

Innovación educativa en la Enseñanza Superior: Generadores del aprendizaje de la Física

Educational Innovation in Higher Education: Generators of Physics learning

Rafael García Cañedo^{1*} <https://orcid.org/0000-0002-6994-2675>

Aníbal Isaac Silva² <https://orcid.org/0000-0001-9877-6904>

Silvia Miriam Pell del Río³ <https://orcid.org/0000-0003-3124-7981>

¹Departamento de Física, Universidad Tecnológica de La Habana «José Antonio Echeverría», La Habana, Cuba.

²Departamento de Ciencias Sociales, Universidad Tecnológica de La Habana «José Antonio Echeverría», La Habana, Cuba.

³Cátedra CTS+i, Facultad de Química, Universidad de La Habana, Cuba.

*Autor para la correspondencia: rafael@icb.cujae.edu.cu

RESUMEN

La Enseñanza Superior tiene como principal desafío entregarle a la sociedad graduados disciplinados y comprometidos con una sólida formación científico, tecnológica y socio humanista. Ello justifica la necesidad de perfeccionar constantemente el proceso de la enseñanza-aprendizaje de cada asignatura de la carrera, en particular para los profesionales de las ciencias técnicas es de vital importancia el dominio de la Física, en su aplicación exitosa durante el ejercicio de la profesión. Este trabajo tiene por objetivo mostrar los resultados de una experiencia pedagógica, aplicada a estudiantes de ingeniería. Realizada desde la innovación educativa promueve generadores de conocimiento y aprendizaje interactivo aplicado a expresiones físico-matemáticas complejas de la Física en la Educación Superior.

Palabras clave: aprendizaje creador interactivo, educación superior, innovación educativa, física, generadores de conocimiento.

ABSTRACT

The main challenge of Higher Education is to deliver to society graduates who are disciplined and committed to a solid scientific, technological and socio-humanistic background. This justifies the need to constantly improve the teaching-learning process of each subject, in each academic year, and in the quality of their relationships. For professionals in technical sciences, mastery of Physics as a science and its successful application to problems and solutions in the practice of the profession is of vital importance. This work aims to show the results of and the analysis of a pedagogical experience, applied to engineering students. An experience carried out from educational innovation and the construction of knowledge generators for the interactive and applied study of the deep, complex and abstract physical-mathematical expressions of Physics in Higher Education.

Keywords: *creative learning, higher education, educational innovation, physics, generators of knowledge.*

Recibido: 26/5/2021

Aceptado: 5/7/2021

INTRODUCCIÓN

Para superar el tratamiento tradicional la enseñanza de la Física, desde los años 60 experimenta cambios en su concepción didáctica, transitando por diversas corrientes de la educación, como son el constructivismo o el aprendizaje por descubrimiento, entre otras.

La enseñanza tradicional concentra la autoridad en el profesor, reduce la actividad independiente del estudiante, no permite o restringe la comprensión creadora. El profesor asume que conoce los preconceptos de los estudiantes y a partir de ellos imparte las clases y las problemáticas de la práctica, en busca de un acomodo entre los objetivos del programa y las estrategias de aprendizaje. Como lo fundamental resultan los actos reproductivos, la formación profesional corre el riesgo de ofrecer personas más reproductoras que innovadoras.

Por otro lado, aquellos recién graduados, entrenados para el estudio independiente pero con un pobre dominio de la elaboración creadora conjunta, les es difícil participar en soluciones eficientes a los problemas de la profesión. Si no se empeñan en dar su mayor esfuerzo en la actividad compartida, puede fallarle la tenacidad y la audacia suficiente para ser parte de la necesaria innovación de carácter corresponsable. ¿Cómo el estudio de la Física desde la Enseñanza Superior puede garantizar un aprendizaje eficaz, audaz y transformador?

