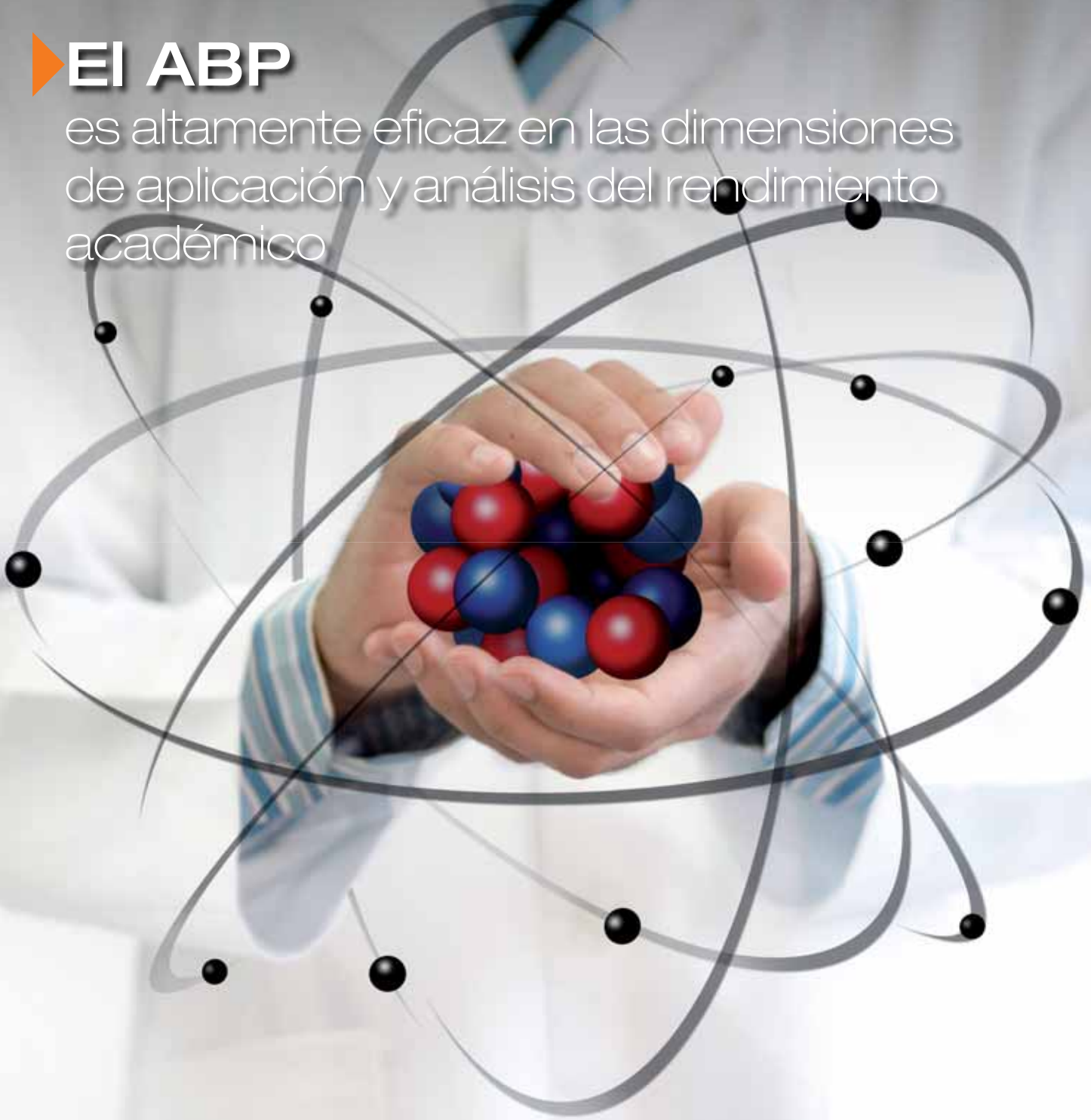


► EI ABP

es altamente eficaz en las dimensiones de aplicación y análisis del rendimiento académico



Efectividad del aprendizaje basado en problemas en el rendimiento académico del curso de Física

Effectiveness of Problem-Based Learning in Academic Achievement Physics Course

RESUMEN

El presente artículo muestra la efectividad del aprendizaje basado en problemas (ABP) en el rendimiento académico del curso de Física, específicamente cómo el aprendizaje surge a través de la experiencia. Para ello, se adecuaron las metodologías existentes sobre ABP con el fin de generar seis propuestas metodológicas originadas en situaciones específicas de la profesión, las cuales se desarrollaron durante un semestre académico.

Se evidenció el impacto del ABP al concluir dicho periodo, a través de la aplicación de la prueba no paramétrica de Mc-Nemar, con un nivel de confianza de 95%.

