

DISEÑO, IMPLEMENTACIÓN Y EVALUACIÓN DE UN MODELO DE ABP CON Y SIN *SCAFFOLDING* DI- RIGIDO A ALUMNOS JÓVENES Y ADULTOS

Ana Zuzuarregui y Ángel Pérez Manso
Universidad del País Vasco – Euskal Herriko Unibertsitatea

RESUMEN: Este trabajo describe el diseño, implantación y evaluación de una propuesta de intervención didáctica para la enseñanza del tema de cinemática en la asignatura de 1º de Física y Química del Bachillerato Nocturno. Para su implementación se ha utilizado la metodología de aprendizaje basado en problemas con y sin bases de orientación o *scaffolding*. Los resultados del estudio muestran que este tipo de estrategias didácticas son muy adecuadas para la instrucción de asignaturas de ámbito científico y tecnológico siempre que se tengan en cuenta las características del grupo y los conocimientos previos y preconcepciones de los mismos. Este trabajo sienta las bases de la utilización de un modelo de enseñanza alternativo enfocado al proceso de aprendizaje de jóvenes y adultos reinseridos en el sistema educativo.

PALABRAS CLAVE: aprendizaje basado en problemas, didáctica de la física, bases de orientación.

OBJETIVOS: La propuesta intervención didáctica está dirigida a la aplicación de los dos tipos de ABPs (con y sin *scaffolding*) en alumnos jóvenes y adultos de una tardía reinserción a la educación secundaria no obligatoria. Se analiza la influencia del *scaffolding* en el método de aprendizaje basado en problemas y la validez de la herramienta didáctica para la enseñanza de asignaturas de ámbito científico y tecnológico de educación secundaria dirigida a alumnos jóvenes y adultos. Al margen de los objetivos de investigación didáctica señalados, el objetivo principal de este trabajo es la descripción y validación de un método de enseñanza aplicable al aprendizaje basado en problemas que permita el aprendizaje significativo e integral de los conceptos y situaciones relacionadas con la cinemática por parte de los estudiantes.

MARCO TEÓRICO

Uno de los principales problemas que encuentran los alumnos de educación secundaria en el aprendizaje de las asignaturas de base científica o tecnológica es el nivel de exigencia o dificultad de los contenidos conceptuales, su carácter abstracto, la estructura lógica de los mismos y la influencia de los conocimientos previos y preconcepciones de los propios alumnos (Campanario & Moya, 1999).

Además de esto, la metodología más extendida para la enseñanza de estas disciplinas es la transmisión de los conocimientos en su forma más básica, lo que impide a los estudiantes un aprendizaje integral de los temas y la construcción del conocimiento (Pantoja Castro & Covarrubias Papahiu, 2013). Estos inconvenientes se ven exponencialmente acentuados cuando la base es escasa. Éste es el caso de los alumnos matriculados en la mayoría de los Bachillerato Nocturnos. A la hora de buscar alternativas de estrategias didácticas, el Aprendizaje Basado en Problemas (ABP) o *Problem Based Learning (PBL)* ofrece muchas ventajas en los campos de la motivación de los escolares, el aprendizaje significativo, el trabajo cooperativo y la interiorización tanto de los conceptos científicos y tecnológicos como su aplicabilidad en la vida diaria.

Aprendizaje Basado en Problemas

El aprendizaje basado en problemas es un método de enseñanza constructivista que se basa en el trabajo colaborativo y un aprendizaje auto-dirigido apoyado por claves facilitadas por un profesor (Schmidt, Loyens, Van Gog, & Paas, 2007). Ya en los años 30, Dewey afirmaba la necesidad de utilizar problemas cercanos a la vida cotidiana de los alumnos a través de técnicas basadas en la resolución de problemas (Dewey, 1938). A los años, Gagné confirmó que los conceptos científicos aprendidos mediante métodos basados en la resolución de problemas producían un aprendizaje significativo (Gagné, 1965). Desde entonces se han realizado numerosos estudios en los que se exponen los beneficios del ABP tanto en el rendimiento de la enseñanza, la motivación de los alumnos, el desarrollo de las capacidades analíticas y el aprendizaje integral de competencias no sólo científicas sino de ámbito general y transversal (Webb, 1999).

