

LOS PROBLEMAS

COMPLEJOS CON ENFOQUE INTERDISCIPLINARIO EN LA ENSEÑANZA-APRENDIZAJE DE LA FÍSICA

THE COMPLEX PROBLEMS WITH AN INTERDISCIPLINARY FOCUS IN THE TEACHING-LEARNING OF THE PHYSICS

Alberto García Septién^{1*}E-mail: albertogs121485@gmail.comORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0383-7909>Luis Eduardo Rodríguez Rodríguez²E-mail: luiseduardorr745@gmail.comORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9581-9542>Marilyn Beatriz Fabá Crespo²E-mail: marilyn@gmail.comORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3290-6515>¹Facultad Obrera y Campesina Víctor Álvarez Rodríguez de Ciego de Ávila. Cuba.²Universidad de Ciego de Ávila. Cuba.

*Autor para correspondencia

Cita sugerida (APA, séptima edición)

García Septién, A., Rodríguez Rodríguez, L. E., & Fabá Crespo, M. B. (2025). Los problemas complejos con enfoque interdisciplinario en la enseñanza-aprendizaje de la Física. *Universidad y Sociedad*, 17(6). e4893.

RESUMEN

En el proceso de enseñanza-aprendizaje de la Física en la Educación de Jóvenes y Adultos, se han constatado insuficiencias en la habilidad resolver problemas complejos. La causa de estas insuficiencias se centra en la carencia de un proceder para favorecer el desarrollo de esta habilidad. El objetivo de este artículo consiste en proponer un proceder para utilizar los problemas complejos en el desarrollo de la habilidad resolver este tipo de problemas en el proceso de enseñanza-aprendizaje de la Física en la Educación de Jóvenes y Adultos. Desde un enfoque mixto de la investigación se utilizaron métodos como el analítico-sintético, el inductivo-deductivo, el enfoque sistémico y la prueba pedagógica. Como resultado se presenta el proceder para utilizar los problemas complejos con enfoque interdisciplinario que responden a situaciones reales de la ciencia, la tecnología, la sociedad y la vida cotidiana y se encuentran en correspondencia con el contexto del educando.

Palabras clave:

Enseñanza-aprendizaje de la Física, Problemas complejos, Enfoque interdisciplinario.

ABSTRACT

In the teaching-learning process of Physics in the Education of Young People and Adults, inadequacies have been observed in the ability to solve complex problems. The cause of these inadequacies is centered on the lack of a procedure to promote the development of this ability. The objective of this article is to propose a procedure to use complex problems to contribute to the development of the ability to solve this type of problems in the teaching-learning process of Physics in the Education of Youth and Adults. From a mixed research approach, methods such as analytical-synthetic, inductive-deductive, systemic approach and pedagogical testing were used. As a result, the procedure to use complex problems with an interdisciplinary focus is presented that respond to real situations of science, technology, society and daily life and are in correspondence with the context of the students.

Keywords: Teaching-learning of Physics, Complex problems, Interdisciplinary focus.

INTRODUCCIÓN

Debido a las condiciones actuales del III perfeccionamiento de la Educación cubana, se lleva a cabo un proceso de transformaciones en la Educación de Jóvenes y Adultos (EDJA) con el fin de formar a sus educandos bajo el sistema de influencias que aseguren las competencias y habilidades que les permitan buscar soluciones a las disímiles situaciones que se presentan en su accionar cotidiano, la producción y los servicios. Las propuestas para la transformación de las instituciones y modalidades educativas de este perfeccionamiento hacen énfasis en el tratamiento contextualizado, interdisciplinar e integrador del contenido instructivo-educativo de cada una de las asignaturas, para lograr el aprendizaje desarrollador deseado (Instituto Central de Ciencias Pedagógicas [ICCP], 2020).

El análisis del currículo, los programas y las orientaciones metodológicas de Física para la EDJA, revela que existe la aspiración de preparar egresados que se puedan insertar en la actividad laboral o continuar estudios universitarios, capaces de resolver problemas complejos desde la integración de contenidos de distintas áreas del saber (García, 2020). El logro de este fin presupone concebir el proceso de enseñanza-aprendizaje con enfoque interdisciplinario como una necesidad que le impone la sociedad a la escuela según las actuales demandas, en correspondencia con la importancia que tiene en la preparación para la vida que se debe lograr en el proceso formativo de las nuevas generaciones.

Investigadores como García (2020) y Chambula et al. (2022) enfatizan en la necesidad en el proceso de enseñanza-aprendizaje del abordaje interdisciplinario del contenido para resolver diferentes tipos de problemas. Díaz & Díaz (2020), San Gil et al. (2023) y Sandoval & Mendoza (2023) proponen acciones para la solución de tareas docentes en la enseñanza-aprendizaje de la Física General desde la integración de métodos y procedimientos de las distintas asignaturas y Rodríguez et al. (2021) y Benítez (2023), abordan el proceso de formulación y solución de problemas de Física utilizando acciones del método científico.

