

La práctica de laboratorio de física: un espacio para contribuir al desarrollo de la independencia cognoscitiva en los estudiantes de ingeniería

Physics laboratory practice: a space to contribute to the development of cognitive independence in engineering students

Hildenia Astiguieta Quintana¹ Juan José Llovera González²

¹⁻² Instituto de Ciencias Básicas, Universidad Tecnológica de la Habana José Antonio Echeverría (CUJAE)

¹Correo electrónico: hildeniaf@icb.cujae.edu.cu

ORCID <https://orcid.org/0009-0006-6065-6695>

²Correo electrónico: llovera@icb.cujae.edu.cu

ORCID <https://orcid.org/0000-0001-5000-9562>

Recibido: 6 de junio de 2024

Aceptado: 26 de agosto 2024

Resumen

En este artículo se presenta un análisis relacionado con la importancia de concebir el proceso de formación de los estudiantes de ingeniería desde una perspectiva donde se fomente, al máximo, el desarrollo de su independencia cognoscitiva desde los primeros años de la carrera. Se presenta un estudio de aspectos que deben caracterizar el proceso de dirección del aprendizaje de la disciplina Física, y en particular la clase práctica de laboratorio de Física, para contribuir al desarrollo de esta capacidad en los estudiantes de ingeniería en la Universidad Tecnológica de la Habana "José Antonio Echeverría", de modo tal que los prepare para un mejor desempeño en su futura profesión. A continuación se exponen los resultados obtenidos en la aplicación de una variante didáctica en un grupo de estudiantes de ingeniería Biomédica en la asignatura Física I, donde se concibe el desarrollo de una clase práctica de laboratorio de Física desde una concepción diferente a la tradicional sustentada en el aprendizaje basado en problemas que propicie el desarrollo de su independencia cognoscitiva.

Palabras clave: Independencia cognoscitiva, formación del ingeniero, clase práctica de laboratorio de Física

Abstract

The paper presents an analysis related to the importance of conceiving the training process of engineering students from a perspective that encourages, to the maximum, the development of their cognitive independence from the first years of the degree. A study of aspects that should characterize the process of directing the learning of the Physics discipline is presented, and in particular the practical Physics laboratory class, to contribute to the development of this capacity in engineering students at the José Antonio Echeverría Technological University of Havana, in such a way that it prepares them for a better performance in their future profession. Below are the results obtained in the application of a didactic variant in a group of Biomedical Engineering students in the Physics I subject, where the development of a practical Physics laboratory class is conceived from a different conception to the traditional one based on problem-based learning that encourages the development of their cognitive independence

Keywords: Cognitive independence, engineer training, practical physics laboratory class

Licencia Creative Commons



Introducción

Los acelerados cambios en el desarrollo científico tecnológico han condicionado, desde su surgimiento, la enseñanza de la ingeniería, por lo que la formación de un ingeniero acorde con las necesidades del entorno en que vive y se desenvuelve y la manera en que debe enfrentar los retos de su profesión, han sido y son motivo de preocupación y de transformación en las distintas escuelas de ingeniería. Las ingenierías surgen, precisamente, para dar respuesta a necesidades sociales, pues la mano de un ingeniero está presente necesariamente en todas las creaciones tecnológicas del mundo moderno, teniendo en cuenta, además, la rapidez con que ocurren los cambios en la ciencia y la tecnología pasando de un descubrimiento revolucionario a la obsolescencia en muy poco tiempo y esto, indefectiblemente, marca el desarrollo científico tecnológico de un país y a nivel global.

Un ingeniero debe actuar con creatividad, autonomía, flexibilidad ante un entorno cambiante, capacidad de liderazgo, polivalencia, alto potencial de desarrollo, buena comunicación, trabajo y dirección de equipos, negociación y toma de decisiones[1].

La concepción del ingeniero del siglo XXI representa un cambio de paradigma. El ingeniero de estos tiempos debe ser partícipe de su propia creación; no debe buscar trabajo, sino crearlo; debe poseer una formación integral, de clase mundial, con una perspectiva y visión amplias de las realidades nacionales y mundiales; líder, de espíritu emprendedor, capaz de trabajar en equipo y sobre todo comprometido con su entorno social, con principios éticos y con una noción clara del bien común [2].

De un profesional de la ingeniería se espera: "Una sólida formación en Ciencias Básicas, profundo conocimiento de la especialidad, capacidad de análisis y síntesis, creatividad, propia y específica de los ingenieros, capacidad de formular y evaluar proyectos, capacidad de integrarse funcionalmente en equipos multidisciplinarios, capacidad de desarrollo autónomo de sus aptitudes y búsqueda de conocimientos, cultura general, visión holística y ética"[3]. En Cuba, hoy más que nunca, se necesitan ingenieros que puedan insertarse activamente en la vida social y económica del país, demostrando una sólida preparación científica y cultural, desde posiciones patrióticas, ideológicas y éticas acordes con los principios de la Revolución, que propicie un desarrollo de la ciencia y la tecnología, con racionalidad económica, con un adecuado uso de los recursos materiales y humanos, que minimice el consumo de los recursos naturales, la importación de materias primas, el deterioro del medioambiente y preserve los principios éticos de la sociedad [4].

