

# **LAS IDEAS ALTERNATIVAS SOBRE EL PERIODO DE OSCILACIÓN DEL PÉNDULO SIMPLE. UNA ACTIVIDAD DE RESOLUCIÓN DE PROBLEMAS A TRAVÉS DE TRABAJOS PRÁCTICOS COLABORATIVOS**

**GONZÁLEZ, TEODORO; MELLADO, VICENTE y RUIZ, CONSTANTINO**

Dto. Didáctica Ciencias Experimentales y Matemáticas. Facultad de Educación. Universidad de Extremadura.

---

Este trabajo ha sido financiado por el Proyecto de Investigación 2PR0A100 de la Consejería de Educación, Ciencia y Tecnología de la Junta de Extremadura.

## **OBJETIVOS**

Determinar como influye la actividad reflexiva del grupo en el aprendizaje de los alumnos, cuando realizan trabajos prácticos colaborativos. Analizar los factores que facilitan, o por el contrario dificultan, la resolución de los problemas y el cambio conceptual, en el estudio de las variables que influyen en el periodo de oscilación de un péndulo simple.

## **MARCO TEÓRICO**

Desde una perspectiva constructivista, las distintas teorías del cambio conceptual, han evolucionado desde el ya clásico modelo de Posner *et al.* (1982), hasta los modelos evolutivos que consideran que el cambio se produce de forma gradual y continua, de tal forma que se van incorporando ideas nuevas pero se mantienen algunas de las anteriores. Para Gil (1993) el cambio conceptual no sería suficiente, si no va unido a un cambio metodológico y actitudinal, en el que el eje central sea la resolución de problemas acorde con los intereses de los alumnos, construidos en un ambiente de colaboración social. De esta forma pueden integrarse la resolución de problemas y los trabajos prácticos, ya que ambos requieren la realización de actividades compartidas de indagación o de pequeñas investigaciones.

Las actividades realizadas en grupo potencian la comunicación y la argumentación, dos importantes aspectos de la actividad científica, que permiten a los participantes construir significados compartidos (Jiménez-Aleixandre, 2003). En las actividades prácticas de indagación se producen verdaderas discusiones y se estimula el papel del lenguaje en la construcción social del conocimiento (Díaz de Bustamante y Jiménez-Aleixandre, 1999). La línea de investigación del análisis de la argumentación y del discurso del aula puede considerarse complementaria de la que investiga las ideas y representaciones del alumnado, la primera dirigida más a los procesos y la segunda a los productos (Jiménez-Aleixandre y Díaz de Bustamante, 2003). Hemos realizado esta experiencia con estudiantes de Psicopedagogía, ya que, aunque consideramos que la intervención curricular debe llevarse a cabo fundamentalmente desde las asignaturas del currículo ordinario por el propio profesorado de las mismas (Bermejo *et al.*, 2002), el psicopedagogo puede colaborar en la intervención curricular sobre dificultades de aprendizaje, junto al profesor de la asignatura.

El tratamiento de las ideas alternativas del alumnado, permite a los psicopedagogos en formación revisar sus propias concepciones alternativas. Además investigaciones con el profesorado de ciencias han mostrado que la toma de conciencia del papel de las ideas alternativas de los estudiantes, fue el catalizador para la reflexión y la propia evolución de las concepciones y modelos didácticos del profesorado de ciencias (Lucio, 2001).

## METODOLOGÍA

La investigación es un estudio de casos de dos grupos de estudiantes de 5º de la Licenciatura de Psicopedagogía, realizado durante el año 2003. El grupo 1 formado por dos chicos y dos chicas, con estudios de ciencias en el Bachillerato, y el grupo 2 formado por cuatro chicas con estudios de sociales o humanas en el Bachillerato. Ambos grupos trabajaron simultáneamente en el laboratorio de forma autónoma en un problema abierto sobre las variables que influyen en el periodo de oscilación de un péndulo simple. Aunque en la investigación se han analizado distintos aspectos, como la separación de variables, el desarrollo procedimental, etc., en el poster nos centraremos en la influencia de la masa. Hemos elegido una actividad sobre el péndulo simple, por la extraordinaria importancia que el mismo ha tenido en el desarrollo de la ciencia y de la cultura occidental (Matthews *et al.*, 2004) y por sus posibilidades formativas en didáctica de las ciencias, reconocidas desde las experiencias de Inhelder y Piaget (1958).

