

APRENDIZAJE SIGNIFICATIVO DE LA CINEMÁTICA A TRAVÉS DE RESOLUCIÓN DE PROBLEMAS Y USO CÁLCULO DIFERENCIAL EN ESTUDIANTES UNIVERSITARIOS

SÁNCHEZ SOTO¹, IVÁN; MOREIRA², MARCO ANTONIO y CABALLERO SAHELICES³, CONCESA

¹ Universidad del Bío Bío, Chile.

² Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Brasil.

³ Universidad de Burgos, España.

Palabras clave: Aprendizaje significativo; Resolución de problemas; Cálculo diferencial; Metodología activa.

INTRODUCCIÓN

El presente trabajo, tiene por finalidad mostrar las implicancias didácticas de una metodología activa, basada en actividades de aprendizaje (A.A) en resolución de problemas (R.P) y uso de cálculo diferencial para enseñar y aprender (E-A) física I, en general y los contenidos de cinemática en particular a alumnos Universitarios.

Esta propuesta metodológica, en base a el Aprendizaje Significativo a través de Resolución de Problemas (ASARP) ha sido aplicada de manera parcializada a partir del primer semestre del 2003, hasta el II semestre del 2004. Los resultados obtenidos en relación al aprendizaje adquirido, rendimiento académico, estrategias de aprendizaje y valoración de la propuesta son alentadores, muestra alumnos motivados que opinan favorablemente acerca de las bondades de la metodología, lo que indicaría que puede ser utilizada en otros campos del saber

PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

Nos propusimos investigar y analizar la influencia de la metodología en el proceso de enseñar y aprender en física, en dos grupos de estudiantes Universitarios. Para lo cual nos planteamos, como eje conductor de la investigación las siguientes interrogantes, para establecer

- Qué influencia ejerce la metodología empleada para enseñar y aprender en la estrategias de aprendizaje (calidad del aprendizaje) adquirida por los estudiantes?
- ¿Qué influencia ejerce la metodología en el rendimiento académico de los estudiantes sometidos a la investigación?
- ¿Cómo influirá la metodología en la valoración hecha por los alumnos en evaluación docente realizada por la universidad?

A la luz de estas interrogantes planteadas, nos propusimos los siguientes objetivos.

Objetivo de desarrollo

- Diseñar y aplicar una secuencia didáctica basada en Resolución de Problemas y uso de Cálculo diferen-

cial para enseñar y aprender contenidos, procedimientos, leyes y principios de la cinemática, en el ámbito universitario.

Objetivo de investigación

- Establecer la influencia de la resolución de problema y uso de calculo diferencial en el proceso de enseñar y aprender cinemática, en el rendimiento académico, aprendizaje (colaborativo y autónomo) significativo y en la valoración por la asignatura.

Fundamentos teóricos

La innovación en el ASARP es el uso de una metodología activa a través de R.P. para trabajar en grupo y de forma individual, abordando los contenidos del curso a partir de la investigación de una situación real, en la clase (aula) de física, para E-A. conceptos (saber), procedimientos (saber hacer), actitudes (saber ser), Leyes y principios propios de la física, para “adquirir un aprendizaje significativo que lleve al desarrollo de estrategias de aprendizaje profundas y elaborativas dentro del programa del curso” (Sánchez, I. 2001).

“La secuencia de las A.A. empleadas en la propuesta incluye las fases de exploración de ideas, introducción de conceptos o procedimientos, estructuración (actividades) hasta la aplicación de conceptos y procedimientos a situaciones reales y concretas, simples y complejas para interpretar la realidad” (Perales, F. 2000).