Se concluyó que el ABP resultó altamente efectivo, sobre todo en los niveles más altos de rendimiento académico, los cuales son de aplicación y análisis, en los que se encontraron diferencias sustanciales respecto al grupo de control. Por el contrario, en el área de comprensión no se observó tal diferencia, lo cual indica que la aplicación de dicha estrategia metodológica respecto a esta capacidad no es interesante para el docente.

Esta investigación contribuye a la enseñanza superior de la ciencia con un programa que cuenta con instrumentos que miden la comprensión, aplicación y análisis de los principios de la física clásica en los estudiantes del curso de Física. Asimismo, proporciona una guía de trabajo de campo con pautas de empleo para el curso de Física en el nivel superior, y ejemplos para su uso posterior.

ABSTRACT

The present article shows the efficiency of the learning based on problems (ABP) in the academic performance of the course of Physics, specifically how the learning arises across the experience. For it, the existing methodologies were adapted on ABP in order to generate six methodological offers originated in specific situations of the profession, which developed during an academic semester.

The impact of the ABP was demonstrated on having concluded the above mentioned period, across the application of the test not paramétrica of Mc-Nemar, with a confidence level of 95 %.

One concluded that the ABP turned out to be highly effective, especially in the highest levels of academic performance, which are of application and analyses, in which they found substantial differences with regard to the group of control. On the contrary, in the area of comprehension did not observe such a difference, which indicates that the application of the above mentioned methodological strategy with regard to this capacity is not interesting for the teacher.

This investigation contributes with a program that relies on instruments that they measure the comprehension, application and analysis of the beginning of the classic physics in the students of the course of Physics. Likewise, a guide of fieldwork provides with guidelines of employment for the course of Physics in the top level, and examples for his later use.



Palabras Claves

Aprendizaje Basado en Problemas (ABP), rendimiento académico

Key words

Problem-based Learning, Academic performance

INTRODUCCIÓN

El desarrollo sostenidamente acelerado de la ciencia y la tecnología colocan a nuestros estudiantes frente a un gran volumen de información, lo que hace cada vez más complicada su asimilación durante el proceso de enseñanza-aprendizaje. Por ello, es necesario que los docentes estén mejor preparados para la enseñanza científica. Esto implica optimizar su práctica pedagógica, es decir, articular sistemáticamente los campos o aspectos del conocimiento, organización de los aprendizajes, estrategias y medios, evaluación y clima del aula. El docente debe considerar que el estudiante enfrenta nuevos desafíos como la rapidez de los cambios, la complejidad e interdisciplinariedad, la dimensión ética y social y la problemática cívica (OEI, 2011) en los que debe participar de manera activa, tanto en la adquisición de conocimiento como para identificar sus deficiencias.

Definir situaciones reales en las cuales se ponen en práctica los conceptos desarrollados en aula, muchas veces se torna complejo para el estudiante, ya que la aplicación conceptual es mínima en el contexto de la profesión. Los contenidos del curso de Física no son ajenos a esta problemática, por lo que se propuso mejorar la forma de enseñanza de dicho curso mediante el ABP, que permite que al aprendizaje surja de la experiencia.

Este método supone reflexionar sobre la necesidad de un cambio en la forma de entender, enseñar y pensar la ciencia, de plantear y elaborar herramientas y métodos centrados en el estudiante. Ello implica que el alumno sea capaz de encontrar soluciones a las interrogantes que se le plantearán en el mundo laboral, con un pensamiento crítico que desarrolle competencias y habilidades para enfrentar problemáticas diversas, sobre todo que su acercamiento a los conceptos desarrollado sea investigativo.

En ese contexto, planteamos la siguiente interrogante que engloba nuestro objeto de investigación: ¿De qué manera la aplicación del método de ABP mejora los niveles de rendimiento académico de los estudiantes del primer ciclo de la asignatura de Física 1?

FUNDAMENTOS

El ABP, según Araujo y Sastre (2008), es un método que favorece el desarrollo de habilidades, capacidades y competencias demandadas en el mundo laboral bajo un enfoque más efectivo y estimulante que el modelo tradicional. Esta metodología activa integra los problemas de la vida real y busca que los estudiantes analicen, identifiquen deficiencias de su propio aprendizaje e indaguen de manera colaborativa (en comunidad) sobre formas de abordaje para la solución del problema planteado.

En el ABP, la actividad gira en torno a la discusión de un problema aplicado a la futura vida profesional, haciendo que el aprendizaje surja de la experiencia de trabajar sobre dicho problema. Es un método que estimula el autoaprendizaje y la práctica del estudiante, al enfrentarlo a situaciones reales y ayudarlo a identificar deficiencias en sus conocimientos, figura 1 (Morales y Landa, 2004).