Para la recogida de datos se grabaron en video y audio cinco sesiones de una o dos horas de cada grupo. Posteriormente las sesiones fueron transcritas, codificando las unidades de información, y categorizando y organizando los datos por redes sistémicas (Jorba y Sanmartí, 1997). Para el análisis hemos tomado de referencia el modelo de argumentación de Toulmin (1958), utilizado por Jiménez-Aleixandre, que considera las justificaciones de la argumentación, mediadoras entre los datos y las conclusiones. En el laboratorio estaban presentes dos profesores de la asignatura, cuya función fue estimular la creatividad y autonomía de los grupos, o suministrarles el material requerido, pero sin crearles dependencia ni dirigir el trabajo.

## RESULTADOS

Al comienzo de la actividad ambos grupos tuvieron bastantes dificultades en el diseño y realización de la experiencia y en el desarrollo de las destrezas procedimentales: no hacían una separación sistemática de las variables que suponían que podían influir (longitud, masa, ángulo, impulso, volumen, etc.); medían el periodo en una sola oscilación, con lo que el error era enorme, etc. En las distintas sesiones fueron progresivamente solucionando estas dificultades a través de la discusión de sus ideas y de las experiencias que realizaron.

### a) El grupo de ciencias

Los alumnos y alumnas del grupo de ciencias, antes de formular las hipótesis iniciales consultaron la bibliografía, y continuaron consultándola e interpretándola a lo largo del experimento. Sus hipótesis no fueron coincidentes en todos los miembros del grupo y estuvieron influenciadas por sus ideas alternativas y la bibliografía. Sin embargo, a pesar de creer aparentemente lo que leían en la bibliografía de que la masa no influía en el periodo, mantuvieron inseguridad y una cierta resistencia a la resolución del problema. En esta fase el profesor les motivó y les hizo dudar para que se cuestionasen lo que leían en los libros de texto y para que investigasen el proceso por ellos mismos:

1-52.D lee textualmente: “el periodo es independiente de la masa del péndulo”.

Profesor: ¿pero vosotros os vais a fiar de eso?

1-53.D “esta gente sabrá más que nosotros, ¿no?”

Profesor: ¿no sería bueno que hicieseis algo para efectivamente demostrar que...

1-54.C: la verdad es que a mi me extraña que la masa no influya.

Profesor: Ana, ¿verdad que no te lo crees?

1-55.C: bueno, no es que no me lo crea, si lo pone aquí..., pero a mí me extraña.

El grupo probó con diferentes modelos de péndulo, buscando el buen funcionamiento de los mismos. Llevaron un cierto orden en la experiencia, controlando antes que el grupo de sociales las distintas variables. En muchas de sus intervenciones expresaban que el periodo sí iba a depender de la masa, una idea alternativa muy resistente al cambio.

1-68.D: hombre, yo te voy a decir una cosa, a más masa más gravedad tiene, más fuerza de gravedad tiene.

1-69.C: claro, y menos...

1-70.A: menos movimiento, menos oscilación...

2-3.B: ... hemos estado viendo que lo que influye para la oscilación es la longitud de la cuerda y la masa

En el análisis de resultados no se creían que con masas diferentes el periodo del péndulo fuese constante y repitieron la toma de datos, pensando que algo estaba fallando, intentando buscar justificaciones para explicar sus resultados.

2-235.A: ¿el qué? ¿poco tiempo? ¿el mismo tiempo? Dilo hombre, dilo

2-236.B: prácticamente me ha salido lo mismo, ¡pero bueno!...

2-260.B: es que yo leí algo ayer y decía lo de las masas despreciables, puede ser que sea esto

2-261.C: claro, ayer leímos lo de las masas despreciables pero nosotros no nos lo creíamos

2-262.D: no, es que la gravedad no es la misma

2-263.A: es que hay que reconocer que es curioso que tarde lo mismo.

Controlar el resto de las variables y tomar medidas con dos masas muy diferentes, obteniendo unos resultados similares, fue una experiencia muy favorecedora para el cambio conceptual. Sin embargo, la experiencia no fue suficiente para que todos se convencieran de que la masa no influía en el periodo, sino que fue necesario llevar a cabo actividades argumentativas.

Después de realizar varias series de mediciones, controlando variables, tres miembros del grupo aceptaron la independencia de la masa, pero C aún no se convencía (3-115).

Una de las mayores dificultades para el cambio conceptual de este grupo fue el excesivo liderazgo de uno de sus miembros, que no aceptada las sugerencias de una de las chicas, que reiteradamente insistía en que la forma del cuerpo debía influir en la longitud que se considerase. Aunque inicialmente la chica no se refería al centro de masas, su insistencia hizo que en días sucesivos el grupo reflexionase sobre el centro de masas y finalmente midiesen correctamente la longitud. Esta idea fue clave para favorecer el cambio conceptual del grupo.

En la última sesión de laboratorio consiguieron calcular correctamente la dependencia del periodo del péndulo con respecto a la longitud, y representar gráficamente los datos.

## **b) El grupo de sociales**

Estas alumnas utilizaron menos la información bibliográfica y tuvieron más dificultades en el planteamiento del problema y en las hipótesis iniciales. Siguieron un proceso de reflexión guiada que fue la base para ir formulando hipótesis y diseñar los experimentos, con dudas e inseguridades, más acusadas que en el grupo de ciencias. Tuvieron mayor grado de coincidencia en sus hipótesis iniciales y consideraron que el periodo de oscilación, dependía entre otras variables, del peso. Inicialmente, también, confundían los conceptos de masa y peso.

1-71.B: el peso, la longitud de la cuerda...

1-85.D: lo primero es el peso, lo que es el objeto...

1-88.C: el peso y la gravedad también...

1-93.D: pero es la masa lo que influye

1-94.B: yo no lo diría tan seguro.

El papel del profesor fue motivarlas y animarlas para que investigasen. A pesar de sus dudas, la comunicación y el equilibrio afectivo y social funcionó extraordinariamente, desde el principio de la actividad.

En el diseño y la realización de la experiencia tuvieron muchos problemas con la utilización de la balanza, pero las discusiones les permitieron comenzar a cuestionarse la diferencia entre la masa y el peso.

1-485.A: si es que yo ya entre el peso y la masa me estoy liando ya, ¿eh?

1-486.B: es que no es lo mismo. Yo es que tampoco lo vea muy claro

Probaron y descartaron muchos diseños antes de empezar con el experimento y, en general, arrastraron más dudas que el grupo de ciencias. Generaron ideas alternativas, y todavía en la cuarta sesión, después de descartar algunas variables como el impulso, el ángulo o la forma, siguieron pensando que el periodo de oscilación dependía de la masa, además de la longitud. La dependencia de la masa era una idea extraordinariamente resistente al cambio.

4-563.A: a más peso tarda más, y entonces va más lento.

4-564.B: no, al revés yo creo.

4-565.A: no, claro porque tiene más rapidez (asiente D)...

4-612.A: que sé lo que yo digo, que sólo va a influir la longitud y el peso.

A lo largo de las sesiones fueron exponiendo sus ideas, sus dudas y sus argumentaciones, en muchas ocasiones, resistentes al cambio.

4-680.C: ésta todo lo quiere probar, la científica ha hablado (bromea).

4-718.A: porque al tener menos peso, menos velocidad, ¿no?

4-758.B: es que yo creo que es más ligera y tiene que ir más deprisa.

Este proceso de reflexión, les permitió contrastar y argumentar sus ideas iniciales con los resultados de los experimentos, y con el resto del grupo.

4-835.B: no el peso, estamos viendo el peso y se supone que debería haber diferencias y no hay diferencias.

4-836.A: es que en uno nos había salido que había, o sea, había más oscilaciones con menor peso y ahora nos está saliendo igual.

Significativos son los razonamientos empleados en el proceso, y a su vez de admiración, en la confirmación de los resultados obtenidos, apreciándose una gran motivación.

4-843.B: yo creo que no nos está saliendo...

4-877.C: 10 y medio, no puede ser (les daba igual que las experiencias anteriores).

4-878.A: ¡sale igual, igual, que sale igual, que sale igual!

4-879.B: ¡pero no puede ser!

4-881.B: ¡es imposible!, hay que no, que no.

4-882.D: que no hombre, que no puede ser, que el peso no influye.

4-890.B: ... ¡Ay Ana que la hemos liado!.

Siguieron comprobando con otros experimentos contundentes y ante la evidencia, se sucedieron una serie de sorpresas de la que destacamos:

4-912.A: no influye, ya está.

4-913.C: pero, ¿cómo no va a influir el peso?...

4-915.B: sólo es la longitud, ¿verdad?

4-916.D: vuélvelo a hacer.

También consiguen comprobar experimentalmente que el periodo del péndulo depende solamente de la longitud y finalizan la última sesión estudiando cómo es esa dependencia, obteniendo para ello una tabla de valores.

## CONCLUSIONES

La experiencia, por si sola, ha resultado una actividad de aprendizaje tremendamente interesante, consiguiendo los alumnos una gran motivación y el clima adecuado para familiarizarse con el trabajo científico. Ni los conocimientos bibliográficos ni los resultados de la experimentación fueron suficientes para el cambio conceptual. Fue necesario, además, un tiempo de reflexión y argumentación dentro del grupo, lo que les permitió comunicar sus ideas y sus dudas y confrontarlas con los resultados y las argumentaciones de sus compañeros.

La dinámica de grupo ha sido más constructiva y colaborativa en el grupo de sociales, lo que les ha permitido, a pesar de sus menores conocimientos científicos, además de un proceso de experimentación y argumentación, llegar a resultados consensuados, aunque la resistencia al cambio fue más intensa.

## REFERENCIAS

- BERMEJO, M. L., MELLADO, V., RUIZ, C. y BLANCO, L. J. (2002). El psicopedagogo y la intervención en ciencias experimentales. *Revista Galego-Portuguesa de Psicología y Educación*, 6, 215-228.
- DÍAZ DE BUSTAMANTE, J. y JIMÉNEZ-ALEIXANDRE, M.P. (1999). Aprender ciencias, hacer ciencias: resolver problemas en clase. *Alambique*, 20, 9-16.
- GIL, D. (1993). Contribución de la historia y de la filosofía de las ciencias al desarrollo de un modelo de enseñanza/aprendizaje. *Enseñanza de las Ciencias*, 11(2), 197-212.
- INHELDER, B. y PIAGET, J. (1958). *The growth of logical thinking*. New York: Basic Book.
- JIMÉNEZ-ALEIXANDRE, M.P. (2003). Comunicación y lenguaje en la clase de ciencias. En M.P. Jiménez-Aleixandre y otros (eds.): *Enseñar Ciencias*. Barcelona: Grao. 55-71.
- JIMÉNEZ ALEIXANDRE, M.P. y Díaz de Bustamante, J. (2003). Discurso de aula y argumentación en la clase de ciencias: Cuestiones teóricas y metodológicas. *Enseñanza de las Ciencias*. 21(3), 359-370.
- JORBA, J. y SANMARTÍ, N. (1997). La evaluación como instrumento para mejorar el proceso de aprendizaje de las ciencias. En L. DEL CARMEN (coord.): *La enseñanza y el aprendizaje de las ciencias de la naturaleza en la educación secundaria*. Barcelona. Horsori. 155-199.
- LUCIO, R. (2001). *La actividad metacognitiva como desencadenante de procesos autorreguladores en las concepciones y prácticas de enseñanza de los profesores de ciencias experimentales*. Tesis Doctoral Inédita. Barcelona: Universidad Autónoma de Barcelona.
- MATTHEWS, M.R., GAULD, C. y STINNER, A. (2004). The pendulum: Its place in science, culture and pedagogy. *Science and Education*, 13(4-5), 261-277.
- POSNER, G.J., STRIKE, K.A., HEWSON, P.W. y GERTZOG, A. (1982). A commodation of a scientific conception: toward a theory of conceptual change. *Science Education*, 66(2), 211-277.
- TOULMIN, S. (1958). *The uses of argument*. Nueva York: Cambridge University Press.