Por otra parte, la enseñanza de la Física tiene la particularidad de requerir el empleo de las operaciones mentales de mayor complejidad. Es decir, la apropiación de los conocimientos debe evidenciarse mediante procedimientos tales como la R.P. (Sánchez, I. 2004). Algunos autores conciben la R.P. como un proceso que reproduce procedimientos de la investigación científica (Gil, D. et al., 1999). “El éxito de la resolución de problemas depende de distintas variables que afectan al problema en sí, al estudiante, al profesor y al contexto de la resolución” (Perales, F. 2000). Estas técnicas con sus limitaciones, constituyen una aproximación al trabajo científico, promoviendo la relación de conceptos con alguna de sus aplicaciones prácticas y también a transferir los conocimientos a lo cotidiano.

La crítica a la enseñanza por descubrimiento autónomo e inductivo llevó a plantear nuevas formas de la enseñanza dando importancia a los conocimientos previos que el alumno dispone y a la integración de los nuevos para dar lugar a una renovación en la estructura conceptual. Se resalta así la guía del profesor como el orientador y facilitador del aprendizaje significativo (Ausubel, D. et al, 1978), haciendo activo el proceso de asimilación en la construcción de conocimientos con un tiempo propio para la reflexión y la crítica..

DESARROLLO DEL TEMA

En el ASARP, los contenidos del curso, se abordan a partir de problemas abiertos a resolver, inicialmente el I semestre del 2003, se aplica esta propuesta en algunos contenidos de cinemática como: parámetros de la cinemática y movimiento en una dimensión, en una segunda aplicación se agrega actividades para el movimiento en dos dimensiones, actualmente se trabajan casi todos los contenidos del curso de mecánica (física I) de esta forma, Es decir, se parte de un problema general (la montaña rusa) que sirve de hilo conductor, el estudio se inicia en mecánica, investigando acerca de los contenidos a tratar, de donde, surgen nuevos problemas más específicos a resolver, como:

- Los parámetros de cinemática de movimiento en la montaña rusa
- Movimiento en una y dos dimensiones de una montaña rusa.
 - En línea recta (horizontal y vertical)
 - De proyectiles.
 - Movimiento circular.
- Momentum, Impulso y Fuerza.
- Leyes de Newton en una montaña rusa.

- Fuerzas Centrales en el movimiento de una montaña rusa.
- Conservación de la energía en una montaña rusa,
- Trabajo y Energía en el movimiento de una montaña rusa.
- Conservación de la cantidad de movimiento en una montaña rusa.

La solución de estos problemas más específico lleva a comprender y resolver el problema general, profundizando en los contenidos del curso que son necesarios para su resolución. Por otra parte, esta manera de abordar la clase permite mostrar la jerarquía de los contenidos (General a lo particular) y por otra parte, eliminar la fragmentación de los contenidos a través de la diferenciación progresiva y la reconciliación integradora de los contenidos.

En el ASARP se emplea calculo diferencial y se adquiere un único método de resolución de ejercicios, donde no se considera el uso de formulas, destacando la habilidad de interpretar, describir y transferir los conocimientos adquiridos en nuevas situaciones, a través de la comprensión de lo que realiza. Eliminando el uso indiscriminado de formulas y la correspondencia mecanica entre ejercicio y formula, lo que permite una solución que lleva a un aprendizaje más significativo.

El papel de los ejercicios en el ASARP

- Fomentan el uso de herramientas matemáticas que son necesarias para la interpretación, descripción, comprensión de los contenidos en Física
- Evidencia la aplicación y transferencia de contenidos, a través de la derivación e integración de parámetros de cinemática.
- Esta forma de abordar los ejercicios permite a los alumnos reconocer las condiciones físicas que son necesarias para la resolución de un ejercicio (condiciones físicas iniciales y finales).
- Elimina la muy generalizada asociación que los alumnos hacen de la física, a cada pregunta de un ejercicio le corresponde una formula para su resolución.
- Esta forma de trabajo permite resolver casi todos los ejercicios de cinemática sin diferenciación ni formulas a memorizar, de manera similar.