La acepción del término rendimiento académico se corresponde con el nivel de aprendizaje del alumno, resultado del proceso en-

señanza-aprendizaje. En la explicación de este concepto se reconoce la influencia de factores de diversa naturaleza. En el campo de la educación, la taxonomía de Bloom se ha convertido en una herramienta universal para la evaluación de los logros de aprendizaje, por lo que se utiliza en esta investigación. El rendimiento académico se define como los logros obtenidos en términos de comprensión, análisis y aplicación.

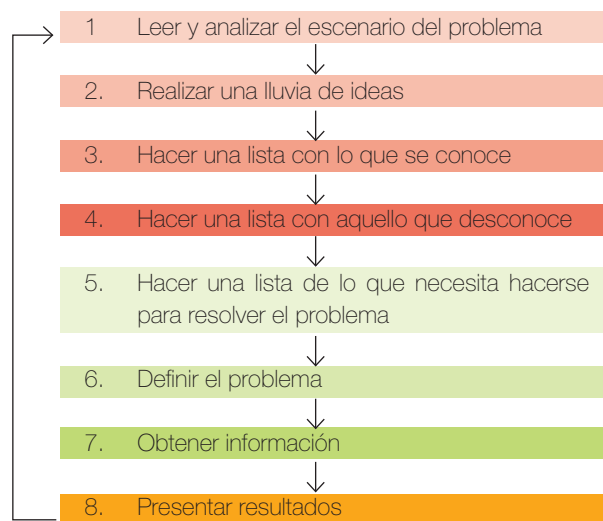


Figura 1. Desarrollo del proceso de ABP. Fuente: Morales y Landa, 2004.

METODOLOGÍA

En el presente estudio se aplicó el método del ABP. Se trabajó con variables categóricas. Para evaluar el rendimiento académico se consideraron las áreas de comprensión, aplicación y análisis de algunos principios básicos de la Física en situaciones específicas reales. Para medir el impacto del ABP en el rendimiento académico, se examinaron dos periodos de tiempo, antes y después de su aplicación. La observación se llevó a cabo durante las actividades previas a la intervención, en el transcurso de las sesiones y durante las actividades posteriores a la misma. La tabla 1 muestra la variable independiente y la variable dependiente del estudio y sus herramientas de evaluación correspondientes.

Variables	Técnicas e instrumentos
Independiente: Aprendizaje Basado en Problemas (ABP)	<ul style="list-style-type: none"> Seis módulos de laboratorio según plan de temas del curso Física 1 Seis problemáticas con aplicación a la carrera de Mantenimiento de Maquinaria Pesada
Dependiente: Rendimiento académico	El cuestionario y la observación <ul style="list-style-type: none"> Prueba de entrada Prueba de salida Reporte de laboratorio Sesiones plenarias Hoja de resultados

Tabla 1. Relación de técnicas según las variables. Fuente: Elaboración propia.

Esta investigación tuvo un diseño experimental con un grupo de prueba y un grupo de control. El ABP (variable independiente) se aplicó a lo largo de un semestre durante el desarrollo del curso con los módulos elaborados y las problemáticas aplicadas a la

carrera profesional. La variable dependiente fue medida en dos ocasiones (antes y después).

Evaluación para medir el rendimiento académico.

El instrumento de evaluación educativa, aplicado en la *Evaluación de entrada y salida para medir el rendimiento académico*, permitió estimar la variable dependiente. Este instrumento fue construido por dos expertos en la enseñanza de Física. Para la validación de contenido, se utilizó una matriz dicotómica que fue testada en ocho docentes con una experiencia superior a diez años en el dictado del curso de dicha materia. Se obtuvo una media aritmética de 0,875 con una desviación típica máxima de 0,35. La validación se confirmó con el análisis de convergencia de las respuestas que dio un valor de 95,83%. Para validar el constructo se aplicó la prueba a estudiantes del curso de Física 2, bajo el supuesto de ser un grupo con las competencias a medir, al haber aprobado ya la materia. Sin embargo, se cambiaron las secciones para evitar la inducción de respuestas. Se obtuvo un Alfa de Cronbach = 0,711, resultándolo que implica un instrumento con excelente confiabilidad.

RESULTADOS

Se evaluaron los resultados del pretest y postest en ambos grupos (de control y experimental) con la finalidad de comparar los resultados entre ellos, para la validación de la hipótesis se utilizó la prueba estadística de Mc-Nemar. Se utilizó el test de Chi cuadrado para muestras independientes para comparar las diferencias en dichos grupos.