Si se abre la mirada al escenario internacional para recolocar este tema de la formación de ingenieros y arquitectos, por un lado; se encuentra una dinámica asimétrica Norte – Sur y todas sus variantes en los conflictos y aspiraciones hegemónicas entre potencias convierten el mundo, en particular el mercado de trabajo, en un territorio de incertidumbres. El potencial de científicos y tecnólogos es clave en la aspiración al desarrollo, la soberanía y justicia, si no garantiza una forma endógena sostenida, la aspiración se torna una utopía. Sin negar la importancia de los procesos de adaptación, es urgente desarrollar las capacidades de innovación ante la creciente, compleja y severa competencia desleal internacional. En este macro-problema se encuentran los desafíos de la Educación en todos sus niveles y en el interior de sus disciplinas y programas. (Rivera, 2016)

El problema de la autoridad educativa- La tradición educacional cede la autoridad al maestro, en lo fundamental el evalúa, decide quién pasará, condiciona la zona de oportunidad de los estudiantes (Martínez, 2018). Estilos de dirección autoritarios, que privilegian los métodos expositivos, y que al decir de Pablo Freire «es el vicio de cultivar la formación bancaria, que solo sirve para afianzar el esquema de opresores y oprimidos». (Freire, 1972, s/p)

Es una tendencia a sustituir la soberanía como acto educativo por la instrucción para adaptarse a la dominación. Decirles a los estudiantes cómo hacer la tarea parece bueno, pero es perjudicial. Una parte de ellos se acomodan y se complacen con la línea del menor esfuerzo. Lo importante es aprobar la asignatura. El riesgo, conformar desde el punto de vista axiológico un individuo reproductor, pasivo, esquemático-rígido, poco reflexivo, poco flexible, consumidor de lo ya hecho, que acepta sin cuestionar el éxito de un objetivo o porque es probable que no alcance un logro con excelencia.

Algunos pueden quedar atraídos por las ofertas del *placer efímero* y quedar atrapados en

la actitud indolente ante *los errores de otros* huyendo de las responsabilidades sociales que les parece *no les reportan beneficios personales*. Hoy de manera insoslayable se trata de lograr que el ciudadano alcance un aprendizaje, comprometido con el sentimiento nación. (Saborido, 2020)

El aprendizaje de la Física como ciencia. El finalismo

En Física si los conocimientos quedan fragmentados, inconexos, si solo se hace énfasis en el producto final, en el conocimiento logrado, entonces se obvian también lo afectivo del aprendizaje, por estar centrados en el resultado no se tiene en cuenta el proceso. (García, 2013)

La educación va dirigiendo el curso de su progreso a partir de sus propias contradicciones intrínsecas y extrínsecas, fundamentales, para conformar las nuevas concepciones pedagógicas que demanda la sociedad (Bailey, J. *et al.*, 2017; Robert, Jiménez y Castillo, 2018).

Según Robert, Jiménez y Castillo (2018) para alcanzar niveles superiores en la educación deben ser resueltas varias contradicciones:

- Entre las demandas de la sociedad expresadas en las exigencias del maestro y las capacidades de respuesta del estudiante.
- Entre maestro-estudiante. Contenido que debe aprenderse por una metodología con objetivos en tiempo prefijado.
- Entre el volumen del contenido y el tiempo a impartir, la que a veces se determina por metodologías que no responden a exigencias sociales.
- Entre las metodologías innovadoras que responden a nuevos objetivos y tecnologías de enseñanza, frente a la persistencia de metodologías tradicionales
- Entre las metodologías aplicables y disponibles, or oposición al lugar, como las condiciones materiales donde está se encuentra.
- Entre la concepción de enseñanza del profesor, la de la comunidad pedagógica, la política educativa de la institución y la del aprendizaje en los estudiantes

El proceso de transferencia tecnológica actual es resultado de los mercados de transacciones de tecnologías que configuraron una situación de dependencia en los

países de menor grado de progreso lo cual difiere de la interdependencia tecnológica generada entre los países industrializados.

Tres elementos destacan aquí;

- a) La necesidad de revalorizar la transferencia de tecnología como aprendizaje.
 - Inexistencia de una transferencia efectiva sin innovación incremental
- b) La transferencia tecnológica incrementa la capacidad científico-técnica propia.
 - La academia tiene un reto permanente; crear el potencial creador endógeno.
- c) El proceso de transferencia tecnológica configura una situación de dependencia.
 - Formar profesionales para un desempeño creador es hacer Revolución.