En Pérez et al. (2020) se plantea la necesidad del estudio de situaciones problemáticas abiertas, la necesidad de la formulación de problemas y su estructuración como habilidad y pasos o etapas que deben utilizarse para resolver problemas mediante el método investigativo. Sin embargo, se considera necesario profundizar en los pasos o etapas específicas que permitan al educando emprender el camino de búsqueda soluciones viables de problemas que requieren de un análisis multilateral de situaciones

complejas que exigen del concurso de conocimientos y procedimientos de diferentes disciplinas para su solución.

Para dar solución a situaciones complejas se requiere de un nivel determinado de desarrollo del pensamiento. El pensamiento complejo es un pensamiento que busca relaciones entre fenómenos, analiza el todo y las partes en su unidad y multiplicidad, busca acciones, interacciones, relaciones, determinaciones y probabilidades entre los fenómenos (Arias & Ramírez, 2019). El pensamiento complejo permite integrar las partes del todo para explicar la trama de la vida y en los problemas complejos los elementos diferentes que constituyen un todo son inseparables e integran conocimientos y procedimientos de diferentes asignaturas (Maldonado, 2022).

De manera particular se constata en el proceso de enseñanza-aprendizaje de la Física en la EDJA, que los educandos poseen un conocimiento fragmentado y descontextualizado de los hechos, conceptos, leyes y teorías y sus aplicaciones a la ciencia, la tecnología, la sociedad y el ambiente, existen limitaciones para analizar multilateralmente las situaciones problemáticas presentadas para poder discriminar lo dado y lo buscado, se presentan carencias para integrar los contenidos de diferentes asignaturas para resolver problemas, tanto desde el sistema de conocimientos como de los métodos y procedimientos y los educandos presentan limitaciones en resolver con independencia problemas donde se precise del abordaje interdisciplinario del objeto físico.

Estos hechos permiten identificar como problemática la existencia de deficiencias en el proceso de enseñanza-aprendizaje de la Física en la EDJA en cuanto al desarrollo de habilidades para resolver problemas que integren fenómenos naturales, científico-técnicos, ambientales y sociales donde se manifiestan los hechos, conceptos, leyes y teorías físicas y sus relaciones complejas con otras disciplinas.

Consecuentemente con las ideas anteriores el objetivo de este artículo es proponer un proceder para utilizar los problemas complejos con enfoque interdisciplinario en el proceso de enseñanza-aprendizaje de la Física en la EDJA como una vía para desarrollar las habilidades de resolver este tipo de problemas.

MATERIALES Y MÉTODOS

En esta investigación aplicada se utiliza una metodología mixta en la que se integran dialécticamente los métodos cualitativos y cuantitativos en el análisis y procesamiento de la información, así como para la elaboración del sistema de problemas. Desde esta metodología general se utilizaron métodos el analítico-sintético, el inductivo-deductivo, el enfoque sistémico y la prueba pedagógica.

La población se compone por 65 educandos del primer semestre de la Facultad Obrera y Campesina (FOC) Víctor Álvarez Rodríguez del municipio Ciego de Ávila y la muestra está conformada por 26 educandos del primer semestre de la FOC "Víctor Álvarez Rodríguez" del municipio Ciego de Ávila. La muestra se seleccionó de manera no probabilística mediante una técnica intencional, se tuvo en cuenta para la selección que la edad promedio de los educandos es de 25 años y su procedencia del nivel educativo de técnica y profesional para lograr que tengan conocimientos previos de los contenidos de la Física.

A partir de las posiciones teóricas asumidas (Maldonado, 2022), se define como variable dependiente el nivel de desarrollo de la habilidad resolver problemas complejos en el proceso de enseñanza-aprendizaje de la Física en la EDJA.

RESULTADOS-DISCUSIÓN

El concepto de problema es ampliamente abordado en la literatura científica. Al respecto Rodríguez & Rodríguez (2018) plantean que el problema no es una entidad del mundo objetivo que existe positivamente en sí misma y de modo independiente a los sujetos que actúan, hablan y piensan en el mundo. Es decir, un problema no se encuentra presente como un dato de la realidad empírica ni está dado en la experiencia inmediata de los sujetos, sino que este surge como una construcción emergente de un proceso de problematización. Lo que significa que los sujetos deben ser capaces de identificar en el interior del problema estructuras, dinámicas, relaciones, nodos para emprender el camino de su solución (Maldonado, 2022).

De lo planteado por estos autores es posible establecer que el problema es una situación que se manifiesta en el objeto como consecuencia del surgimiento de contradicciones que se presentan en su estado ideal, para la cual el educando desconoce el camino a seguir, puesto que no cuenta con los recursos (métodos y procedimientos) para su solución. Pero con el interés, la motivación, los conocimientos y habilidades que este se apropia en el curso de la actividad es capaz de transformarla.

Por tanto, el problema es, aquella situación inherente a un objeto para la cual el educando no tiene soluciones conocidas previamente, pero con los conocimientos y habilidades que este posee, es capaz de interiorizarla y vislumbrar la posibilidad de resolverla (Benítez, 2023; Rodríguez et al., 2021).