A. Comprensión de los principios básicos de los fenómenos que gobiernan la Física clásica	B. Aplicación de los principios básicos de la Física a situaciones específicas asociadas a situaciones reales.	C. Análisis de los principios básicos de la Física a situaciones específicas asociadas a situaciones reales.
Indicador A.1 Diferencia los principios básicos de los fenómenos que gobiernan la Física clásica.	Indicador B.1 Examina el comportamiento de los principios básicos de los fenómenos que gobiernan la Física clásica.	Indicador C.1 Analiza principios básicos de los fenómenos que gobiernan la Física clásica
Indicador A.2 Distingue las características principales de los principios básicos de los fenómenos que gobiernan la Física clásica.	Indicador B.2 Interpreta los procesos de funcionamiento en algunos fenómenos que gobiernan la Física clásica.	Indicador C.2 Analiza las características físicas los principios básicos de la Física a situaciones específicas asociadas a situaciones reales.

Figura 2. Organización de las preguntas según dimensiones a evaluar. Fuente: Elaboración propia.

Nota: Se muestra la estructura de los ítems de evaluación de la variable rendimiento académico. Tenemos la capacidad Comprensión para los indicadores A1 y A2, la capacidad Aplicación para los indicadores B1 y B2, la capacidad Análisis para los indicadores C1 y C2, para los principios que gobiernan la Física Clásica.

En la investigación, se articularon los temas seleccionados de Física con sus respectivas problemáticas.

Sesión	Problema	Tema
1	Mala relación aire combustible en un motor c13	Termodinámica, termometría
2	Rotura de resorte de válvula de admisión	Movimiento armónico simple
3	Desgaste de los pines en el chasis de la tolva de un camión	Movimiento armónico: ondas
4	Medición de desgaste del tren de rodamiento de tractores y excavadoras	Sonido
5	Eficiencia de los operadores que usan kontrax (komatsu) o caes (cat)	Luz
6	Eficiencia de los operadores que emplean accugrade laser 2d	Óptica

Tabla 2. Relación de los módulos desarrollados en el curso de Física. Fuente: Elaboración propia.

La tabla 2 indica la secuencia de los módulos realizados y articulados directamente con los temas del curso de Física I, según el plan de estudios de la carrera profesional.

En todos los casos se adecuó el modelo de Morales y Landa de ocho fases a las problemáticas planteadas.

- Fase 1 ▶ Análisis de la problemática
- Fase 2 ▶ Lluvia de ideas
- Fase 3 ▶ Lista de lo que se conoce: temas a desarrollar
- Fase 4 ▶ Lista de aquello que se desconoce: temas a desarrollar
- Fase 5 ▶ Enlistar lo que se necesita para resolver la situación problemática
- Fase 6 ▶ Definir el problema
- Fase 7 ▶ Acopiar y procesar la información
- Fase 8 ▶ Presentar los resultados



A continuación se mostrarán los resultados obtenidos para las mediciones realizadas es decir el pretest y postest.

		Grupo	Media	Desviación típica	Coefficiente de Variabilidad
A. Comprensión	Indicador A.1	Control	0.0667	0.25371	0.26
		Prueba	0.2105	0.41315	0.51
	Indicador A.2	Control	0	0	0.00
		Prueba	0.1053	0.31101	0.34
B. Aplicación	Indicador B.1	Control	0	0	0.00
		Prueba	0.0526	0.22629	0.23
	Indicador B.2	Control	0	0	0.00
		Prueba	0.1053	0.31101	0.34
C. Análisis	Indicador C.1	Control	0	0	0.00
		Prueba	0.0526	0.22629	0.23
	Indicador C.2	Control	0	0	0.00
		Prueba	0.1053	0.31101	0.34

Tabla 3: Resultados obtenidos en el pretest. Fuente: Elaboración propia.



INTERPRETACIÓN

Respecto a los resultados de la prueba aplicada para medir las tres capacidades, pretest, correspondientes a la línea de base, el valor medio en cada ítem analizado se sitúa entre 0 y 0,2, lo que indicaría una tendencia hacia cero. Asimismo, la elevada desviación estándar no permite establecer un sesgo característico por grupo, sino más bien suponer heterogeneidad en ambos grupos. Observando la variabilidad en cada uno de los indicadores que tenemos por capacidad tenemos que en el grupo de Prueba existen variaciones respecto al recojo de las respuestas, el indicador con mayor variabilidad es el A1, es decir es el más heterogéneo. En el caso del grupo de control no existe variabilidad es decir las respuestas son homogéneas sobre la prueba aplicada.

Luego de la intervención, pasaremos a explicar las variaciones encontradas en los grupos de Prueba y de Control, para ello utilizaremos los gráficos de barras por cada Indicador. Para analizar el impacto del ABP en el curso de Física, es decir la evaluación del postest y las diferencias con el pretest

Descripción: Referente al indicador A.1 se han dispuesto los resultados en porcentajes para determinar los contrastes de los incrementos obtenidos. Se observa que en el grupo control se ha producido un incremento importante de 33.3% en el elemento *Diferencia los principios básicos de los fenómenos que regulan la física clásica*. Igualmente, el grupo de prueba, que parte de niveles más altos (21,1%) experimenta un aumento discretamente menor, de 28,9%. No existen diferencias respecto al trabajo metodológico del docente.