Los proyectos sociales parten hoy del enlace *I+Di* pero no siempre se apuntan a un liderazgo en la competitividad, preocupados solo por las demandas sociales, su importancia no se discute, se trata de no olvidar las leyes y regulaciones que rigen el mercado internacional. Se debe aprovechar al máximo la infraestructura *universidad – investigación – producción – comercialización*, para una estrategia de formación integral continua. Surge una interrogante de urgencia paradigmática:

¿Cómo formar desde estos retos urgentes el autor temprano y eficiente de las futuras innovaciones que necesita el país con urgencia? Una exigencia que está en la zona del re-diseño metodológico y curricular centrado en asignaturas claves en ciencia y tecnología.

Impactos en la formación del estudiante y el profesor

Se puede por el hábito del menor esfuerzo buscar el camino fácil, aspirar a un contenido teórico fácil, como algo rápido que él se merece, y por esa creencia y querer tomar un producto, sin recorrer ni preocuparle el proceso que le dio origen. La peligrosa comodidad de querer un paraíso educativo, donde no tiene cabida el aprendizaje creador de la realidad en su complejidad. El aprendizaje es del orden del *trabajo creador*, es producción y producto revalorizado. En términos educativos juegan un papel clave las llamadas Ciencias Básicas y en particular la Física, la Química y la Filosofía. (Isaac Silva, 2004)

Nos detendremos en la Física para formar ingenieros.

¿Cómo impacta en la subjetividad del estudiante y para su proyecto de vida la Física de la Enseñanza Superior?

La enseñanza de la Física reducida al modelo tradicional restringe la formación y el alcance de concepción científica del mundo, con consecuencias desfavorables al estudiante de ciencias técnicas. Debido a la situación conformada, quien enseña la ciencia, no logra que se interioricen las leyes universales, sus propiedades y las magnitudes en su expresión. Se corre el riesgo que los estudiantes imaginen un cuadro físico errado del mundo. Trabajan con abstracciones profundas, las expresiones fisicomatemáticas, pero a un nivel superficial y pragmático, lo que genera mecanicismos mentales y esquematismos rígidos.

El modelo tradicional también configura modos restringidos de sobrevaloración y en su actuación profesoral, los docentes pueden construirse una burbuja. El profesor por oposición a su rol educativo, levanta una barrera pseudo-comunicativa, por su carácter simulado, en la que el profesor ordena, manda y dispone, mientras que el estudiante se adapta, aprende también a simular y se refugia en las expresiones: *si usted lo dice..., usted es el profesor...*

Necesidad del cambio en la enseñanza de la Física para ingenieros

Si se quiere propiciar el progreso de nuestras naciones se debe comenzar por el cambio en la educación, para formar en los sujetos las formas de pensamiento, las capacidades y habilidades, así como los valores que la sociedad demanda. Un proceso que exige orientar la comprensión de fenómenos físicos y su aplicación en la solución de problemas complejos en ciencia y tecnología. El ingeniero es un profesional que debe aplicar los conocimientos más avanzados de la ciencia, la tecnología y gestión eficiente en la industria y el comercio competitivo contemporáneo. Si no conoce las relaciones esenciales que gobierna la estructura y proceso de los objetos con los que trabaja puede cometer enormes errores y provocar graves impactos a la naturaleza y la humanidad

Sobre la ciencia que sustenta una tecnología, un ingeniero no puede darse el lujo de saber menos que los operarios con los que trabaja o dirige. Una formación profesional donde prime la bibliografía superficial, la investigación de poca profundidad y el pobre manejo productivo de las contradicciones no propiciar el progreso del aprendizaje problematizador requerido para el pensamiento heurístico. (Isaac Silva, 2004)

La arista ideológica del positivismo tardío. Hoy en nuestros países, para una educación bajo el sesgo de dominación, persiste una encrucijada entre el discurso y la praxis. En el marco de las aspiraciones de un progreso social, las necesidades de equidad, junto a la búsqueda de justicia y eficiencia económica, le exigen al egresado universitario altos niveles de preparación profesional y compromiso social. La situación desfavorable de los países menos desarrollados, es conveniente para la oligarquía financiera internacional. Por ello se hacen urgentes cambios contra-hegemónicos para toda la Enseñanza y la Educación Superior, en la metodología de las Ciencias Básicas, en particular en la enseñanza/aprendizaje de la Física (Vivero, 2013). Por tanto, contrarrestar el sesgo ideológico que sustentan las tendencias simplistas, los reduccionismos, el enfoque positivista extremo y pragmatismo colonizador que le hace un servicio gratis a las políticas trata de dominación foránea.