En este sentido, la formación de un ingeniero demanda una organización del proceso docente educativo centrado en el estudiante, desarrollado de manera interactiva y colaborativa y que le permita adquirir un aprendizaje para toda la vida, formando profesionales que sean capaces de lograr un aprendizaje continuo o permanente. El modelo centrado en la enseñanza reclama ser sustituido por otro que haga mayor énfasis en el aprendizaje. El rol del profesor no puede ser transmitir conocimientos, sino debe orientar y ayudar a construir esquemas de comprensión e interpretación que permitan transformar la información en conocimientos[5]. En síntesis, procesos que permitan aprender a aprender y aprender a emprender, por lo que desde los primeros años de la carrera se les debe fomentar el desarrollo de su independencia cognoscitiva.

La disciplina Física es fundamental para el futuro ingeniero [6]. Esta lo provee de una visión objetiva del mundo y de unas bases científicas y metodológicas para la comprensión de los fenómenos que encontrará, y de las capacidades técnicas que deberá poner en práctica en el desarrollo de su actividad, y también por su componente experimental que incide favorablemente en el desarrollo de habilidades experimentales [7].

El objetivo de este artículo es analizar los aspectos que debe tener el proceso de dirección del aprendizaje de la disciplina Física, y en particular la clase práctica de laboratorio de Física, en la Universidad Tecnológica de la Habana “José Antonio Echeverría”, CUJAE, para contribuir al desarrollo de esta capacidad en los estudiantes, de modo tal que los prepare para un mejor desempeño. A continuación, se exponen los resultados obtenidos en la aplicación de una variante didáctica a un grupo de estudiantes de Ingeniería Biomédica en la asignatura Física I, donde se concibe el desarrollo de una clase práctica de laboratorio de Física desde un enfoque diferente, que propicie en ellos el desarrollo de la independencia cognoscitiva.

Materiales y Métodos

Se utilizaron los métodos de análisis documental (anexo 1); la observación a clases (anexo 2), encuesta a alumnos de primer y segundo año de ingeniería en la CUJAE (anexo 3-4), encuestas a docentes del departamento de Física (anexo 5).

Se tomó como población dos grupos pertenecientes a la facultad de ingeniería Automática de la CUJAE de primer y segundo año, uno como grupo experimental y otro como grupo de control. La muestra fue de 19 estudiantes de cada grupo (86% y 83 % de las matrículas totales respectivas) seleccionados al azar.

Se analizaron los indicadores de: indicadores de independencia cognoscitiva y niveles de satisfacción en la ejecución de la actividad.

Resultados

El programa actual de la disciplina Física General para las carreras de ingeniería de la CUJAE, establece como objetivo integrador de la disciplina: “Contribuir a la formación integral del ingeniero, a través del estudio del objeto de la Física (los movimientos fundamentales de la materia y su estructura), su lógica y sus métodos, con un enfoque intra, multi, inter y transdisciplinar a partir de una cosmovisión global coherente, que permita pertrechar al ingeniero en formación de las herramientas teórico-metodológicas y axiológicas para enfrentar la solución de los diversos problemas con los que deberá enfrentarse en el ejercicio de su profesión, con una conciencia patriótica, político-ideológica, jurídica, económica así como del impacto social y ambiental que pueden ocasionar los productos del desarrollo científico-tecnológico en su interacción con el objeto de la profesión” [8].

Esta disciplina forma parte del currículo base del plan de estudio de once, de las doce carreras de ingeniería que se cursan en la universidad. Está conformada por tres asignaturas:

Física I: Aborda los elementos de la Mecánica clásica y elementos de la termodinámica con un total de 80 horas

Física II: Aborda elementos del electromagnetismo y óptica geométrica y ondulatoria con un total de 80 horas

Física III: Aborda elementos de la Física cuántica y nuclear con un total de 48 horas

Para un total de 208 horas, de ellas el 14% se le dedican al componente experimental a través de las clases prácticas de laboratorio por ello se puede afirmar que es la ciencia básica con mayor protagonismo curricular para dinamizar acciones de carácter experimental en forma horizontal en el año académico y se les muestre el camino a los estudiantes que los conducirá a responder ¿para qué aprender? los contenidos científicos [9].

En la literatura especializada se han abordado elementos concernientes al lugar de la experimentación en Física para la estimulación de la actividad creadora, la motivación y el pensamiento lógico, el empleo de los problemas experimentales y el uso de las tecnologías en las actividades prácticas [10 – 11].