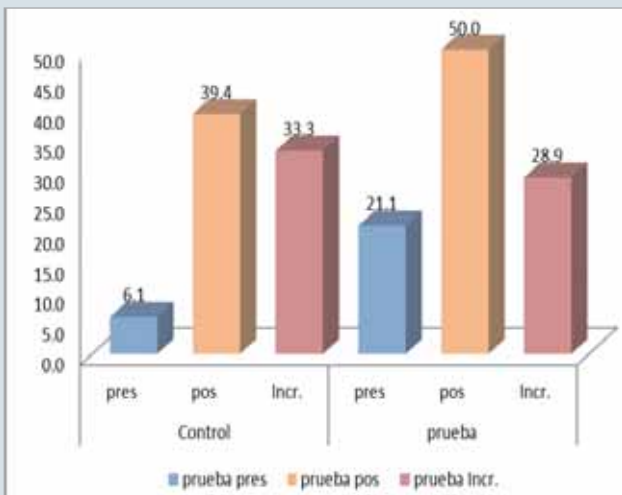


Figura 3. Indicador A.1 de la dimensión de comprensión
Fuente: Elaboración propia

Descripción: *Distingue las características principales de los principios básicos de los fenómenos que regulan la física clásica*, el indicador A.2 muestra que las diferencias en los resultados del pretest del grupo control y el de prueba (0% versus 10,5%, respectivamente) son mayores que para el indicador A.1.

Ambos grupos aumentan sus porcentajes a 39,5% (control) y 52,6% (prueba), en el postest, siendo mayor el incremento en el grupo de Prueba.

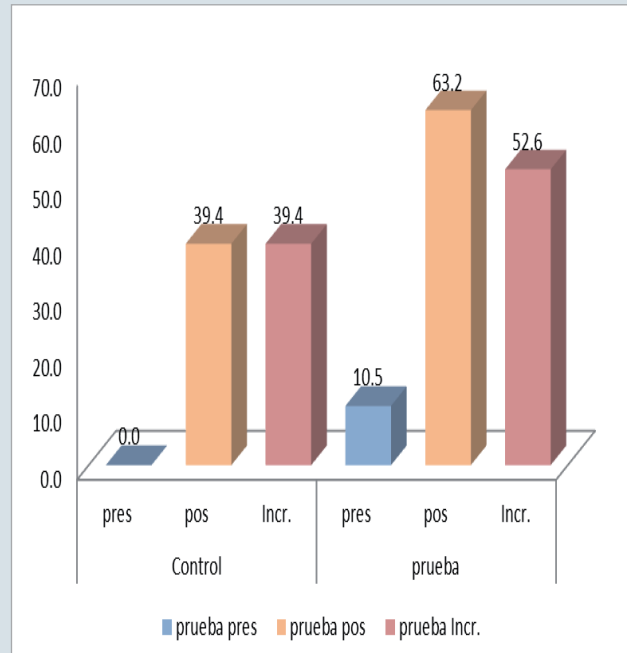


Figura 4. Indicador A.2 de la dimensión de comprensión.
Fuente: Elaboración propia.

Descripción: Respecto al indicador B.1, se aprecia un incremento de 27,3% en el grupo control, frente a un aumento de 39,5% en el grupo de Prueba, lo que implica una diferencia de 12,2% a favor del grupo donde se intervino.

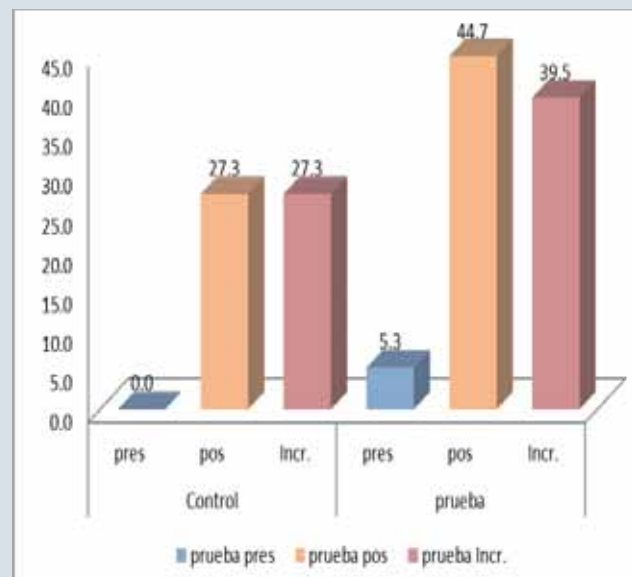


Figura 5. Indicador B.1 de la dimensión de aplicación.
Fuente: Elaboración propia.