Programa de actividades, para el ASARP comprende:

- Presentación del Problema.
- Identificación de conocimientos previos.
- Puesta en común de los conocimientos previos.
- Identificación y asignación contenido a investigar por los alumnos.
- Investigación de contenidos asignado en forma individual.
- Trabajo colaborativo, compartiendo significado de contenido investigado.
- Resolver actividades de aprendizaje asignados por el profesor en su grupo de trabajo, como las:
 - de apropiación de contenidos (parámetros de cinemática, tipos de movimiento)
 - de aplicación y transferencia de contenidos (con preguntas reflexivas para la comprensión),
 - de problemas abiertos y más precisos (exploración de ideas previas, introducción de variables, síntesis y aplicación).
- Elaboración de un informe en grupo de los contenidos investigados y problemas asignados por el profesor (resueltos).
- Preparación de un cartel para exponer al grupo curso los resultados obtenidos previa investigación

Algunas características del ASARP

- Es un método de trabajo activo donde los alumnos participan constantemente en la adquisición de su conocimiento.
- El método se orienta a la solución de problemas que son seleccionados o diseñados a partir de noticias, periódicos, etc.
- Es un método que promueve el trabajo de forma colaborativa en grupos pequeños.
- Se aprende a través de los contenidos y la propia experiencia de trabajo en el aula (dinámica del método).

- La actividad gira en torno a la discusión de un problema.
- El aprendizaje se adquiere de la experiencia de trabajar sobre ese problema.
- El aprendizaje es asumido por el alumno y no por el profesor.
- Fomenta en el alumno la actitud positiva hacia el aprendizaje, y su autonomía.
- El docente juega un rol de guía o mediador, su función es negociar significado.

Diseño Investigación

Se diseñan y elabora una metodología para (E-A) por medio de resolución de problema y actividades de aprendizaje para resolver en grupo y de forma individual en el aula en base a un gran problema que se trabajarán en un grupo Experimental en asignaturas de física General, pertenecientes a carreras de Ingeniería, de la Universidad del Bío Bío. Debido al uso indiscriminado de formula matemáticas en los libros de textos universitarios en estos contenidos, es que se plantea, en este trabajo, usar las herramientas matemática conocidas del calculo diferencial para obtener las expresiones que describen el movimiento en el grupo experimental.

La comparación se realizó entre el Grupo de control, que está integrado por 134 alumnos dividido en tres cursos cada uno de ellos con docente diferente y el Grupo experimental, está formado por 129 sujetos repartidos en tres cursos que trabajan con docentes diferentes. El rendimiento académico de los dos grupos inicialmente es similar en general. Los resultados obtenidos en el grupo experimental se compararan con los resultados del grupo control que trabajan en forma tradicional, los mismos contenidos.

De acuerdo a la investigación para comprobar la influencia de la metodología para (E-A) a través de actividades de aprendizaje para ser trabajadas como R.P en las variables ya mencionadas, se utiliza por una parte un diseño de investigación CUASI-EXPERIMENTAL. Diseño de grupos con Pre y Post – Test, por otra parte, se realiza un análisis descriptivo y cualitativo de la información.

RESULTADOS Y CONCLUSIONES

- Los resultados alcanzados en el rendimiento académico, permite hacer algunas afirmaciones
- Los alumnos del grupo experimental obtuvieron un rendimiento académico, significativamente mayor en la evaluación de los contenidos de cinemática en una dimensión y en la primera evaluación formal (certamen N.º1.) que los alumnos del grupo control. Lo que se comprueba a través de la prueba estadística Ji-cuadrados, con valor estadístico 12,84 mayor que el valor crítico. Con un nivel de significado de $p=0,0003$ y a favor del grupo experimental.
- Los alumnos del grupo experimental, muestran cambios significativos en la adquisición de los contenidos de cinemática entre la primera y segunda medición. Lo que se comprueba a través de la prueba estadística McNemar Ji-cuadrado, con valor estadístico 24,72. Que implica un nivel de significado de $p=0,000$.

Lo anterior lleva a inferir, la metodología ASARP trabajadas en forma colaborativa en el aula y fuera de ella, en el grupo experimental incide significativamente en el rendimiento académico, y se acepta la hipótesis de la influencia de la metodología en el rendimiento académico de los alumnos del grupo experimental con un 99,97.%, Por otra parte, se deduce que los estudiantes aplicaron y posiblemente transfirieron los contenidos a situaciones nuevas, lo que indicaría que su aprendizaje fue significativo.

- La metodología utilizada (ASARP) para enseñar y aprender, permite eliminar la frontera entre práctica y teoría, y además mejora las estrategias de aprendizaje en un 70% de los alumnos pasando de superficiales y reiterativos a profundos y elaborativos, donde se transfiere y aplica los contenidos, esto se logra a través de la investigación de los contenidos, de situaciones planteadas lo que motiva la interacción entre los estudiantes, entre los estudiantes y el material educativo, entre los estudiantes y el profesor. Lo que permite la negociación de significado y la transferencia de contenidos, promoviendo el aprendizaje significativo.
- De los resultados de la encuesta de valoración al grupo experimental, se afirma que los estudiantes, opinan favorablemente acerca de la metodología utilizada para enseñar y aprender, reconociendo sus bondades y cualidades, como: mejora la interacción social en el aula, se aprende mucho más, es más entre-

tenida, es activa y participativa, etc., Por otra parte, los alumnos muestran un alto grado de satisfacción con lo aprendido y la forma de trabajar en el aula.

- El uso del calculo diferencial para la obtención de ecuaciones de movimiento (la derivación e integración), elimina el aprendizaje superficial y reiterativo de formula, y favorece el uso de condiciones físicas iniciales y finales en la solución de ejercicios, lo que promueve el aprendizaje significativo de los conceptos físicos involucrados en cada pregunta de un ejercicio, favoreciendo la evaluación de la interpretación física y no el uso indiscriminado de formulas. Esto favorece los procesos de diferenciación progresiva y la reconciliación integradora, de los contenidos de cinemática al eliminar uso de ecuaciones para movimientos horizontales y verticales, en dos dimensiones y ser trabajados todos de forma similar. Lo que elimina la fragmentación de los contenidos, división de capítulos en sub-capítulos al ser trabajados todos como un gran bloque temático.
- En la evaluación de la propuesta se observan algunos problemas para el aprendizaje que son:
 - Los alumnos están acostumbrados a escuchar pasivamente al profesor y memorizar, cualquier cambio en la metodología de trabajo al principio genera inseguridad en los estudiantes;
 - El alumno no reconoce su carencia de conocimientos.
 - Un alto porcentaje de alumno presenta problema con el reconocimiento de cantidades física, con interpretación de movimiento según sistema de referencia.
 - La comunicación de información en forma verbal frente a sus iguales en general es muy superficial

BIBLIOGRAFÍA

AUSUBEL, D. NOVAK, J. HANESIAN, H. (1978). *Psicología Educativa*. Trillas. México.

GIL, D., FURIÓ, C., VALDÉS, P., SALINAS J., MARTÍNEZ, J., GUIASOLA, J., GONZÁLEZ, J., DUMAS A., GOFFARD, M. Y PESSOA, A. (1999). ¿Tiene sentido seguir distinguiendo entre aprendizaje de conceptos, resolución de problemas de lápiz y papel y realización de prácticas de laboratorio? *Enseñanza de las Ciencias*, [17(2)], (pp. 311-320). Barcelona, España.

PERALES F. (2000). *Resolución de problemas*, Editorial Síntesis, S.A. España.

SÁNCHEZ, I. (2001). Validación de una metodología basada en actividades de aprendizaje con técnicas creativas para estudiantes universitarios. *Revista Journal Of Science Education*. Año 2 [Vol. 2.] (pp. 86-90). Bogota, Colombia.

SÁNCHEZ, I. (2004). Influencia de una metodología activa en el proceso de enseñar y aprender física. *Revista Journal Of Science Education*. [Vol. 5.], N.º2, (pp. 77-83). Bogota, Colombia.