Las clases prácticas de laboratorio tiene como meta ilustrar el contenido recibido (o por recibir) en las clases teóricas, enseñar técnicas experimentales y promover actitudes científicas. Las actividades experimentales en la formación básica de científicos e

ingenieros han sido siempre una actividad reconocida en todas las universidades del mundo ya que El «saber hacer» para cualquier ingeniero es fundamental y trascendente, si se soporta en un basamento teórico[12 – 14]. Entre los aportes más relevantes del trabajo en el laboratorio para la formación del ingeniero se tiene que[15]:

- Pueden ser un ámbito de desarrollo de capacidades para, plantear y resolver problemas.
- Ponen en evidencia la influencia mutua entre la ciencia y la tecnología.
- El trabajo experimental tiene un estrecho vínculo con las actividades del modelado de situaciones.
- Es un espacio de aprendizaje para la argumentación científica.
- Es un escenario ideal para el trabajo en equipos.

Por lo que esta actividad tiene un alto potencial para contribuir al desarrollo de la independencia cognoscitiva del futuro ingeniero.

¿Qué es la independencia cognoscitiva?

Varias han sido las definiciones aportadas por diferentes psicólogos y pedagogos al respecto[16 – 22]: Distinguiéndose dos grandes grupos entre ellos:

Los que la definen como una capacidad o conjunto de capacidades, y al analizar sus definiciones pueden señalarse como elementos significativos comunes sobre independencia cognoscitiva, y que son necesarios en la posición que se asume, los siguientes:

- Es una capacidad del hombre.
- Implica el dominio de conocimientos, hábitos y habilidades que permitan la solución de tareas sin ayuda.
- Elección de métodos adecuados para apropiarse de nuevos contenidos objeto de aprendizaje
- Implicación personal y con conocimiento del objetivo de la tarea a cumplir.

Otros autores[23] consideran que la independencia cognoscitiva es una cualidad pero coinciden con el primer grupo en que lleva implícito un conjunto de habilidades, hábitos y conocimientos y que se desarrollan en la actividad.

Para los autores, el concepto al cual se adscriben es: ...“La independencia cognoscitiva se manifiesta en la capacidad de ver y de representarse el problema, la tarea cognoscitiva de carácter teórica o práctica; en la determinación del plan, de los métodos para su solución, utilizando los procedimientos más seguros y efectivos; en el proceso mental activo, en la búsqueda creadora de soluciones adecuadas; y en la comprobación de las soluciones adoptadas”[24].

A partir de los métodos aplicados de la observación a clases, encuesta a alumnos, encuestas a docentes del departamento de Física en la propia universidad y el análisis de documentos normativos y metodológicos de la disciplina Física, se pudo constatar que existe, en no pocos estudiantes un bajo nivel de desarrollo de la independencia cognoscitiva debido, fundamentalmente a un limitado aprovechamiento de las potencialidades didáctico-metodológicas del proceso de dirección del aprendizaje de la Disciplina Física, que promuevan estimular el desarrollo de la independencia cognoscitiva de los estudiantes, con énfasis en la clase práctica de laboratorio.

Los resultados arrojan que predomina la planificación de un trabajo independiente mayormente reproductivo, igual para todas las carreras por lo que es frecuente que no se tengan en cuenta en el diagnóstico, los intereses y las motivaciones de los estudiantes por la carrera que estudian.

Se evidencia una falta de sistematicidad en actividades para el desarrollo de la independencia cognoscitiva desde la Física, se constata que la dirección y desarrollo las prácticas de laboratorio que se indican son tradicionales y carecen de la relación con la profesión predominando las de tipo cerrado-inductivo[15] en las cuales se le dice al estudiante lo que debe hacer paso a paso y los resultados que se esperan a través de los instructivos de laboratorio, esta actividad se hace en un tiempo fijo, limitado a veces por las condiciones del laboratorio y en donde el estudiante no tiene oportunidad de pensar e intentar nuevas estrategias. A lo anterior se suma el hecho de que en muchos casos el alumno no ha recibido el contenido del fenómeno que va a estudiar en el laboratorio, cuestión que puede suceder debido a la planificación y organización de este tipo de actividad, la dificultad radica en que la forma en que se desarrolla esta actividad es igual a la forma en que se realiza cuando ha recibido la base teórica del fenómeno.

Esta concepción de las prácticas de laboratorio lejos de estimular la actividad independiente, provoca en los estudiantes apatía, demostrando poca autonomía y escasa disposición a la generación de saberes, a la hora de realizar las tareas propias de este tipo de actividad que impliquen la potenciación de sus recursos intelectuales y por ende su independencia cognoscitiva. También se observa un limitado trabajo metodológico, en los colectivos de asignatura, en función de incentivar el desarrollo de la independencia cognoscitiva. En encuesta aplicada a 13 profesores del departamento de Física se pudo constatar que es pobre el conocimiento sobre la base conceptual sobre la independencia cognoscitiva así como los elementos y las herramientas a tener en cuenta para propiciar su desarrollo por parte de los estudiantes desde las actividades docentes.

No se constató actividades de preparación metodológica dirigidas a potenciar el desarrollo de la independencia cognoscitiva.

Cabe entonces preguntarse: ¿Cómo contribuir al desarrollo de la independencia cognoscitiva de los estudiantes de ingeniería, a través del proceso de enseñanza aprendizaje de la disciplina de Física, desde las clases prácticas de laboratorio? ¿Qué alternativas metodológicas se pueden asumir para el desarrollo de la independencia cognoscitiva en estos estudiantes?

Lograr independencia cognoscitiva implica[25]:

- Cambios de la complejidad de las tareas para el trabajo independiente. (Presentación de tareas docentes que desarrollen la independencia- cognoscitivas).
- Enseñanza de los procedimientos y de los modos y niveles del pensamiento. (Desarrollo de la actividad cognoscitiva).
- Creación de situaciones que estimulan la actividad cognoscitiva independiente

En la literatura revisada se pudo comprobar que la tarea docente cuya solución conlleva al desarrollo de la independencia cognoscitiva ha sido trabajada por diferentes autores [26 – 31]: que destacan un grupo de tareas encaminadas al desarrollo de habilidades generales de carácter docente pero que a su vez favorecen el desarrollo intelectual y exigen la creación con una mayor independencia cognoscitiva. Estas son:

- Concebir un plan para analizar o exponer un material.
- Operar con definiciones.
- Preparar un informe o ponencia ante el resto de los compañeros.
- Valorar un hecho o una información.
- Plantear y/o solucionar un problema.
- Plantear una hipótesis.
- Argumentar o fundamentar criterios o planteamientos.
- Comparar puntos de vistas, fenómenos o procesos y arribar a conclusiones propias.
- Proponer experimentos.

A lo que se puede agregar el empleo de las tecnologías del aprendizaje y el conocimiento para llevarlas a cabo. Lo anteriormente planteado está en franca contradicción con la forma de organización de las clases prácticas de laboratorio en la actualidad en la CUJAE. El uso de un instructivo de laboratorio en forma de guión limita el desarrollo de la independencia cognoscitiva. La observación de esta actividad y del producto de su realización demuestran que muchos de los estudiantes apenas leen el instructivo como preparación previa de la

actividad no establecen relaciones con lo estudiado anteriormente, lo siguen paso a paso y realizan las mediciones en los montajes de laboratorio realizados por técnicos y profesores, que después elaboran un informe donde no se logra en muchos casos que cumplan las expectativas para con los mismos.

Para contribuir al desarrollo de la independencia cognoscitiva en los estudiantes de la enseñanza superior hay que considerar los siguientes elementos en el proceso de enseñanza-aprendizaje[31 – 32]:

- Propuesta de un problema que provoque el interés y motivación del estudiante y dirija su actividad cognoscitiva en la búsqueda de los conocimientos necesarios para darle solución.
- Diagnóstico de la existencia en el estudiante de conocimientos previos que constituyan una plataforma teórico-práctica sobre la cual analizar e interpretar el problema planteado; de lo contrario el discente puede generar sentimientos de frustración al no contar con el nivel de partida necesario para emprender la búsqueda de alternativas de solución.
- Predominio del carácter productivo de la actividad a desarrollar.
- El problema planteado debe generar un esfuerzo intelectual de forma tal que la solución del problema genere un nivel de conocimiento superior. Así se estará propiciando un salto cualitativamente superior entre el nivel de conocimiento actual y el deseado.
- Diversidad de vías de solución que favorezcan y estimulen la toma de decisiones.
- Autorregulación del estudiante durante el proceso de solución.
- La autocrítica de los resultados obtenidos y de la vía de solución utilizada favorece el análisis y la reflexión sobre la labor realizada, a la vez que sirve de elemento educativo en la formación del estudiante.
- Control de la labor del estudiante por parte del docente. El trabajo desarrollado por los educandos debe ser controlado señalando las fortalezas y falencias. Para que la resolución del problema planteado cumpla con su función educativa no debe faltar el control.

Teniendo en cuenta lo expuesto anteriormente los autores han propuesto modificar la concepción existente en las prácticas de laboratorio, ya que estas, en su forma actual, no favorecen el desarrollo de la independencia cognoscitiva en los estudiantes de ingeniería desde los primeros años de la carrera.

Para ello se han utilizado las concepciones del aprendizaje basado en problemas, para cambiar el enfoque tradicional de las clases prácticas de laboratorio.

A continuación, se muestra el resultado de una experiencia, modificando la concepción metodológica de una práctica de laboratorio de Física, para promover el desarrollo de independencia cognoscitiva en los estudiantes:

Se empleó para ello la práctica de laboratorio denominada Péndulo Simple correspondiente a la Física General 1, la cual fue elegida por su simplicidad teniendo en cuenta el pobre desarrollo de prácticas de laboratorio en el nivel precedente (preuniversitario) sobre la base de un diagnóstico de la actividad experimental en el laboratorio, obtenido mediante una entrevista grupal, el cual resultó ser bajo o nulo en la mayoría de los casos. En vez de orientar a los estudiantes el estudio previo del instructivo tradicional previo a la sesión de laboratorio, se procedió a orientar el siguiente problema en la primera clase práctica del tema “Oscilaciones Mecánicas”:

“Determine la longitud que debe tener un péndulo simple cuyo periodo sea de T (s), tomando $g = 9.81 \text{ m/s}^2$. Compruebe los resultados obtenidos en la plataforma de simulación PhET, con la aplicación correspondiente”.

- Para cada estudiante se le dio un valor de T (s) específico y diferente.

En la segunda clase práctica y previa a la clase práctica de laboratorio se orientó la siguiente actividad independiente:

Diseñe y realice un experimento utilizando un péndulo simple que le permita determinar la aceleración de caída libre en el laboratorio de Física; para ello tenga en cuenta: consideraciones para asumir que un péndulo simple describe un movimiento armónico simple (MAS), y las fuentes de incertidumbre que puedan existir para ese montaje experimental.

- Este ejercicio, fue utilizado posteriormente en la clase práctica de laboratorio de péndulo siendo utilizado el resultado de los estudiantes para la realización de la misma.

Para comprobar la efectividad de esta concepción del laboratorio se tomaron dos grupos pertenecientes a la facultad de ingeniería Automática de la CUJAE: uno que realizó el laboratorio siguiendo el instructivo tradicional y el otro grupo que lo realizó mediante los problemas propuestos. Transcurrido un semestre se realizó la práctica por ambos grupos se procedió a comprobar la solidez en el aprendizaje de los contenidos asociados al tema, que permitieran explorar indicadores de independencia cognoscitiva, que pudieron desarrollar en la práctica de laboratorio.

Con ello se logró:

1. Identificar las zonas de búsquedas de los contenidos para resolver el problema experimental planteado.
2. Identificar posibles vías de solución del problema.
3. Modelar una situación experimental acorde con el problema objeto de estudio.
4. Diseñar el método de medición más adecuado según los medios disponibles.
5. Constatar si los resultados obtenidos se corresponden con el modelo considerando las incertidumbres evaluadas y explicar las causas de las diferencias.

Se exploró también la esfera cognitivo – afectiva, indagando sobre los niveles de satisfacción en la ejecución de la actividad. Los resultados del cuestionario se muestran en las gráficas de las figuras 1 y 2.

De las gráficas se puede inferir que en el grupo experimental, la cantidad de estudiantes que manifestaron niveles medio y alto en todos los indicadores sobrepasa el 50% de los sujetos involucrados en el estudio; no así en el grupo de control.

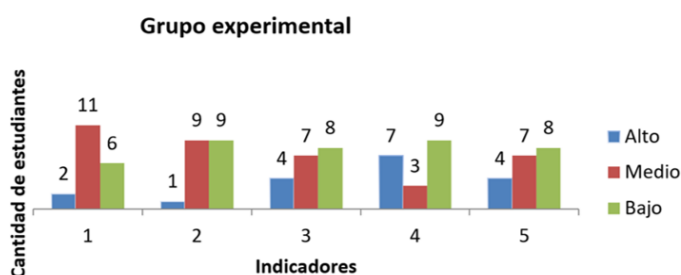


Figura. 1 Resultados de la evaluación de los indicadores en el grupo experimental

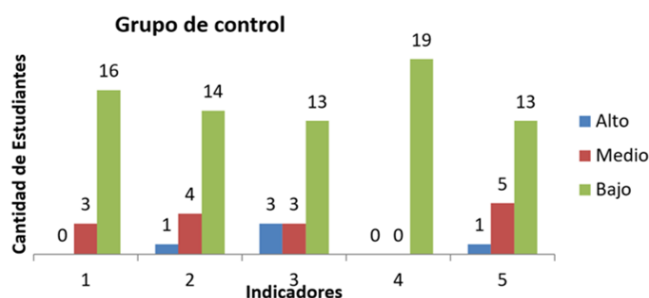


Figura. 2 Resultados de la evaluación de los indicadores en el grupo control

En el indicador relativo a la esfera afectivo-cognitiva se constató que los 19 estudiantes del grupo de control manifestaron criterios positivos sobre la actividad, destacando como lo más impactante el diseño y montaje del experimento por ellos mismos. En el caso del grupo de control solo dos estudiantes emitieron criterios al respecto, uno de ellos negativo, evaluando la práctica de aburrida.

Conclusiones

La independencia cognoscitiva debe conceptualizarse como una capacidad con la que debe contar el ingeniero y como tal se debe desarrollar en su proceso de formación.

Los principios en que se basa el logro de la independencia cognoscitiva se han contextualizado en el proceso de enseñanza aprendizaje de la Física General como disciplina básica evidenciándose que la misma tiene potencialidades que no han sido didácticamente explotadas para contribuir su desarrollo en los estudiantes de ingeniería siendo las clases prácticas de laboratorio un tipo de actividad idóneo para lograr este objetivo, estructurando la tarea docente a modo de problema de investigación.

Se diseñó y aplicó una variante para la clase práctica de laboratorio de péndulo, con una concepción didáctica diferente a la tradicional, por instructivos preelaborados para la autopreparación del estudiante para las clases prácticas de laboratorio, a fin de fomentar la independencia cognoscitiva de los mismos. De esta experiencia se infiere que si se propician actividades que contribuyan a elevar el nivel de independencia cognoscitiva, se pueden aumentar los niveles de significación del aprendizaje y perduran por más tiempo los saberes adquiridos en este tipo de clase.

Referencias bibliográficas

1. Palma C. Nuevos retos para el ingeniero en el siglo XXI. Revista semestral de ingeniería e innovación de la Facultad de Ingeniería, Universidad Don Bosco. 2012, 2 (4):61-65
2. SESI Tendencias en la formación de ingenieros en Iberoamérica. Simposio Ingeniería para las Américas. Informe final. Lima. 2005.
3. Savio C, de Matos, AM y Quadrado JC. Tendencias en la formación de ingenieros en Iberoamérica. Sesión académica: Formación de ingenieros, innovación y desarrollo tecnológico en Iberoamérica. México. 2014.
4. Batista MA, Mariño PA, Pérez AEJ. Estrategia Didáctica para Favorecer el Desarrollo de la Competencia Investigativa en el Ingeniero Civil. Revista Científica Hallazgos21. 2023, 8(1): 13-29. Disponible en:
<https://revistas.pucese.edu.ec/hallazgos21/article/view/607>

5. Alarcón R. Conferencia Inaugural, 9no Congreso Internacional de Educación Superior. La Habana 2014. MES.
6. Donoso LCE. et al. El aprendizaje conceptual de la asignatura de Física a través de una práctica de laboratorio. Pol. Con. 2021, 6 (5): 1197-1210
7. Castro VH y Vega J, O. La motivación y su relación con el aprendizaje en la asignatura de física de tercero en bachillerato general unificado. Revista Educare. 2021, 25(2): 322-348
8. Colectivo de autores. Programa de la disciplina Física General para las Carreras de Ingeniería. Plan E. CUJAE. 2017.
9. Martín JC, Mena JL Y Valcárcel N. Concepción didáctica para la formación de habilidades experimentales de Física en la carrera de Agronomía. Ciencia e Innovación Tecnológica (EDACUN). 2017 (I): 665-675
10. Rosa D y Martínez AMM. Resolución de problemas abiertos en ecología para la ESO. Enseñanza de las Ciencias, 2019, 37(2):25-42. Disponible en: <https://doi.org/10.5565/rev/ensciencias.2541>
11. Riveros HC. Enseñanza de la física experimental. Lat. Am. J. Phys. Educ. 2019, 13(1): 1-6.
12. Rodríguez LE, Ramos JM y Chamizo Y. El experimento físico escolar en la enseñanza-aprendizaje de la Física. Educación y Sociedad. 2018, 16(1): 11-24.
13. Hernández FA y Hernández GA. Perfeccionamiento del sistema de prácticas de laboratorio para la disciplina Física de carreras de Ingeniería, evaluación de su calidad y del impacto en la formación del profesional. Universidad y Sociedad, 2018, 10(1): 46-54.
14. Pérez AI y Mateo PJO. Una concepción metodológica en relación al desarrollo de la independencia cognoscitiva desde el trabajo independiente. Revista Atlante: Cuadernos de Educación y Desarrollo. 2018 (6):1-10 Disponible en: https://www.eumed.net/rev/atlante/2018/06/independencia_cognoscitiva.html
15. Marta AP (et al). Las actividades de laboratorio en la formación de ingenieros: propuesta para el aprendizaje de los fenómenos de conducción eléctrica. Caderno Brasileiro de Ensino de Física. 2014, 31(3): 642-665
16. Danilov MA y Skatkin MN. Didáctica de la escuela media. Ed. Libros para la Educación, La Habana. 1976
17. De la Tejera D. Algunas cuestiones sobre el desarrollo de la independencia cognoscitiva de los alumnos a través de las clases de Historia. Revista Educación. 1980, Año X (37)

19. Majmutov MI. La enseñanza problémica. Ed. progreso, Moscú 1983.
20. Martínez LIM. Calidad educacional, actividad pedagógica y creatividad. La Habana: Editorial Academia, 1998
21. Álvarez de Zayas CM. La escuela en la vida. La Habana: Editorial Pueblo y Educación. 1999
22. Cruz BSS. El desarrollo de la independencia cognoscitiva en la formación de estudiantes de arquitectura. Arquitectura y Urbanismo, 2015, 36(2):140-145.
23. Reyes CC, Carrillo PS y Caamaño ZR. Métodos problémicos e independencia cognoscitiva. Roca. Revista Científico - Educacional De La Provincia Granma. 2017, 13(2): 93-108.
24. Freire EE y Espinoza HML. Independencia cognoscitiva y trabajo independiente. Revista Científica, Cultura, Comunicación y Desarrollo. 2020, 5(2): 35-43.
25. Crespo ME. Clasificación de las prácticas de laboratorio de física. Pedagogía Universitaria. 2021, 6(2): 42-50.
26. Minujín ZA y Mirabent PG. Cómo estudiar las experiencias pedagógicas avanzadas. La Habana: Pueblo y Educación. 1989
27. Espinoza FEE y Herrera ML. Independencia cognoscitiva y trabajo independiente. Revista Científica, Cultura, Comunicación y Desarrollo. 2020, 5(2): 35-43
28. Silvestre M y Zilberstein J. Hacia una didáctica desarrolladora. La Habana: Editorial Pueblo y Educación. 2002
29. Umpierre J, Gil AE y Oliva C. Trabajo independiente una vía para el desarrollo de la independencia cognoscitiva. Revista de Investigación Académica sin Frontera. 2023, 16(39): 1-11
30. Ortiz EA y Meriño SM. El trabajo independiente en el proceso de Enseñanza Aprendizaje Universitario. Problemas Contemporáneos de la Didáctica de la Educación Superior. Revista Electrónica de la Dirección de Formación de profesionales. 2004, 9(5): 1-12
31. García D, Guerra Y, Leyva J. Cognitive independence to design Biology experiments with a frame introduced by opening sequence. Revista Mendive. 2021, 19(3): 936
32. Landa LC, Morales CM, Guedán I. Enfoque didáctico para una enseñanza desarrolladora en las clases de Física: experiencias desde el aula. Revista Cognosis. 2023, VIII (2): 57-70

Conflicto de intereses

Los dos autores declaramos que estamos de total acuerdo con lo escrito en este informe y aprobamos la versión final.

Contribución de autoría: Los dos autores hemos participado en partes iguales

ANEXO: 1. Guía para el análisis documental

Objetivo: Comprobar las orientaciones y el tratamiento que se le da en los documentos normativos y legales al desarrollo de la independencia cognoscitiva en los estudiantes de ingeniería.

Documentos analizados:

- Bases conceptuales para el diseño de los planes de Estudio E
- Programa analítico de las asignaturas Física I, Física II y Física III, Plan E 2017.
- Orientaciones metodológicas para las asignaturas Física I, II y III.
- Instructivos para clases prácticas de laboratorio de Física.
- Guías de Estudio de las asignaturas.
- Bibliografía de las asignaturas.
- Planes de Trabajo Metodológico 2018-2023

Aspectos a analizar:

- Valorar si en el diseño de los planes de estudio de las carreras de ingeniería se precisa que debe desarrollarse la independencia cognoscitiva de los estudiantes.
- Determinar si en los programas analíticos de las asignaturas se tiene en cuenta el desarrollo de la independencia cognoscitiva
- Precisar si en las orientaciones metodológicas de las asignaturas de la disciplina Física se le ofrece al docente alternativas para favorecer el desarrollo de la independencia cognoscitiva.
- Valorar si los instructivos de prácticas de laboratorio favorecen el desarrollo de la independencia cognoscitiva
- Valorar si los ejercicios que se proponen en la bibliografía favorecen el desarrollo de la independencia cognoscitiva
- Precisar si está concebida en el Plan de trabajo metodológico del departamento, y de las asignaturas la línea relacionada con el desarrollo de la independencia cognoscitiva de los estudiantes.

ANEXO 2. Encuesta a estudiantes

Objetivo: Obtener información acerca del nivel de desarrollo de la independencia cognoscitiva que poseen.

Encuesta a aplicar a los estudiantes de ingeniería de 1er. Año

Escuela de Procedencia _____

Provincia: _____

Estimado estudiante:

Como parte de una investigación pedagógica para mejorar el aprendizaje de la Física, en particular en las clases prácticas de laboratorio has sido seleccionado para responder este breve cuestionario Para contestar debes marcar con una X en una posible respuesta de cada pregunta teniendo en cuenta lo que es y no lo que piensas que debería ser.

Desde ya te agradecemos tu cooperación.

Atentamente, equipo investigador

1. Te Agrada la asignatura Física

____ Mucho ____ Ni mucho ni poco ____ Nada ____ Me es indiferente

2. Consideras que la Física que recibiste en el preuniversitario te preparó para la de la Universidad

____ Si ____ Más o menos ____ No ____ No sé

3. Realizaste Prácticas de laboratorio en el de la asignatura Física en el preuniversitario:

____ Muchas (6 ó más) ____ Pocas (5 ó menos) ____ Ninguna ____

No recuerdo

4. Para profundizar en los contenidos impartidos en las clases consulto:

____ INTERNET ____ notas de clases ____ libros de textos ____ otros

5. Estudio la asignatura:

____ a veces ____ nunca ____ casi nunca ____ cuando hay evaluación

6. Las tareas indicadas por mi profesor de Física me resultan:

____ interesante ____ adecuadas ____ poco adecuadas ____ No sé

7. Cuando voy a realizar las tareas tengo problemas para identificar:

___ Los datos ___ el método de solución ___ el procedimiento ___ comprobar el resultado
___ nada ___ Todo

8. Cuando los problemas y tareas me resultan difíciles:

____ Los dejo a un lado ____ Busco ayuda de mi compañero o profesor ____ Busco en la bibliografía y profundizo hasta entender

9. Cuando salgo mal en alguna evaluación:

_____analizo los errores _____reflexiono con mis compañeros _____ Pido a mi profesor que me diga en qué me equivoqué

10. Cuando revisan las tareas en el aula:

_____presto atención _____me distraigo_____ analizo mi solución

11. Consideras que la Física favorece tu futuro desempeño como profesional:

_____Si _____ No _____No sé

ANEXO: 3. Guía de observación

Objetivo: Comprobar durante las distintas actividades docentes el nivel de desarrollo de la independencia cognoscitiva en los estudiantes.

Aspectos a observar: ☐

☐☐☐ Si los alumnos trabajan demandando cierto nivel de ayuda o de manera independiente

☐☐☐ Si buscan vías de solución propias y diferentes o se rigen siempre por vías de solución ya establecidas

☐☐☐ Si manifiestan constancia en la realización de las tareas con calidad

☐☐☐ Si demuestran disfrute en la realización de las tareas y en la obtención de los resultados

ANEXO 5. Guía de entrevista a docentes del Departamento de Física de la Universidad Tecnológica de la Habana

Estimado profesor: La siguiente entrevista tiene como objetivo recoger información relacionada con el desarrollo de la independencia cognoscitiva de los estudiantes. Le pedimos, por favor, la mayor fidelidad en la información y de antemano se le agradece su colaboración.

Cuestionario

1. ¿Cuál es su criterio acerca del dominio del contenido que poseen los estudiantes de la asignatura que imparte?

2. ¿Saben estudiar sus estudiantes? Argumente

3. ¿En las clases prácticas de laboratorio propicia que el estudiante establezca nexos entre lo conocido y lo nuevo por conocer? Ejemplifique

5. ¿Propicia Ud. que los estudiantes manifiesten capacidad para: comprender, buscar, seleccionar la información, determinar las vías de solución, solucionar la tarea y valorar críticamente los resultados en las clases prácticas de laboratorio? ¿Cómo lo hace?

7. ¿Brindas diferentes niveles de ayuda a cada estudiante para favorecer el desarrollo de la independencia cognoscitiva? Ejemplifique
9. ¿Los estudiantes se muestran implicados y satisfechos al solucionar las tareas docentes qué le proponen?
10. ¿Cómo evalúas la toma de decisión de los estudiantes para determinar la vía de solución de las tareas?
11. ¿Qué sugerencias ofrecerías para favorecer el desarrollo de la independencia cognoscitiva del estudiante?
12. ¿Cuáles son, según su criterio, los aspectos que más inciden negativamente en el desarrollo de la independencia cognoscitiva de su estudiantes?

ANEXO 6. Encuesta de comprobación de solidez del conocimiento

Estimado estudiante:

Para perfeccionar el sistema de prácticas de laboratorio de la disciplina Física General se le realiza este cuestionario. Agradecemos de antemano sus respuestas.

De la práctica de laboratorio “Péndulo Simple” realizada el periodo anterior responda:

1. ¿Qué fenómeno físico se pone de manifiesto? ¿Cuál modelo físico utilizó para su estudio?
2. ¿Cuáles ecuaciones utilizó para resolver la problemática planteada?
3. Describa el montaje de la práctica, los medios e instrumentos empleados.
4. ¿Cuál fue el procedimiento experimental seguido por Ud., para el desarrollo de esta práctica?
5. ¿Cuáles fueron las fuentes de incertidumbres asociadas al proceso de medición de las magnitudes requeridas?
6. ¿Los resultados obtenidos en la práctica se corresponden con la realidad?
¿Qué fue lo que más le motivó durante la práctica de laboratorio?

Autores

Hildenia Astiguieta Quintana. Instituto de Ciencias Básicas, Universidad Tecnológica de la Habana José Antonio Echeverría (CUJAE), Cuba

Juan José Llovera González. Doctor en Ciencias Pedagógicas. Profesor Titular. Instituto de Ciencias Básicas. Universidad Tecnológica de la Habana José Antonio Echeverría (CUJAE), Cuba