Propuesta innovadora aplicada en la enseñanza de la física y sus impactos

La nueva situación de enseñanza-aprendizaje se puede definir, como un recorte histórico centrado en un sistema de actividad-comunicación que se estructura con la combinación de métodos pedagógicos y de dirección, para generar crisis que inducen necesidad de conocimiento. El alumno queda implicando en un rol protagónico de búsqueda activa del conocimiento, aquí se hace evidente el rol orientador del profesor para solucionar contradicciones (García, 2013). Todos estos elementos permiten configurar una integración compleja en estados cambiantes, provocando una cosmovisión diferente del ciclo enseñanza-aprendizaje, teniendo en cuenta la relación maestro-estudiante, - espacio-tiempo-grupo, sin desestimar las influencias externas. (García y Douglas, 2019) La propuesta metodológica investigativa se dirige a los estudiantes de ingeniería de la Cujae. Pretende cambiar la situación de enseñanza - aprendizaje a partir de los presupuestos dialécticos de Vygostki en su concepto de Situación Social del Desarrollo, donde el hombre se forma y se desarrolla en una situación social determinada integrada por componentes psico-biológicos internos y los externos de tipo social. En una unidad dinámica. (Vygostki, 2001)

En la metodología propuesta, la situación de enseñanza-aprendizaje se transforma desde **el primer momento** con la observación de los experimentos sin conocimientos previos,

propiciando el cuestionamiento y la problematización que dan lugar **al segundo momento** del trabajo individual y colectivo en la lectura. En **el tercer momento** se realiza el trabajo en grupo y la discusión colectiva de los conceptos teóricos y en el cuarto momento se solucionan los problemas por parte de los estudiantes de manera grupal o independiente sin que el profesor los resuelva en la pizarra.

La participación del profesor como guía y orientador, en dependencia de la evolución de los estudiantes, consiste en transparentar el proceso de su pensamiento con distintos niveles de ayuda. Ello contribuye al proceso de la comunicación y la expresión oral de las ideas, tanto por parte del que pregunta, como del que explica.

El esquema orientador como tecnología educativa

Lo planteado se corrobora con la definición de Núñez Jover (2000) quien define la tecnología como: «Aquella forma (y progreso histórico) de la técnica que se basa estructuralmente en la existencia de la ciencia. Es un nivel de progreso de la técnica en alianza con la ciencia lo que le introduce un rasgo característico». La innovación no es una actividad puntual sino un proceso, un largo viaje o trayecto que se detiene a contemplar la vida en las aulas, la organización de los centros, la dinámica de la comunidad educativa y la cultura profesional del profesorado.

Desde el punto de vista educativo pedagógico la innovación educativa es vista como un conjunto de ideas, procesos y estrategias, más o menos sistematizados, mediante las cuales se trata de introducir y provocar cambios en las prácticas educativas vigentes. Supone, una apuesta construida colectivamente que propicia la disposición a indagar, descubrir, reflexionar, criticar, cambiar, desde proyectos socioeducativos de transformación de las ideas y prácticas educativas. (Cañal de León, 2002; Pascual, 1998)

Esta innovación educativa, contribuye a la solución de problemas educativos que afectan la calidad de los aprendizajes de los estudiantes, propone nuevas alternativas y un cambio en la concepción didáctica que trae como consecuencia una metodología diferente empleada en el proceso de enseñanza-aprendizaje de la Física. El Esquema Orientador es una tecnología educativa en el proceso de enseñanza-aprendizaje.

Caminos para orientar el aprendizaje de la Física estudiante de ingeniería para la innovación

El ingeniero debe comprender las esencias que están presentes en los fenómenos físicos que pretende aplicar para resolver un problema que demanda la sociedad, debe por lo tanto tener en cuenta los principios físicos que serán utilizados como principios de funcionamiento de la tecnología que debe crear para cumplir con su función social. Para ello debe estar debidamente orientado con un pensamiento cuyo esquema le permita construir su conocimiento y utilizarlo adecuadamente en el cumplimiento de sus tareas. Por lo planteado anteriormente, se propone a continuación un esquema que le sirva de apoyo orientador para la comprensión del objeto de estudio que pretende aplicar en la solución de un problema.