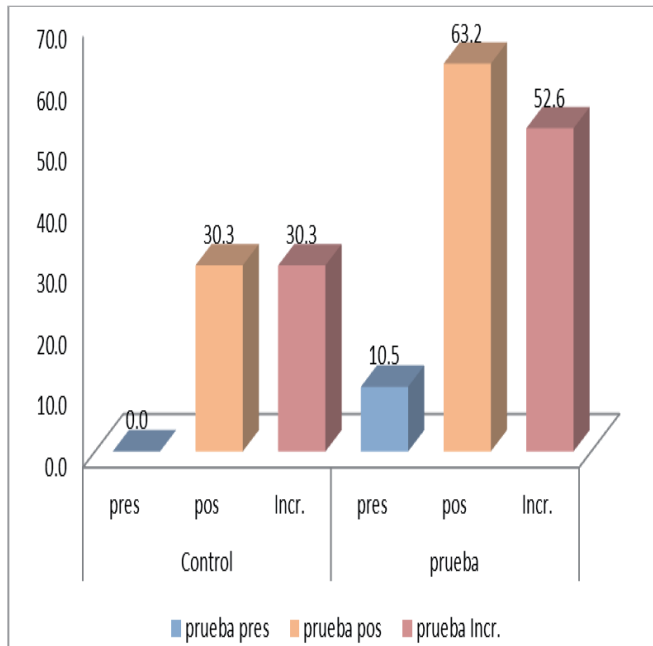


Figura 6. Indicador B.2 de la dimensión de comprensión.
Fuente: Elaboración propia.

Descripción: En cuanto al descriptor *Interpreta los procesos de funcionamiento en algunos fenómenos que regulan la física clásica* las diferencias de base en el indicador B.2 entre el grupo control y de prueba son mucho mayores que para el caso del indicador anterior (0% y 10,5%, respectivamente). En el postest, el incremento es más importante en el grupo de prueba (52,6%) que en el de control (30,3).

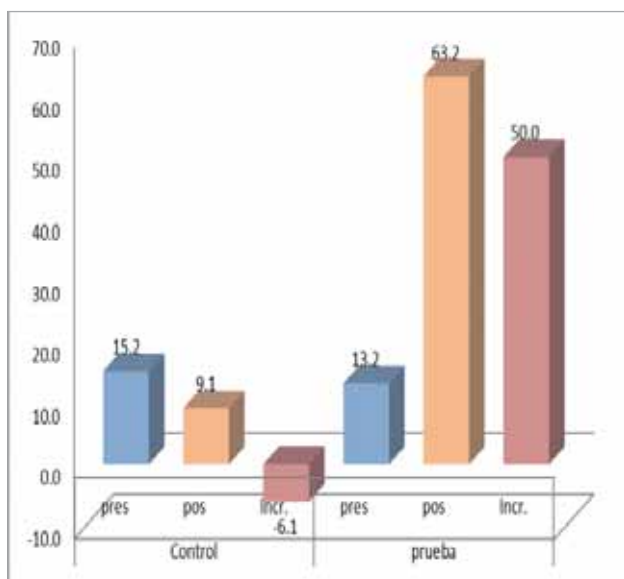


Figura 7. Indicador C.1 de la dimensión de análisis.
Fuente: Elaboración propia.

Descripción: El indicador C.1, observamos un decremento de (-6,1%) entre el pretest y el postest, mientras que el grupo de prueba experimenta un incremento de 50%. Ello haría suponer que solo el estudiante del grupo de intervención es capaz de analizar los principios básicos de los fenómenos que gobiernan la física clásica.

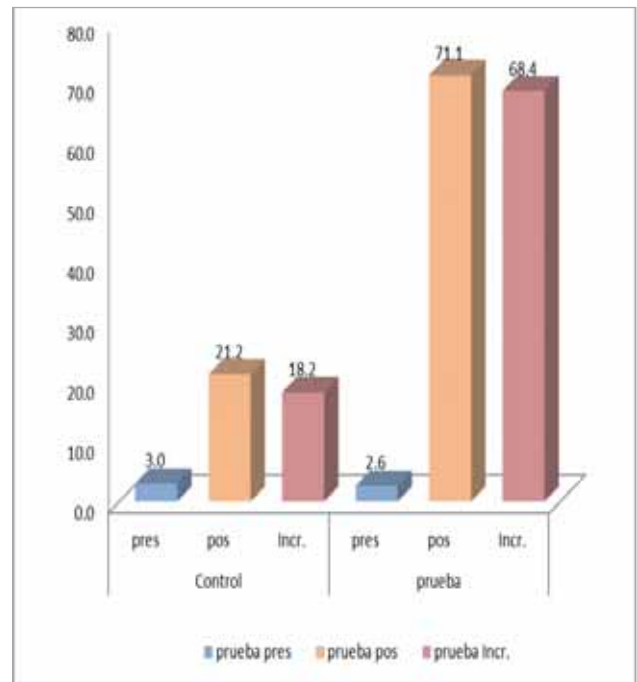


Figura 8. Indicador C.2 de la dimensión de análisis.
Fuente: Elaboración propia.