Los problemas que se plantean a los educandos deben encontrarse en correspondencia con sus niveles de asimilación según sus características individuales, y a su vez, representar un desafío, un reto aceptado que los motive a buscar su solución para que así se desarrolle en estos el pensamiento científico. El pensar científicamente les puede servir en todos los campos de su vida, para

ver los problemas de forma sensata, formular argumentos lógicos y de esta manera no dar soluciones simples a problemas complejos (Rodríguez et al., 2021).

Al respecto Pérez & Carballosa (2018) plantean que los problemas de Física deben ser presentados al educando de acuerdo con su nivel de desarrollo y a sus posibilidades para la comprensión y la búsqueda de posibles soluciones, lo que llevaría siempre un determinado grado de complejidad o dificultad. La complejidad ha sido afianzada en diversas disciplinas como un campo académico con derecho propio, tanto en ciencias naturales, como en ciencias sociales, en ciencias computacionales y en Filosofía (Gembillo & Anselmo, 2018). La teoría de la complejidad surge como paradigma científico que permite comprender la complejidad de la vida misma.

Los fenómenos no se pueden estudiar de forma aislada, deben ser estudiados de acuerdo con las relaciones que construyen, que se manifiestan en el contexto en que se desarrollan. Los problemas que se manifiestan en la naturaleza y la sociedad no se pueden estudiar aisladamente, muestran integración sistémica e interdependiente con la vida misma (Maldonado, 2022).

Los problemas complejos no tienen siempre la respuesta correcta, se presentan diversas representaciones y soluciones que pueden motivar al educando a un pensamiento más creativo para debatir en las clases y su tratamiento no puede ser visto mediante soluciones que parezcan simples como plantean. Además, se reconocen múltiples soluciones de la vida real que se pueden integrar en diferentes disciplinas o asignaturas. En los problemas complejos los elementos diferentes que constituyen un todo son inseparables e integran conocimientos y procedimientos de diferentes disciplinas (Maldonado, 2022).

De acuerdo con las ideas anteriores los educandos deben desarrollar las destrezas complejas del pensamiento, que les permitan la comprensión profunda del contenido de diferentes materias de las ciencias donde aprendan cómo pensar, razonar y comunicar cómo solucionar problemas complejos, que le permita tomar decisiones adecuadas. Este tipo de problemas en los cuales para su solución se requiere de un pensamiento complejo, exigen de los educandos la habilidad de orientarse en distintos aspectos que les permita comprender y resolver problemas que se presentan en su actividad cotidiana.

Los problemas abiertos presentan ambigüedad en la incógnita debido a que no se especifica las condiciones iniciales ni los datos de partida (Mateos, 2018). La no disposición de datos en los problemas abiertos, obliga al resolvente a hacer acotaciones y consideraciones extras. Este tipo de problemas son los llamados en Física problemas con condiciones iniciales las cuales imponen restricciones severas a la viabilidad de las soluciones que se conciben (Pérez et al., 2020).

De esta manera un problema complejo de Física es entendido por los autores de este artículo como una situación abierta inherente a un objeto físico que se vincula con la ciencia, la tecnología y la vida cotidiana y expresa condiciones iniciales confusas, contradictorias y de evolución compleja, debido al entramado de relaciones existentes en sus elementos. El educando no conoce vías de solución viables previamente concebidas, pero con los conocimientos de los conceptos, leyes, hipótesis, procedimientos y teorías de la Física y de las diferentes asignaturas, está en condiciones de resolver el problema utilizando las acciones del método investigativo.

Para establecer el enfoque interdisciplinario para la solución de problemas complejos los autores tienen en cuenta el principio de la interdisciplinariedad para formular y resolver problemas complejos. A partir de este principio y de las ideas relacionadas con la necesidad del abordaje interdisciplinario del contenido para resolver distintos tipos de problemas (Chambula et al., 2022; San Gil et al., 2023), del carácter integrador del método científico para resolver problemas (Benítez, 2023; Pérez et al., 2020; Rodríguez et al., 2021), de que el pensamiento complejo permite integrar conocimientos y procedimientos de diferentes disciplinas para resolver problemas de la vida y de que en los problemas complejos los elementos diferentes que constituyen un todo son inseparables e integran conocimientos y procedimientos de diferentes disciplinas (Maldonado, 2022).

Los nodos cognitivos interdisciplinarios se producen en el proceso de enseñanza-aprendizaje de la Física cuando los educandos logran establecer nexos entre las disciplinas y trascender la lógica interna de cada una de ellas para formular y resolver problemas complejos (Monsalves & Carvajal, 2020).

El vínculo interdisciplinario que se produce entre el proceso de enseñanza-aprendizaje de la Física y la comunidad garantiza en los educandos a partir de sus recursos, la experiencia colectiva y las situaciones que se manifiestan en esta, modos de actuación, puntos de vistas y la creatividad para asegurar su desempeño en la solución de problemas complejos reales que se presentan en su contexto social (García, 2020; Ortega et al., 2014).

Se asume por enfoque interdisciplinario como una estrategia general para resolver problemas complejos de Física a partir del empleo del método investigativo. Este enfoque constituye un sistema de ideas que permiten determinar las acciones y operaciones del profesor y de los educandos para contribuir a la solución de problemas complejos desde el diseño, ejecución y evaluación del proceso de enseñanza-aprendizaje de la Física en los diferentes niveles de sistematicidad (nivel, grado, tema, clase, tarea docente) a partir del planteamiento de problemas complejos que requieren para su tratamiento del concurso de diferentes disciplinas del currículo del nivel. Este enfoque

permite un adecuado nivel de aprendizaje de los conocimientos, habilidades y valores relacionados con la ciencia, la tecnología, la sociedad y la vida cotidiana.

Para continuar profundizando en las etapas que se ofrecen para resolver problemas complejos, los autores consideraron las metodologías elaboradas por Rodríguez & Rodríguez (2018) y Pérez et al. (2020), donde se establecen como etapas generales para resolver problemas de Física, la comprensión del problema, el diseño de un plan, su ejecución y la comprobación de la solución. Además, como ha quedado establecido que en los problemas complejos se requiere de un pensamiento sistémico y del método investigativo para su solución, se tiene en cuenta la metodología ofrecida por Benítez (2023) en las que se introduce el método investigativo en el proceso de solución y se establece la formulación, la emisión de hipótesis y el planteamiento de nuevos problemas como parte de las etapas que constituyen dicho proceso.

Los autores de este artículo proponen como etapas para resolver problemas complejos de Física las siguientes:

1. Identificación y formulación del problema complejo.
2. Determinación de las posibles estrategias de solución viables.
3. Implementación y ejecución de la estrategia seleccionada para la solución más conveniente.
4. Valoración del resultado logrado con los objetivos propuestos y la hipótesis.

Para diagnosticar el desarrollo de la habilidad resolver problemas complejos se delimitan como indicadores, a partir de la definición operacional de dicha habilidad, los siguientes: (1) los educandos son capaces de analizar con profundidad la situación problemática considerando las condiciones y las relaciones esenciales del problema para determinar lo conocido y lo desconocido, (2) los educandos pueden analizar multilateralmente las condiciones del problema desde su modelación físico-matemática, (3) los educandos pueden determinar relaciones de causalidad en la formulación y solución del problema, (4) los educandos son capaces de determinar las relaciones del todo con las partes en la modelación de la situación problemática presentada, (5) los educandos pueden diseñar y rediseñar estrategias alternativas para resolver el problema y (6) los educandos pueden analizar la situación presentada desde posiciones interdisciplinarias en sus múltiples y complejas relaciones para resolver el problema.

A partir de estos indicadores se diseña una prueba pedagógica que contiene problemas sobre los contenidos de Física del primer semestre de la EDJA. La prueba consta de cuatro ítems, tres de ellos se encuentran relacionados con contenidos de cinemática lineal y circular y uno con dinámica. Estos contenidos fueron vinculados a

situaciones de la vida cotidiana que requieren un análisis complejo e interdisciplinario. Se procura que los educandos tengan un dominio adecuado del sistema de conocimientos de la Física (cinemática y dinámica) y de los algoritmos correspondientes. Los educandos muestran su consentimiento para la realización de la prueba y se mantuvo el anonimato en la aplicación del instrumento.

Para procesar la información se elabora una escala ordinal con los valores 3 (alto), 2 (medio) y 1 (bajo) para la calificación del instrumento. Esta escala se valida con un coeficiente Alpha de Cronbach de 0,90. A partir de esta escala se realiza el análisis cuantitativo y cualitativo del desarrollo de la habilidad resolver problemas complejos de los 26 educandos muestreados en tres niveles de desarrollo. En la tabla 1 y la figura 1 aparecen los resultados cuantitativos de la aplicación de la prueba pedagógica para valorar el nivel de desarrollo la habilidad resolver problemas complejos de los educandos de la EDJA.

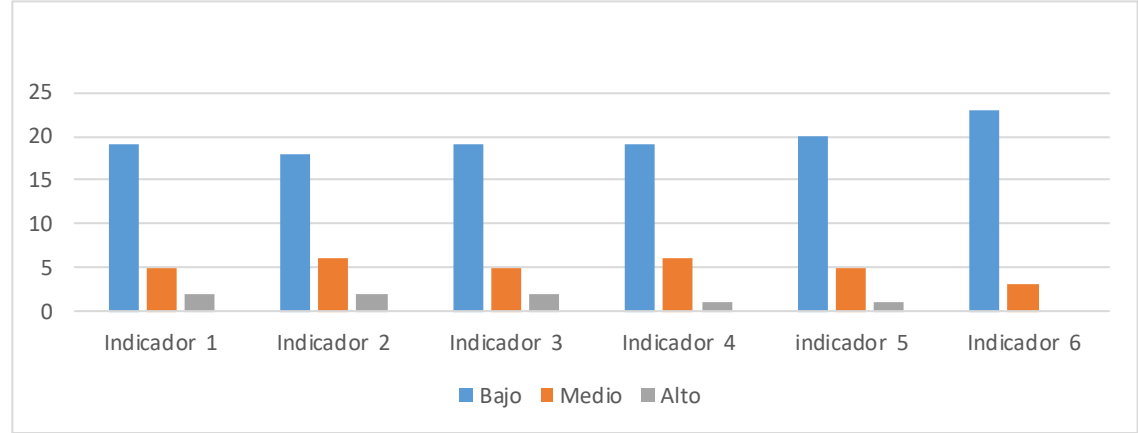
Para otorgar una categoría a cada indicador se considera una escala convencional a partir del análisis del índice promedio para cada indicador que establece que de 1 a 1,59 el nivel de desarrollo de la habilidad es bajo (B), de 1,6 a 2,09 es medio (M) y de 2,1 a 3 es alto (A).

