gisbert, M., Ramirez, M. y Téllez, N. (2013). Foros de discusión para el desarrollo de habilidades cognitivas en un curso Blended Learning de Física I. *Revista Eduweb*, 7(1), 97-114.
- Sandoval, W. A. (2003). Conceptual and epistemic aspects of students' scientific explanations. *Journal of the Learning Sciences*, 12(1), 5-51.
- Scardamalia, M. (2002). Collective cognitive responsibility for the advancement of knowledge. *Liberal education in a knowledge society*, 97, 67-98.

- Schiek, D. y Ullrich, C. G. (2019). Using web forums for qualitative inquiries: Empirical findings on the conditions and techniques for asynchronous online group discussions. *The Qualitative Report*, 24(13), 5-16.
- Solano, M. P., Romero, T. D. y Aguilar, M. A. (2016). Hábitos de estudio de tercero de secundaria y de primer año en el CECyT 2 Miguel Bernard. En VV.AA. *Tendencias y desafíos en la innovación educativa: un debate abierto* (pp. 1453-1471). Fundación para la Educación Superior Internacional, A.C.
- Solé, I. (1992). *Estrategias de lectura*. Graó. <https://acortar.link/68Dj7>
- Sudarwati, I., Khanafiyah, S. y Sugiyanto, S. (2017). Online-course development via discussion-forum on the students of Physic Education Universitas Negeri Semarang. *Jurnal Pendidikan Fisika Indonesia*, 13(1), 9-18.
- Teo, C. L., Lee, A. V. Y., Ong, A. y Yuan, G. (2022). *A three-year design-based study: Cultivating students' collaboration using principle-based approach in student Knowledge Building Design Studio*. [Ponencia] AERA Annual Meeting. San Diego, EE.UU.
- Trucco, D. y A. Palma (eds.) (2020). Infancia y adolescencia en la era digital: un informe comparativo de los estudios de Kids Online del Brasil, Chile, Costa Rica y el Uruguay, En VV.AA. *Documentos de Proyectos (LC/TS.2020/18)*, Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL)
- UNAM (2023). *Plan y programas de estudios indicativos. Escuela Nacional Preparatoria, Mapa Curricular año plan 1996*. <https://bit.ly/3LXs5oV>
- UNESCO (2023). *La UNESCO moviliza a los ministros en torno a iniciativas clave sobre educación ecológica y transformación digital*. <https://bit.ly/4dtRkLg>
- Verd, J. M. (2005). El uso de la teoría de redes sociales en la representación y análisis de textos: De las redes semánticas al análisis de redes textuales. *Empiria: revista de metodología de ciencias sociales*, 10, 129-150.
- Wang, J. C. Y. y Darahuge, M. E. (2023). El foro virtual como impulsor de la experiencia de aprendizaje. *MLS Educational Research (MLSER)*, 7(1).
- Wehmeyer, L., Lance, G. y Bashinsky, S. (2002). Promoting access to the general curriculum for students with mental retardation: A multi-level model. *Education and Training in Mental retardation and Development Disabilities*, 37(3), 223-234.
- Zhang, J., Scardamalia, M., Reeve, R. y Messina, R. (2009). Designs for Collective Cognitive Responsibility in Knowledge-Building Communities. *The Journal of the Learning Sciences*, 18(1), 7-44. <http://doi.org/10.1080/10508400802581676>
- Zhang, J., Hong, H. Y., Scardamalia, M., Teo, C. y Morley, E. (2011). Sustaining knowledge building as a principle-based innovation at an elementary school. *Journal of the Learning Sciences*, 20, 262-307.
- Zhang, J., Tao, D., Chen, M. H., Sun, Y., Judson, D. y Naqvi, S. (2018). Co-organizing the collective journey of inquiry with idea thread mapper. *Journal of the Learning Sciences*, 27(3), 390-430.

Financiación: Esta investigación recibió financiación a través del Proyecto SIP: 20241591 del Instituto Politécnico Nacional en México, “Estudio de las aplicaciones de la IA para el desarrollo del pensamiento crítico en temas de Física de bachillerato”.

Agradecimientos: A las autoridades y estudiantes del Instituto Politécnico Nacional y del Centro de Estudios Científicos y Tecnológicos No. 11 por los permisos correspondientes para llevar a cabo la investigación.

AUTORA:

Guillermina Ávila García

Instituto Politécnico Nacional, Centro de Estudios Científicos y Tecnológicos, México.

gavilag@ipn.mx

Guillermina Ávila García es doctora en ciencias con especialidad en física educativa por el Centro de Investigación en Ciencia Aplicada y Tecnología Avanzada (CICATA) del IPN, su tesis doctoral recibió mención honorífica y el premio a la mejor tesis de posgrado en el IPN 2023. Es profesora del CECyT 11 y CICATA, Legaria, del IPN. Es miembro de: Red de Innovación e Investigación Educativas, Red de los Seminarios Repensar, Sociedad Mexicana de Computación y de la Mesa Interamericana de Diálogo por la Educación Científica (Argentina). La línea de investigación se centra en didáctica de las ciencias, innovación educativa, uso inteligente de la tecnología y modelación matemática. Es miembro del Sistema Nacional de Investigadoras e Investigadores en México.

Orcid ID: <https://orcid.org/0000-0001-5229-3384>

Scopus ID: <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=57781072000>

Google Scholar: <https://scholar.google.es/citations?hl=es&user=uVTVBPwAAAAJ>

ResearchGate: <https://www.researchgate.net/profile/Guillermina-Avila-Garcia>