Descripción: Por último, para el descriptor *Analiza las características físicas los principios básicos de la Física a situaciones reales específicas asociadas a situaciones reales*, correspondiente al indicador C.2, ambos grupos inician con un pretest de alrededor de 3%, para aumentar a 21,2% en el grupo control y a un contundente 71,1% en el grupo de prueba. Se constata, además, una diferencia de 50,2% entre los incrementos pretest y postest de los grupos control y de intervención.

DISCUSIÓN

Capacidad: Comprensión:

Cabe mencionar que para esta capacidad corresponde los análisis de los indicadores A1 y A2. Ambos grupos alcanzan incrementos en el postest versus pretest, 39,5% en el control frente a un 52,6% en el de prueba, siendo mayor el de este último grupo. Estos resultados evidenciarían que el enfoque del ABP influye en el rendimiento académico, como lo reconocen Chen & Hu (2013), en contraste a la clase magistral.

Los estudiantes de Física 1, son capaces de distinguir las características principales de los principios básicos de los fenómenos que gobiernan la física clásica. Ello implicaría que es posible la utilización del ABP como estrategia de enseñanza no solo en el curso de Física sino también de Matemática, como lo señala el estudio de Nur, Rohani & Rosini (2010) en el que se comprueba que el ABP no solo mejora las habilidades de resolución de problemas, sino también las de trabajo en equipo y comunicación.

Según los resultados obtenidos, podemos decir que la hipótesis planteada, "La aplicación del Aprendizaje Basado en Problemas mejora la comprensión de los principios básicos de los fenómenos que regulan la física clásica", no resulta plenamente confirma-

da, por lo que la afirmación no es definitiva. Sin embargo, podría ser útil pero no determinante para adquirir dicha capacidad, así como para desarrollar el razonamiento, la comunicación y la toma de decisiones, como lo menciona Pezoa & Labra (2000).

Capacidad: Aplicación

Para los indicadores B1 y B2 tenemos el 39,5% y 52,6% obtenidos en el Grupo de Prueba corroboran lo obtenido en el trabajo de Aslihan & Mustafa (2010), es decir que la capacidad de aplicación se evidencia de manera significativa en el grupo de Prueba que en el grupo de Control. Se concluye que el enfoque de ABP es más útil en el desarrollo conceptual que el tradicional, que fue el que se aplicó en el grupo de Control. A ello se suman los resultados obtenidos en el estudio de Pereira & da Silva (2012) sobre la percepción de los estudiantes de estar mejor preparados para las actividades prácticas que brinda el método ABP, al aumentar la seguridad de los mismos, como efecto colateral.

Capacidad: Análisis

La hipótesis "La aplicación del Aprendizaje Basado en Problemas mejora el análisis de los principios básicos de los fenómenos que regulan la física clásica", se verifica según los resultados presentados (incrementos pretest vs posttest del 50% y 68,4% en los indicadores C.1 y C.2 en el grupo de prueba).

Además, en el artículo "Aprendizaje basado en problemas: una alternativa al método tradicional", Molina, García & Pedraz, (2006) refieren que el alumno reconoce las ventajas del método ABP dado que contribuye a aumentar su habilidad para el autoaprendizaje y su capacidad crítica para analizar la información que les ofrece la búsqueda.

El estudio de Minhong, Bian & Nian (2013) verifica también esos resultados, al corroborar un enfoque de aprendizaje profundo en relación con el rendimiento académico en un curso basado en el ABP; pero no con la aplicación de otros métodos.

CONCLUSIONES

Con respecto al objetivo general de determinar la influencia del método constructivista denominado Aprendizaje Basado en Problemas en los niveles de rendimiento académico de los estudiantes del primer ciclo de la asignatura de Física 1, de Tecsup, mediante la técnica no paramétrica de Mc-Nemar, (nivel de confianza de 95%), se verificó que este diseño metodológico es altamente eficaz sobre todo en los niveles más altos de rendimiento académico, específicamente en las dimensiones de aplicación y análisis.

Si bien la utilización del ABP favorece la comprensión de los principios básicos de los fenómenos que regulan la física clásica en los estudiantes en el curso de Física I, también lo hacen otros métodos empleados en un curso regular.