El Esquema orientador que se muestra en la Figura 1 es el instrumento esencial y fundamental de la experiencia porque interrelaciona todas las invariantes del proceso de construcción y aprendizaje del conocimiento de la física:

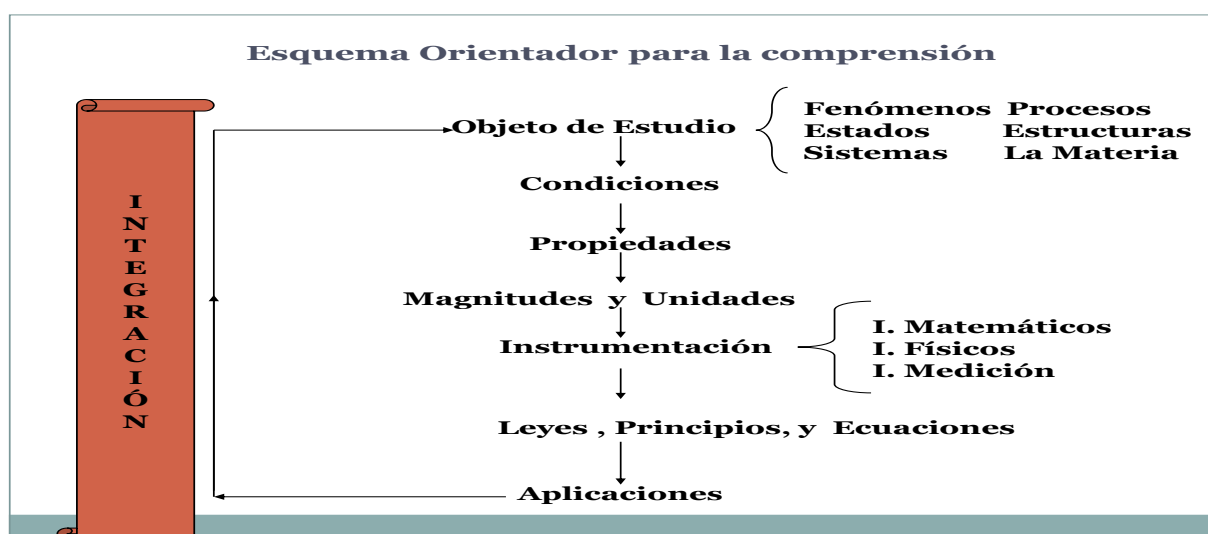


Figura1. Esquema Orientador para la comprensión.

Reestructuración del esquema orientador en la resolución de problemas

Con el objetivo de resolver el problema planteado en la asignatura, los estudiantes reestructuran el esquema orientador para la comprensión, convirtiéndose a su vez en el esquema orientador para la solución de problemas. Para ello deben saber identificar los componentes invariantes de dicho esquema. En este proceso los estudiantes tienen que

determinar las propiedades que le permitan identificar el objeto de estudio y una vez comprendido el problema, pueden inferir las leyes, ecuaciones y principios presentes en la situación problemática dada.