El ABP está enfocado a que los estudiantes desarrollen las habilidades de pensamiento crítico, creativo y analítico que necesitan para poder adquirir conocimientos científicos de manera constructiva y sean capaces en el futuro de enfrentarse a problemas similares y de mayor dificultad (Pantoja Castro & Covarrubias Papahiu, 2013). El ABP se basa en la creación de un conflicto cognitivo, un desplazamiento del equilibrio de los esquemas del pensamiento del alumno por medio de una pregunta o el enunciado de un problema. El estudiante está forzado a ‘aprender a aprender’, el conflicto le lleva a plantearse preguntas, buscar respuestas, investigar y aprender. Uno de los pilares del aprendizaje basado en problemas es el trabajo colaborativo o el aprendizaje en grupos cooperativos. Con esta técnica, los estudiantes además de aprender a trabajar en equipo, son capaces en la mayoría de los casos de llegar a objetivos que individualmente eran imposibles y llegar a resolver un problema que ponga en jaque el conocimiento de todos los miembros del grupo (Morales & Landa, 2004). El ABP favorece la interconexión de los conocimientos previos del alumnado con las nuevas adquisiciones, creando un espacio conectado que permite el pensamiento formal y sienta las bases de un aprendizaje significativo e integral que ayuda al desarrollo de los procesos cognitivos del estudiante (Monereo, Castelló, Clariana, Palma, & Pérez, 1999).

Scaffolding – ‘Andamios’ para el aprendizaje

El *scaffolding* (o bases de orientación) puede definirse como herramientas, estrategias o guías que ayudan al estudiante a la hora de llegar a niveles superiores de comprensión al enfrentarse a problemas que en un primer momento estaban fuera de su alcance (Jackson, Stratford, Krajcik, & Soloway, 1994). Diversos autores afirman que las *scaffolds* son un instrumento válido en la enseñanza de asignaturas científicas o tecnológicas al utilizar ABP ya que tienen un impacto positivo en el rendimiento de los estudiantes al estimularles para que se habitúen a planificar y anticiparse al

proceso de resolución de un problema al tiempo que convierte al profesor en un tutor u orientador en lugar de instructor (Hinojosa & Sanmartí, 2016).

Educación de Jóvenes y Adultos

La educación de jóvenes y adultos está dirigida a estudiantes que regresan a la escuela secundaria tras un periodo en el que no han recibido formación académica. Los alumnos presentan experiencias y situaciones sociales fuera de lo común. Ésto sin embargo no suele ser tenido en cuenta por muchos profesores que no adoptan medidas adaptadas a la hora de acercar el conocimiento y fomentar el aprendizaje de jóvenes y adultos (Krummenauer, Costa, & Silveira, 2010). Sin embargo, si las programaciones didácticas se adecuan a las condiciones de los estudiantes, cualquier estudiante joven o adulto que regrese a la educación secundaria podrá ser capaz de superar el programa impuesto (Jóhannesson & Bjarnadóttir, 2016). En este tipo de enseñanza dirigida y desarrollada para los alumnos, el profesor se convierte en el puente que hace posible la conexión de los conocimientos y saberes más o menos desorganizados de los alumnos con el conocimiento científico establecido por las instituciones (Mello, Thiago, & Ribeiro, 2009).

METODOLOGÍA

La propuesta de intervención se basa en la aplicación del ABP en dos modos distintos, con o sin *scaffolding*, para el aprendizaje del tema de cinemática. La metodología de la propuesta diseñada sigue las pautas del ABP que ha sido ampliamente referenciado en la literatura. Los contenidos de Cinemática trabajados durante la intervención fueron los siguientes.

Contenidos conceptuales: La cinemática en la vida cotidiana y en el surgimiento de la ciencia moderna, sistemas de referencia inerciales, magnitudes necesarias para la descripción del movimiento, carácter vectorial de las magnitudes que intervienen, movimientos rectilíneo uniformemente acelerado y circular uniforme, la educación vial: problemas de interés como el tiempo de reacción visual, el espacio de frenado, la influencia de la velocidad en un choque, etc y tratamiento experimental de algunos de los movimientos estudiados. En el caso de los contenidos de procedimiento y actitudes se han tratado los siguientes puntos: analizar y resolver cuestiones y situaciones problemáticas, aplicando y mostrando estrategias y actitudes características de la investigación científica, resolver problemas de diferentes tipos de movimientos estudiados, utilizando para ello situaciones cinemáticas y dinámicas de especial interés en la vida cotidiana, y justificando la necesidad de medidas sobre seguridad vial (utilizar un enfoque vectorial, interpretar los movimientos desde el punto de vista de las aceleraciones tangencial y normal, interpretar las características de un movimiento a partir de las gráficas posición, velocidad y aceleración frente al tiempo, y viceversa; analizar la influencia de la velocidad en un choque, calcular el espacio de frenado, describir y analizar los factores físicos que determinan las limitaciones de velocidad en el tráfico y justificar la necesidad del uso del cinturón de seguridad).