El impacto del método del ABP en la aplicación de los principios básicos de los fenómenos que regulan la física clásica en los estudiantes del curso de Física es mayor al del método tradicional pauteado por los planes de los cursos regulares.

El ABP contribuye muy eficazmente a la complejidad de las habilidades de pensamiento de los estudiantes, como el análisis de los principios básicos de los fenómenos que regulan la física clásica.

REFERENCIAS

- [1] American Association for the Advancement of Science. (1989). *Science for all Americans*. New York, USA: Oxford University Press.
- [2] Araujo, U. & Sastre, G. (2008). *El Aprendizaje Basado en Problemas. Una nueva perspectiva de la enseñanza en la Universidad*. Barcelona, España: Gedisa.
- [3] Barrel, J. (1999). *Aprendizaje Basado en Problemas, un enfoque investigativo*. Buenos Aires, Argentina: Manantial.
- [4] Bloom, B.; Engelhart, M.; Furst, E.; Hill, W. & Krathwohl, D. (1956). *Taxonomy of Educational Objectives: The Classification of Educational Goals. Handbook I: Cognitive Domain*. New York, USA: David McKay Company.
- [5] De Bono, E. (1983). *El pensamiento práctico*. México, D.F.: Sello.
- [6] De la Fuente, J.; Pichardo, M.; Justicia, F. & Berbén, A. (2008). "Enfoques de aprendizaje, autorregulación y rendimiento en tres universidades europeas". *Psicothema*, 20, 705-711.
- [7] De la Fuente, J., Pichardo, M.; Justicia, F. & Berbén, A. (2010). "Percepción del proceso de enseñanza-aprendizaje y rendimiento académico en diferentes contextos obstructivos de la Educación Superior". *Psicothema*, 20, 806-812.
- [8] Echavarrí, M.; Godoy, J. & Olaz, F. (2007). "Diferencias de género en habilidades cognitivas y rendimiento académico en estudiantes universitarios". *Universitas Psychologica*, 6, 319-329.
- [9] Felman, L.; Goncalves, L.; Chacón-Puignau, G.; Zaragoza, J.; Bagés, N. & de Pablo, J. (2008). "Relaciones entre el estrés académico, apoyo social, salud mental y rendimiento académico en estudiantes universitarios venezolanos". *Universitas Psychologica*, 7, 739-751.
- [10] Exley, K. & Dennis, R. (2007). *Enseñanza en pequeños grupos en Educación Superior*. Madrid, España. Narcea.
- [11] García, J. & Cañal, P. (1995). "¿Cómo enseñar? Hacia una definición de las estrategias de enseñanza por investigación". *Investigación didáctica*, 17, 179-192.
- [12] Gil, D. (1983). *Tres paradigmas básicos en la enseñanza de las ciencias*. Enseñanza de las Ciencias. Barcelona, España: ICEUniversidad Autónoma de Barcelona.
- [13] Gil, D.; Carrascosa, J.; Furió, C. & Martínez Torre Grosa, J. (1991). *La enseñanza de las ciencias en la educación se-*

cundaria. Barcelona, España: ICE. Universdtad Autónoma de Barcelona.

- [14]** Jiménez, M. (2000). "Competencia social: intervención preventiva en la escuela". *Infancia y Sociedad*, 24, 21-48.
- [15]** Krathwohl, D. (2002). "A revision of Bloom's Taxonomy: An overview". *Theory into practice*, 41(4), 212-218.
- [16]** Maquilón, J. & Hernández, F. (2011). "Influencia de la motivación en el rendimiento académico de los estudiantes en formación profesional". *Revista Electrónica Interuniversitaria de Formación del Profesorado*, 14, 81-100.
- [17]** Pozo, J. & Gómez, M. (2009) *Aprender y enseñar ciencia*, 6° Ed., Madrid. Morata.
- [18]** Prieto, A. & Barbarroja J. (2006). "Un nuevo modelo de aprendizaje basado en problemas". *Aula Abierta*, 87, 171-194

ACERCA DE LOS AUTORES

Silvia Espinoza Suárez

Investigadora y docente de Tecsup. Licenciada en Física de Estado sólido y Maestrante de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos e la especialidad de Física del Estados Sólido. Maestrante de la Universidad Peruana Cayetano Heredia con mención en Investigación y Docencia en Educación Superior.

 sespinoza@tecsup.edu.pe

Klinge Villalba Condori

Docente de la Facultad de Ciencias de la Educación de la Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa. Investigador asociado de la Cátedra Concytec en TIC. Amplia experiencia en la formulación, ejecución y evaluación de proyectos basados en Competencias, así como TIC y Robótica Educativa.

 kiovic@gmail.com