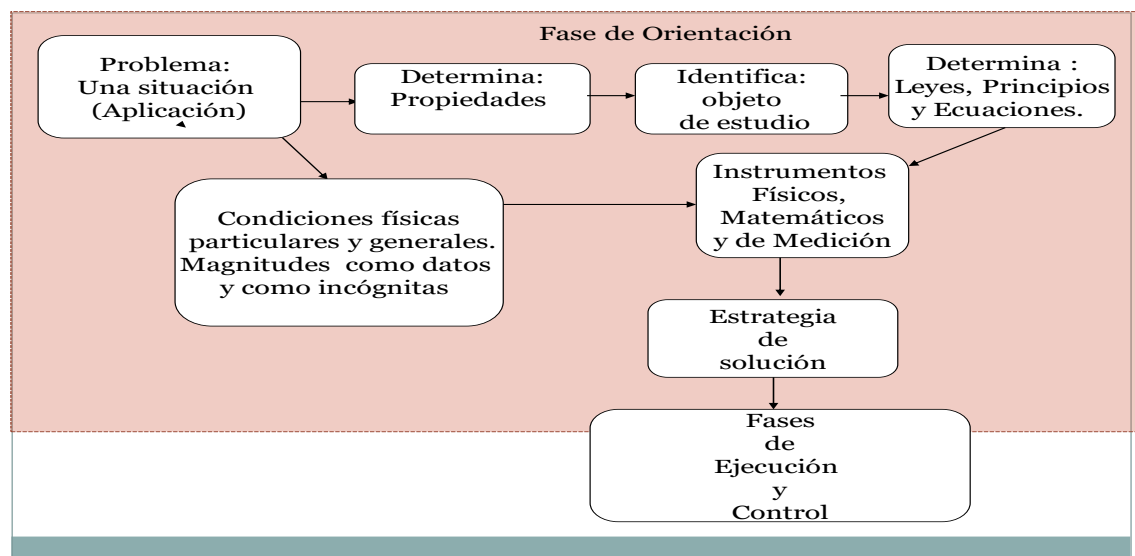


Figura 2. Esquema Orientador para la Resolución de Problemas

En la fase de orientación los estudiantes deben darse cuenta de que el enunciado del problema representa una situación física donde se manifiesta la aplicación del objeto de estudio, que, dadas ciertas condiciones, engendran contradicciones entre lo conocido y lo desconocido que deben resolver. Para ello se les brinda como dato la información de las magnitudes con sus valores numéricos y unidades respectivas, que determinan el valor de otras magnitudes incógnitas que pueden aparecer de formas explícitas e implícitas, en la solución del problema.

La lógica del experimento. Fundamentos básicos de la innovación

En un primer momento el profesor elabora con los estudiantes un esquema orientador sobre la base de la discusión conjunta en clase, partiendo del conocimiento precedente de la enseñanza preuniversitaria. Posteriormente, muestra y ejemplifica su uso aplicándolo en distintos contenidos del programa de la asignatura en primer año y la primera parte del primer semestre de segundo año para que vean su utilidad y viabilidad. El segundo momento consiste en la ejecución del trabajo de laboratorio donde los estudiantes observan y se enfrentan por primera vez con cierto grado de

independencia a un hecho físico relacionado con un nuevo contenido. El momento requiere descripción, cuestionamiento, problematización para debatir sobre lo observado, hacer las mediciones correspondientes y obtener las leyes que lo caracterizan.

Esto permite la determinación célula del conocimiento (en caso de existir) lo que les permitirá según Davíдов (1981) realizar el proceso de lo abstracto a lo concreto pensado conceptualizando y develando las contradicciones del objeto de estudio. Al finalizar la unidad de estudio se llega a un sexto momento donde los estudiantes construyen un mapa conceptual e integran los conceptos aprendidos estableciéndose sus relaciones. El séptimo momento es la evaluación del proceso a partir de los resultados que se obtienen.

La esencia del cambio

La esencia consiste en cambiar la situación de enseñanza- aprendizaje, lo cual condiciona que el proceso de enseñanza - aprendizaje propicie el aprendizaje activo para construir un método de análisis que contribuya con la calidad del aprendizaje. En cuanto esta garantiza, en alguna medida, el desenvolvimiento del pensamiento teórico.

Impacto de la propuesta en las distintas dimensiones y componentes interactuantes

El método propuesto, al romper con la enseñanza tradicional provoca ansiedades, resistencias, estadios de crisis que conllevan a giros, a cambios que reestructuran las vivencias interiores (que son la unidad central de análisis de la Situación Social del Progreso), de los estudiantes cambiaron su concepción del proceso de aprendizaje, convirtiéndose en entes más activos. Hubo descentralización del poder y una dirección más democrática, donde se tuvieron en cuenta las ideas, creencias y opiniones de los estudiantes manifestados en la rectificación de sus posiciones en la construcción de sus conocimientos con el rigor científico requerido. (García, 2015)

La propuesta rompió con una cultura sobre el proceso educativo, instaurada desde sus historias de vida anteriores en la escuela, que han sido configuradas desde determinadas costumbres, políticas, concepciones, creencias y supuestos de lo que debe ser la

dinámica de la enseñanza-aprendizaje, y de cómo debe ser el estudiante y del modo de actuación del maestro en el aula y de cómo debe transcurrir este proceso.