El primer paso en la aplicación de un ABP es el análisis de los conocimientos previos de los estudiantes y las preconcepciones del grupo en el tema a tratar, mediante un test. Tras el análisis de los resultados del test inicial se realizaron diferentes actividades para introducir el tema. A continuación se realizó el primer problema diseñado para el ABP (Instrumentación en la Luna, Anexo I) (DeLombard, Giersch, Bowers, & Gottlieb, 2016). Para comenzar con el ejercicio, se planteó una pregunta para despertar el interés de los alumnos: ¿Alguno de vosotros ha querido ser astronauta alguna vez? ¿Sabéis a qué se dedica un astronauta la mayor parte del tiempo de una misión? Para

la realización del problema se formaron grupos cooperativos y entre los alumnos se adjudicaron los roles habituales (coordinador, secretario, escéptico y portavoz). El *scaffolding* practicado en el aula consistió en ayudas, pistas o herramientas dinámicas ajustadas las necesidades de los alumnos en cada caso particular. El profesor se convirtió durante la realización del ejercicio en un guía u orientador de los grupos de alumnos, ofreciendo respuestas a las posibles preguntas o dudas que surgían, preguntando él mismo cuestiones que consideraba importantes para la comprensión del ejercicio y para que el aprendizaje de los conceptos y procedimientos fuese significativo. Se trata de un *scaffolding* de carácter blando. Concretamente las *scaffolds* fueron indicaciones para realizar representaciones gráficas, la utilización de los alumnos como modelos para una representación del problema, indicaciones para repasar lo visto en clase anteriormente, etc. El segundo ejercicio de ABP se realizó sin *scaffolding* (Primer día en el trabajo, Anexo II) (Lasry, 2007). Para comenzar con el ejercicio se planteó una pregunta: Ahora que sabes a qué dedica un astronauta la mayor parte del tiempo, ¿No te gustaría más ser investigador? ¿Qué clases de investigadores conoces? En este caso la asignación de los roles fue la siguiente: coordinador, secretario, escéptico y buscador. El profesor actuó como mero observador, proporcionando únicamente la información solicitada por el buscador.

La evaluación de la metodología empleada se llevó a cabo con distintas rúbricas en las que se tuvo en cuenta tanto los contenidos conceptuales, de procedimiento y de actitud del alumnado como el proceso de aprendizaje. La adquisición de los conocimientos se evaluó mediante una prueba escrita final (Anexo III).

RESULTADOS

Los resultados de la propuesta de utilización de la metodología de ABP con y sin *scaffolding* se han evaluado usando los criterios expuestos en las rúbricas. Los resultados se recogen en la siguiente tabla. Los datos muestran la respuesta de los alumnos durante la realización de las actividades así como su evaluación del proceso una vez realizado (*feedback*). Como se trataba de un sólo grupo cooperativo, las respuestas de los alumnos se recogieron de forma individual. Los porcentajes representan al alumnado que consiguió los objetivos propuestos o estaban de acuerdo con lo preguntado.

Tabla 1.
Evaluación de los ejercicios de ABP

	ABP CON <i>SCAFFOLDING</i>	ABP SIN <i>SCAFFOLDING</i>
Motivación	Alta durante todo el proceso (100%)	Alta al principio pero va decayendo (sólo el 20% sigue motivado al final)
<i>Scaffolds</i> adecuadas	Sí (100%)	No procede
Usan las <i>scaffolds</i>	Sí (100%)	No procede
Aprovechan las <i>scaffolds</i>	Sí (80%)	No procede
Proceso fluido	Sí (80%)	No (20%)
Ayudas del profesor limitadas	No, pero no son excesivas (50%)	No, sin algunas ayudas del profesor no son capaces de avanzar (20%)
Pueden resolver el problema	Sí (100%)	Sí, pero con dificultades (40%)
Evaluación del método por los alumnos	Valoración positiva del ejercicio y de la metodología (100%)	Valoración positiva del ejercicio pero no de la metodología, no pueden resolver el ejercicio (60%)

A la vista de los resultados, comprobamos que es posible la utilización de ABP en clases formadas por alumnos jóvenes y adultos de reinserción escolar, pero deben de ser adaptadas a las experiencias del grupo y el seguimiento e implicación del profesor debe de ser mayor que en el caso de alumnos que siguen el curso normal de la escolarización.

En cuanto al uso de *scaffolding*, los resultados revelan una clara y significativa mejora en el rendimiento, la ejecución y el resultado del ejercicio al utilizar ABP con *scaffolding*. Estos resultados están de acuerdo con lo que afirman diversos autores, las *scaffolds* pueden ser útiles, pero nunca podrán ni deberán sustituir al apoyo proporcionado por un profesor, lo que las convierte en una herramienta de educación valiosa pero no indispensable (Simons & Klein, 2007).

En cuanto a las reacciones de los estudiantes, en la actividad de ABP con *scaffolding* los alumnos mostraron un gran interés por el mismo y llevaron a cabo todo el proceso hasta llegar a la solución del mismo. Si bien es cierto que les costó adjudicar los roles del grupo, una vez organizados trabajaron correctamente apoyándose en una de las estudiantes que destacaba en cuanto a conocimientos y utilizando debidamente las herramientas, pistas o claves facilitadas por el profesor. En el caso del ABP sin *scaffolding* el resultado fue significativamente distinto al observado en el ABP con *scaffolding*, los alumnos se atascaron en varios de los puntos del problema y al no estar acostumbrados a trabajar en equipo sin la tutorización u orientación del profesor en vez de pensar en conjunto lo hacían individualmente y sin compartir las ideas que tenían. En lugar de compartir ideas y debatirlas entre ellos se limitaban a preguntar al profesor si debían de seguir por ese camino.

Finalmente, por supuesto que se encontraron dificultades a la hora de implementar la propuesta. Como se ha descrito, los alumnos de la clase en la que se han realizado la intervención tenían una gran falta de conocimientos de base tanto de física como de matemáticas por lo que las dificultades y problemas de aprendizaje son muchos y muy importantes. Además de la falta de base en cuanto a conceptos relacionados con la Física, en el campo de las matemáticas también mostraban muchas dificultades y errores que en principio debían haberse subsanado en cursos anteriores. Otra de las dificultades o problemas de aprendizaje que se detectaron fue el trabajo en equipo. En ambos ejercicios de ABP, en los que debían hacer en un grupo cooperativo no se alcanzaron los resultados esperados en cuanto a la dinámica del grupo cooperativo. Sin embargo, la mayor dificultad o problema de aprendizaje que pudo detectarse durante la realización de la intervención es que los alumnos no están acostumbrados a pensar y razonar el por qué de las cosas y a sacar conclusiones. Lo que puede parecer una falta de conocimientos, en realidad puede ser una falta de iniciativa y de pensamiento crítico. Durante el periodo de la intervención se ha intentado fomentar este pensamiento crítico y el que los alumnos aprendan a razonar y pensar en lugar de aprender lo establecido. En cuanto a la implementación de la propuesta en sí, uno de los principales problemas o dificultades de implantación fue el número de alumnos por clase, muy reducido.

Esta intervención ha sido un ejercicio piloto y los resultados son preliminares. Para poder obtener resultados contrastados y científicamente comprobados sería necesario un estudio más extenso que tuviera en cuenta diferentes institutos, grupos de alumnos, tipos de *scaffolds*, etc.

CONCLUSIONES

El aprendizaje basado de problemas es una estrategia didáctica muy eficaz para la enseñanza de asignaturas de base científica y tecnológica. Todas sus ventajas y los refuerzos didácticos que utiliza lo convierten en uno de los mejores medios disponibles para desarrollar y potenciar todas las capacidades de los alumnos no sólo cognitivas sino de actitud y procedimentales. Sin embargo, como en la mayoría de los métodos o estrategias, existen limitaciones por lo que su uso no debe de ser exclusivo ya que los resultados de su implementación se verán reforzados al complementarlos con otras técnicas de enseñanza más tradicionales o alternativas.

La utilización de bases de orientación o *scaffolds* puede resultar una herramienta adicional muy útil a la hora de llevar a cabo este tipo de iniciativas siempre que se tengan en cuenta las particularidades del grupo al que van dirigidas y se adapten a los conocimientos previos y experiencias de los alumnos que lo componen. Pero el uso de pistas o claves (*scaffolds*) nunca debe sustituir al trabajo de tutorización y orientación del instructor o profesor encargado de guiar a los alumnos en el proceso de aprendizaje.

La enseñanza de materias de educación secundaria postobligatoria para alumnos jóvenes o adultos es un campo poco analizado por la investigación en didáctica de las ciencias experimentales por la heterogeneidad de las muestras de estudio y la variabilidad de las mismas. Sin embargo, los resultados de este trabajo han demostrado que las prácticas implementadas en sistemas escolares regulares son perfectamente aplicables a estos entornos educativos. En la mayoría de los casos de alumnos mayores reinsertados en el sistema escolar tienen muchas carencias conceptuales, pero el interés mostrado por todos ellos, las ganas de aprender y de entender las materias son ventajas cruciales a la hora de abordar un proceso de aprendizaje significativo e integral.

REFERENCIAS

- CAMPANARIO, J. M., & MOYA, A. (1999). ¿Cómo enseñar ciencias? Principales tendencias y propuestas. *Enseñanza de Las Ciencias*, 17(2), 179–192.
- DELOMBARD, R., GIERSCHE, C., BOWERS, S., & GOTTLIEB, J. (2016). Lunar surface instrumentation.
- DEWEY, J. (1938). *EXPERIENCE & EDUCATION* (p. 91). Kappa Delta Pi.
- GAGNÉ, R. M. (1965). *The conditions of learning*. Holt, Rinehart and Winston.
- HINOJOSA, J., & SANMARTÍ, N. (2016). Promoviendo la autorregulación en la resolución de problemas de física. *Ciência & Educação*, 22(1), 7–22.
- JACKSON, S. L., STRATFORD, S. J., KRAJCIK, J. S., & SOLOWAY, E. (1994). Making dynamic modeling accessible to precollege science students. *Interactive Learning Environments*, 4(3), 233–257.
- JÓHANNESSON, I. Á., & BJARNADÓTTIR, V. S. (2016). Meaningful education for returning-to-school students in a comprehensive upper secondary school in Iceland. *Critical Studies in Education*, 57(1), 70–83.
- KRUMMENAUER, W. L., COSTA, S. S. C. da, & SILVEIRA, F. L. da. (2010). Uma Experiência De Ensino De Física Contextualizada Para a Educação De Jovens E Adultos. *Ensaio Pesquisa Em Educação Em Ciências (Belo Horizonte)*, 12(2), 69–82.
- LASRY, N. (2007). First Day on the Job.
- MELLO, I. C. De, THIAGO, M., & RIBEIRO, D. (2009). La educación de jóvenes y adultos y la enseñanza de química en Mato Grosso, Brasil, 75(1), 123–129.
- MONEREO, C., CASTELLÓ, M., CLARIANA, M., PALMA, M., & PÉREZ, M. L. (1999). *Estrategias de enseñanza y aprendizaje*. Editorial Grao.
- MORALES, P., & LANDA, V. (2004). Aprendizaje Basado En Problemas. *Theoria*, 13(1), 145–157.
- PANTOJA CASTRO, J. C., & COVARRUBIAS PAPAHUI, P. (2013). La enseñanza de la biología en el bachillerato a partir del aprendizaje basado en problemas (ABP). *Perfiles Educativos*, 139, 17.
- SCHMIDT, H. G., LOYENS, S. M. M., VAN GOG, T., & PAAS, F. (2007). Problem-Based Learning is Compatible with Human Cognitive Architecture: Commentary on Kirschner, Sweller, and Clark (2006). *Educational Psychologist*, 42(2), 91–97.
- SIMONS, K. D., & KLEIN, J. D. (2007). *The impact of scaffolding and student achievement levels in a problem-based learning environment*. *Instructional Science* (Vol. 35).
- WEBB, W. H. (1999). *The Educator's Guide to Solutioning*. SAGE Publishing.