Tabla 1: Resultados cuantitativos obtenidos a partir de la prueba pedagógica.

Cantidad de educandos por indicador e Índice					
Indicadores	Bajo	Medio	Alto	Total	Índice promedio
1	19	5	2	26	1,34
2	18	6	2	26	1,38
3	19	5	2	26	1,34
4	19	6	1	26	1,30
5	20	5	1	26	1,26
6	23	3	0	26	1,11

Fuente: Elaboración propia por los autores. 2024.

Fig 1: Resultados de la prueba pedagógica.



Fuente: Elaboración propia por los autores. 2024.

Los resultados de la prueba pedagógica evidencian que, de los 26 educandos que constituyen la muestra, 19 que representan el 73,07%, se encontraban en un nivel bajo de desarrollo de la habilidad resolver problemas complejos de Física, 5 que representan el 19,23%, se encuentran en un nivel medio de desarrollo y 2 que representan el 7,69% se encuentran en un nivel alto. De aquí se infiere que es insuficiente el nivel de desarrollo de la habilidad resolver problemas complejos en la muestra estudiada. Los indicadores que presentaron mayores dificultades son los relacionados con el análisis profundo de la situación considerando las condiciones y las relaciones esenciales, la determinación de relaciones de causalidad y el análisis de la situación presentada desde posiciones interdisciplinarias en sus múltiples y complejas relaciones.

El diagnóstico permite precisar las principales necesidades a tener en cuenta para el desarrollo de la habilidad resolver problemas complejos con enfoque interdisciplinario en el proceso de enseñanza-aprendizaje de la Física en la EDJA, lo cual posibilita diseñar un proceder para utilizar los problemas complejos para contribuir al desarrollo de la correspondiente habilidad.

A continuación, se presenta el proceder para utilizar los problemas complejos de Física en la Educación de Jóvenes y Adultos que se organiza en tres etapas.

Etapas de determinación del punto de partida.

En esta etapa se concibe el diagnóstico de los educandos. El mismo responde a que sobre la base de sus resultados se determinan las carencias en el proceso de enseñanza-aprendizaje de la Física, limitaciones y potencialidades y se proyectarán las acciones pertinentes, métodos y procedimientos que desarrolla el profesor para implementar la metodología en función de que los educandos alcancen el nivel de desarrollo deseado de la habilidad resolver problemas complejos con enfoque interdisciplinario.

Objetivo de la etapa: diagnosticar las condiciones iniciales que presenta el proceso de enseñanza-aprendizaje de la Física de la EDJA, potencialidades y necesidades de los educandos y profesores para el desarrollo de la habilidad resolver problemas complejos.

Procedimientos del profesor

- Elaborar instrumentos para el diagnóstico.
- Analizar los documentos normativos: se consulta el plan de estudio, programa y orientaciones metodológicas de la asignatura Física, planes de trabajo metodológico, planes de clases, libros de texto, resultados del aprendizaje de los educandos. En esta parte constituye un elemento importante la información obtenida en cuanto a las orientaciones de los programas y acciones del trabajo metodológico del centro vinculadas a la solución de problemas complejos. También la información de los contenidos del semestre de Física, relacionados con la cinemática lineal y circunferencial, y la dinámica, que presentan relaciones interdisciplinarias con otras asignaturas y permiten su vinculación a situaciones de la vida cotidiana.
- Autoevaluar sus conocimientos sobre los aspectos que a continuación se relacionan para que en correspondencia con las limitaciones que se detecten, proceder en el perfeccionamiento de su preparación.
- Analizar el programa de la asignatura y de los posibles nodos y nexos interdisciplinarios que presenta los componentes del proceso de enseñanza-aprendizaje de la Física con el de las diferentes asignaturas.

- Seleccionar los métodos de la enseñanza para la formación y desarrollo de los conceptos y leyes, así como del método investigativo y procedimientos heurísticos para resolver problemas.
- Considerar las condiciones materiales, personales y psicopedagógicas que presenta la comunidad en la que está enclavada la institución educativa.
- Aplicar los instrumentos (encuesta, entrevista) para la exposición de los criterios del educando en cuanto a las características del proceso de enseñanza-aprendizaje de la Física para la resolución de problemas y se compare con su caracterización personal: intereses, ocupación, así como las asignaturas en las que presentan mayor y menor dificultad en su aprendizaje.
- Aplicar una prueba pedagógica con el objetivo de comprobar los conocimientos que poseen los educandos y de las habilidades intelectuales: acciones y operaciones que integran la habilidad resolver problemas complejos.
- Procesar la información de los instrumentos aplicados.
- Diseñar las acciones correspondientes a implementar en correspondencia a los niveles de ayuda que los educandos necesitarían para que transiten a niveles superiores de desarrollo de la habilidad resolver problemas complejos.

Etapas de preparación de las condiciones para la implementación

Objetivo de la etapa: garantizar las condiciones necesarias para la implementación de las acciones pertinentes para el desarrollo de la habilidad.

En esta etapa se determinaron los nodos interdisciplinarios presentes en la asignatura para realizar las adecuaciones en la planificación de los contenidos que se seleccionarían para la elaboración de los problemas complejos que se implementaron en las clases, así se considera los niveles de independencia que poseían los educandos a partir de los resultados del diagnóstico para la aplicación de las acciones y procedimientos que le permitieron la dirección eficiente del proceso para desarrollar la habilidad resolver problemas complejos.

Procedimientos del profesor:

- Determinar los nodos cognitivos interdisciplinarios: los nodos cognitivos interdisciplinarios representan un punto de convergencia entre los componentes (objetivos, contenidos, métodos, formas organizativas, evaluación) del proceso de enseñanza-aprendizaje de la Física con al menos uno de otra asignatura del plan de estudio. Una vez que se determinan estos nodos es posible seleccionar los contenidos interdisciplinarios para la elaboración de problemas complejos.

Para la determinación de los nodos cognitivos interdisciplinarios de la Física se siguió el siguiente procedimiento:

- Caracterizar la comunidad para el aprovechamiento de las potencialidades que brindan sus agentes y agencias y la identificación de los problemas sociales que mantengan relación con el contenido del semestre de Física.
- Establecer los nexos existentes entre la Física y las demás asignaturas para la solución de problemas a partir de la triangulación de los componentes didácticos.
- Identificar en los programas de las distintas asignaturas los objetivos derivados del MINED que responden a la resolución de problemas complejos de la ciencia, la tecnología, la sociedad y el ambiente.
- Determinar los contenidos principales del primer semestre de Física que presentan puntos de contactos con las demás asignaturas para resolver problemas de la ciencia, la tecnología y la vida cotidiana.

Seguido este procedimiento en el primer semestre de Física fue posible establecer los siguientes nodos y nexos interdisciplinarios que a continuación se relacionan con asignaturas como la Geografía, la Biología, la Química y la Matemática:

- Movimiento en la naturaleza y en la técnica.
- Interacciones en la naturaleza.
- Los métodos inductivo-deductivo, los modelos-analogías y el hipotético-deductivo.
- Elaborar problemas complejos con enfoque interdisciplinarios: la elaboración de los problemas complejos es uno de los elementos principales de esta etapa. Se elaboran problemas vinculados a elementos de la ciencia, la tecnología y la vida cotidiana para que el educando se entrene en los conocimientos, las vías, procedimientos de analogía, modelación, deducción y otros creativos de las distintas asignaturas para formular y resolver este tipo de problemas.
- Definir los niveles de independencia: la independencia cognoscitiva representa la cualidad intelectual que desarrolla el educando en la asimilación, fijación y aplicación de los conocimientos de manera independiente, esta cualidad se desarrolla en el proceso mental activo de estos para formular y resolver problemas a partir de la selección propia de los métodos, acciones y procedimientos en la búsqueda de manera creadora de soluciones adecuadas y la comprobación de los resultados (Durán et al., 2023).

Además, en este proceder para la definición de los niveles de independencia cognoscitiva se considera:

- Utilizar las etapas para resolver problemas complejos de la ciencia, la tecnología y la vida cotidiana con enfoque interdisciplinario a partir de la estructura interna de dicha habilidad.
- Identificar las operaciones más afectadas de cada etapa a partir de la triangulación de los resultados del diagnóstico.
- Determinar los niveles de independencia a partir de la definición de independencia cognoscitiva, las etapas para resolver problemas complejos y los resultados del diagnóstico.
- Diseñar el sistema de problemas complejos.

Etapa de implementación.

Objetivo de la etapa: implementar el proceder para el desarrollo de la habilidad resolver problemas complejos de Física con enfoque interdisciplinario en el proceso de enseñanza-aprendizaje de la Física de la EDJA.

En esta etapa se ejecuta el sistema de problemas elaborado y se implementan los procedimientos y las acciones que el profesor y el educando deben seguir para que este último desarrolle gradualmente la habilidad resolver problemas complejos.

Para poner en práctica la implementación del proceder se tiene en cuenta los siguientes elementos:

- Peculiaridades de los educandos según el diagnóstico.
- Características del contenido seleccionado en cuanto a las relaciones que presenta con las demás asignaturas y posibilidades que brinda para la utilización de los problemas complejos.
- Los problemas complejos elaborados responden a distintas situaciones de la vida cotidiana.
- La combinación de estos con otros tipos de problemas del curso de Física.
- Empleo de los problemas complejos elaborados en los diferentes tipos de clases ya sea tratamiento del nuevo contenido o de consolidación y en el trabajo independiente de los educandos fuera del aula.
- Nivel de ayuda que se le dará a cada educando en función de sus necesidades para que este vaya adquiriendo la independencia a medida que se incrementa gradualmente la complejidad de las acciones que deben ejecutar en el proceso de solución.

Procedimientos del profesor:

- Sensibilizar al educando y prepararlo para la asimilación de las situaciones problemáticas a presentar.
- Presentar situaciones problemáticas complejas que respondan al contexto social y laboral del educando.
- Ofrecer fuentes alternativas relacionadas con la situación que se presenta para que el educando busque información acerca del problema.
- Reactivar los métodos y procedimientos de solución conocidos para que el educando delimite los procedimientos o algoritmos que se puedan utilizar en la situación compleja.
- Reactivar los conocimientos, habilidades de las distintas asignaturas que el educando debe utilizar para dar solución al problema complejo.
- Proporcionar al educando los niveles de ayuda necesarios para que este pueda realizar las operaciones que intervienen en la formulación del problema complejo, el diseño y rediseño de las posibles estrategias de solución, ejecución de la estrategia seleccionada y valore los resultados obtenidos.
- Propiciar el debate para que el educando comunique los resultados obtenidos.
- Inducir al estudiante a que valore el impacto e importancia que representa la solución obtenida para la vida cotidiana.
- Favorecer el planteamiento de nuevos problemas.

La cantidad de problemas a emplear por clases depende del diagnóstico, del método empleado y de la creatividad del profesor en el diseño de estrategias para la dirección del proceso de solución de este tipo de problemas. La actualización permanente del diagnóstico revela la independencia que cada uno de estos van adquiriendo y los niveles de ayuda que necesitan para seguir escalando a niveles superiores del desarrollo de dicha habilidad.

La independencia del educando aumenta del primer al quinto nivel a medida que se complejizan las acciones en la aplicación de las etapas para resolver los problemas complejos. El profesor para emplear la metodología debe tener presente que dentro del grupo existen educandos distribuidos en los diferentes niveles, por lo que debe predominar la atención a las diferencias individuales con el fin de potenciar constantemente el avance al nivel inmediato superior de cada educando (zona de desarrollo próximo).

Etapas de evaluación

Objetivo: valorar los resultados alcanzados en el nivel de desarrollo de la habilidad resolver problemas complejos

en el proceso de enseñanza-aprendizaje de la Física de la EDJA.

La evaluación se encuentra presente durante todo el proceso, por lo que para determinar el nivel que alcanzan los educandos en el desarrollo de la habilidad resolver problemas complejos, es necesario que el profesor evalúe sistemáticamente los indicadores determinados a medida que se implementa la metodología a partir de una prueba pedagógica que le permita determinar los logros y las insuficiencias de cada uno de los educandos y trazar nuevas metas.

Las evaluaciones que el profesor lleve a cabo durante el proceso deben ser discutidas con el educando con el objetivo de que este se evalúe y sea capaz de establecer sus logros, sus dificultades y que le falta por hacer para alcanzar el estado deseado en el desarrollo de la habilidad. Esta acción debe realizarse mediante el debate grupal donde prevalece el intercambio de opiniones para que se establezcan los criterios de autoevaluación y coevaluación.

Los educandos de la EDJA, debido a sus características, a menudo se enfrentan a situaciones complejas, que no comprenden en el ámbito escolar, social o laboral, por lo que deben adquirir los conocimientos y habilidades, que les permitan afrontar las diversas situaciones contradictorias y confusas que se presentan en el contexto en que se desarrollan.

CONCLUSIONES

Los problemas complejos de Física se definen en la investigación realizada como una situación abierta inherente a un objeto físico que se vincula con la ciencia, la tecnología y la vida cotidiana y expresa condiciones iniciales confusas, contradictorias y de evolución compleja, debido al entramado de relaciones existentes en sus elementos. Para resolver este tipo de problemas el educando no dispone de vías de solución previamente concebidas, pero con los conocimientos de los conceptos, leyes, hipótesis, procedimientos y teorías de la Física y de las diferentes asignaturas, está en condiciones de resolverlo.

El diagnóstico realizado sobre el nivel de desarrollo de la habilidad resolver problemas complejos en una muestra seleccionada en la EDJA permitió constatar que los educandos presentan insuficiencias en la comprensión del problema complejo, para abstraer lo dado y lo buscado según las condiciones y relaciones esenciales, para determinar las relaciones de causalidad, en los conocimientos y habilidades para incorporar los contenidos de otras asignaturas en el análisis desde posiciones interdisciplinarias y para el diseño y rediseño de las estrategias más convenientes de acuerdo a las características del problema complejo.

A partir de la sistematización teórica realizada, los resultados del diagnóstico del desarrollo de la habilidad resolver problemas complejos y la definición de los problemas complejos se elaboró e implementó un proceder para utilizar los problemas complejos en el proceso de enseñanza-aprendizaje de la Física en la EDJA, lo que logró que los educandos transitaran hacia niveles superiores de dicha habilidad.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Arias Pineda, A. A.; Ramírez Martínez, L. (2019). La organización-empresa: ¿un sistema vivo? Aportes de la teoría de la complejidad y la filosofía ambiental a la teoría administrativa y organizacional. *Revista Escuela de Administración de Negocios*, (86), 133-150. DOI: <https://doi.org/10.21158/01208160.n86.2019.2298>
- Benítez, I. P. (2023) *Desarrollo de la habilidad formular problemas de Física en el Técnico Medio en Informática* [tesis doctoral, Universidad de Ciego de Ávila Máximo Gómez Báez, Cuba].
- Chambula, Custodia Da Conceição; Rodríguez, Luis Eduardo; Wanga-Sachilepa, Osvaldo Amândio. (2022). La selección de los contenidos interdisciplinarios medioambientales para biología de secundaria en la república de Angola. *Sapientiae*, 1(8), 152-168. www.doi.org/10.37293/sapientiae81.12
- Díaz Lozada, J. A., Díaz Caballero, J. R. (2020). La resolución de problemas desde un enfoque epistemológico. *Foro de Educación*, 18(2), 191-209. <https://forodeeducacion.com/ojs/index.php/fde/article/view/59/54>
- Durán Cantillo, J., Frómata Elías, D., Hernández Osoria, Y. (2023). La independencia cognoscitiva desde el proceso de enseñanza-aprendizaje en la carrera de Logopedia. *EduSol*, 23(83), 121-130. <https://edusol.cug.co.cu/index.php/EduSol/article/view/493>
- García Septién, A. (2020). *La enseñanza aprendizaje de la Física en la Educación de Jóvenes y Adultos con enfoque interdisciplinario construcción* [tesis de maestría, Universidad de Ciego de Ávila Máximo Gómez Báez, Cuba].
- Gembillo, G., Anselmo, A. (2018). *Filosofía de la complejidad*. Buenos Aires: Comunidad Editora Latinoamericana. <http://comunidadeditora.org/filosofia-de-la-complejidad/>
- ICCP (2020). *Propuestas para la transformación de las instituciones y modalidades educativas*. La Habana, Cuba: Pueblo y Educación.
- Maldonado, C. (2022). Teoría de los problemas complejos. *Cinta de Moebio* 74, 109-120. <https://doi.org/10.4067/S0717-554X2022000200109>
- Mateos, M. J. (2018) *Problemas abiertos para un aprendizaje significativo en Física de Secundaria* [tesis de maestría, Universidad de Cantabria, Santander, España]. <http://hdl.handle.net/10902/14436>
- Monsalves, O. y Carvajal, J. D. (2020). *Nodos cognitivos interdisciplinarios que favorecen integrar las matemáticas y las ciencias sociales a través de problemas matemáticos contextuales* [tesis de grado, Universidad de Antioquia, Colombia]. <https://bibliotecadigital.udea.edu.co/entities/publication/4d98610c-69f4-4953-9bd9-4c1e046b2646>
- Ortega, A. D., Díaz, Y., Martínez, C. M., Míngui, E. (2014). La educación desde un enfoque interdisciplinar. Un reto para la Educación de Adultos. *REXE: Revista de Estudios y Experiencias en Educación*, 13(25), 167-190. <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=243131249011>
- Pérez Muñoz, F. J., Carballosa González, A. M. (2018). Solución de problemas complejos en las ciencias naturales de la Educación Básica. *Revista Conrado*, 14(64), 133-138. <https://conrado.ucf.edu.cu/index.php/conrado/article/view/797>
- Pérez, N. P., Rivero, H., Ramos, J. M. Sifredo, C., Moltó, E. (2020). *Didáctica de la Física. Tomo I*. La Habana, Cuba: Editorial Universitaria Félix Varela.
- Rodríguez, L. E., Pérez, Y., Pérez, N. (2021). La habilidad para formular problemas en la enseñanza y el aprendizaje de la solución de problemas de Física y de Matemática. *Luz. Año XX*. (1), 40-54. <https://luz.uho.edu.cu/index.php/luz/article/view/1081>
- Rodríguez, L. E., Rodríguez, M. C. (2018). Evaluación de cualidades del pensamiento de estudiantes de Matemática-Física al ingreso a la universidad. *Actualidades investigativas en Educación*, 18(2), 1-23. <https://revistas.ucr.ac.cr/index.php/aie/article/view/33036>
- San Gil, E., Rodríguez, L. E., Chamizo, Y. (2023) La interdisciplinariedad en la disciplina Física General para la formación de ingenieros hidráulicos. *Educación y sociedad*, 21(Número Especial), 406-425. <https://revistas.unica.cu/index.php/edusoc/article/view/4938>
- Sandoval, C., y Mendoza, F. (2023). Interdisciplinariedad del pensamiento lógico matemático: un reto para la escuela de hoy. *Recus*, 8(2), 63-87. <https://revistas.utm.edu.ec/index.php/Recus/article/view/4558>