Conclusiones

Los profesionales, desde su formación son capaces de aprender eficazmente conocimientos nuevos por el alcance de un pensamiento teórico que les permite la comprensión de un aprendizaje eficaz para develar las relaciones esenciales del objeto que estudian lo que les permite aplicar estos conocimientos en la solución de problemas técnicos que demanda la sociedad.

Entre los impactos de la propuesta, los estudiantes que no la comprendan no logran adaptarse al cambio, generan resistencias que obstaculizan y atacan el proceso.

Se desarrollan las habilidades comunicativas de expresión oral, la necesidad de organizar y planificar su tiempo y la transformación de sus estilos de vida. Este proceso les eleva la autoestima, una vez que reconocen sus límites, logran cumplir sus tareas de estudio por sí solos y se saben capaces de alcanzar sus metas.

Para aplicar correctamente la metodología y garantizar el cumplimiento de los objetivos propuestos se hace necesario tener en primer lugar un profesorado consciente de los cambios que demanda la sociedad hoy en cuanto a los procesos educativos, actualizados con las propuestas desde la psicología educativa que sirven para la aplicación de esta nueva concepción, que tengan conocimientos profundos y la didáctica de esta ciencia.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- 1- Bailey, J. *et al.* (2017). Contradicciones y propuestas para la educación en la sociedad del conocimiento. *Sophia-Educación*, 13(2), 30-39.
- 2- Cañal de León, P. (2002). *La Innovación Educativa*, Madrid: Akal.
- 3- Davíдов, V. (1981). *Tipos de generalización en la enseñanza*. La Habana: Pueblo y Educación.
- 4- Freire, P. (1972). *Pedagogía del oprimido*. Buenos Aires: siglo XXI, Argentina Editores.

- 5- García, J. (2015). El proceso de descentralización educativa en España. *Edetania*, 48, 203-216.
- 6- García, R. (2013). Propuesta para el cambio en la situación de enseñanza aprendizaje de la Física en la óptica ondulatoria. Tesis de Maestría, Universidad de la Habana.
- 7- García, R. E. y Z. Douglas, C. (2019). La didáctica de la física como posibilitadora del desarrollo del pensamiento teórico. *Educere*, 23(75), 249-257.
- 8- Isaac Silva, A. (2004). La Dialéctica Materialista como heurística. Tesis de grado para Doctor en Ciencias filosóficas. Academia de Ciencias de Cuba, La Habana.
- 9- Martínez, D. (2018). Enseñanza tradicional en el siglo XXI. *Revista Neuronum*. 4(1), s/p.
- 10- Núñez Jover, J. (2000). *La ciencia y la tecnología como procesos sociales*. La Habana: Editorial Félix Varela.
- 11- Pascual, R. (1998). La gestión educativa ante la innovación y el cambio. Madrid: Narcea.
- 12- Rivera, N. (2016). Las capacidades humanas desde la perspectiva personológica del profesional competente. *Educación Médica Superior*, 30(4), s/p.
- 13- Robert, R.; Jiménez, M. E. y Castillo, S. M. (2018). Las contradicciones en el proceso de enseñanza-aprendizaje del profesional de la cultura física. *Revista de investigación, formación y desarrollo: Generando productividad institucional*. 6(3), 12-28.
- 14- Saborido, J. R. (2020). Universidad y desarrollo sostenible. Visión desde Cuba. Conferencia inaugural. 12 Congreso Internacional de educación superior.
- 15- Vivero, L. A. (2013). La educación como lucha contra hegemónica. *Trabajo social. Margen*. 68, 33-45.
- 16- Vygotski, L. S. (2001). *Obras Escogidas*. Tomo II. Madrid: Visor Distribuciones.

Conflicto de intereses

Los autores declaran no tener conflicto de intereses.

Contribución del autor

Rafael García Cañedo: Conceptualización

Rafael García Cañedo y Aníbal Isaac Silva: Curación de datos, análisis formal e investigación

Rafael García Cañedo y Silvia Miriam Pell del Río: Metodología, supervisión, validación, visualización, redacción – borrador original y redacción – revisión y edición: