

ANÁLISIS Y TRATAMIENTO DIDÁCTICO DE LAS IDEAS DE LOS ADOLESCENTES SOBRE LA FORMACIÓN DE GEMELOS

PAGÈS LEAL¹, MERCÈ y TILLÓ BARRUFET², TERESA

¹ IES Joan Miró de Cornellà de Llobregat (Barcelona)

² Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales y de la Matemática, Universidad de Barcelona.

Palabras clave: Concepciones alternativas; Cambio conceptual; Constructivismo; Gemelos; Reproducción.

OBJETIVOS

La presente investigación tiene los siguientes objetivos:

- Detección en alumnos adolescentes de las ideas sobre cómo se forman los gemelos.
- Análisis de los conocimientos detectados y explicación de sus posibles orígenes. Con ello se intenta hacer frente al problema constatado por diversos autores como Marín Martínez et al. (2000) sobre que en la investigación en didáctica de las ciencias se dan pocas interpretaciones acerca del origen y otras características de las concepciones de los alumnos.
- Diseñar y desarrollar estrategias didácticas constructivistas para tratar en el aula la formación de gemelos, según los datos obtenidos sobre el conocimiento del alumnado. De esta manera, se trata de poner en práctica en clase los resultados de la investigación didáctica, ya que frecuentemente el profesorado no aplica el conocimiento generado en la misma, tal como dicen diversos autores como por ejemplo, Solbes et al. (2004).
- Valorar dichas actividades didácticas y rediseñarlas si es necesario hasta conseguir el aprendizaje adecuado.

MARCO TEÓRICO

El presente trabajo se centra en un marco referencial constructivista basado, principalmente, en la importancia de las *concepciones alternativas* que pueden presentar los alumnos antes de la instrucción académica y que pueden perdurar después de ésta si no han recibido el tratamiento didáctico adecuado, como las estrategias de cambio conceptual que proponen Posner et al. (1982).

Las concepciones alternativas pueden tener diversos orígenes como el cultural, el uso inadecuado del lenguaje, o la utilización de reglas causales de pensamiento (Pozo, 1987), no siendo estas últimas reglas rigurosas para explicarnos el mundo pero sí útiles. Entre otras características de las concepciones alternativas tenemos que pueden presentar inconsistencia, que sería dependencia del contexto. Pero como Oliva Martínez (1999) constata, el término inconsistencia se ha utilizado también en la investigación pedagógica con otras acepciones aunque ésta es la utilizada, habiéndose confundido con la incoherencia, que en cambio, se referiría más a la existencia de contradicciones internas y covariaciones causales en una idea.

DESARROLLO DEL TEMA

Metodología

Las ideas de los alumnos en relación a la formación de gemelos univitelinos y bivitelinos son detectadas mediante un test de evaluación inicial sobre diversos aspectos de anatomía y fisiología de la reproducción y sexualidad humanas, así como por observación en el aula mediante un cuaderno de notas de uso diario. La muestra a estudio son 289 alumnos y alumnas de segundo ciclo de Educación Secundaria Obligatoria de dos institutos públicos de las cercanías de Barcelona, en un total de doce grupos-clase.

La investigación consta de cuatro fases, en cada una de las cuales se pasa dicho test a los alumnos, se desarrolla una secuencia de instrucción, y después se vuelve a pasar el test dos veces más, una como examen después de la instrucción (posttest I), y otra, meses después de ésta y sin aviso previo (posttest II). En cada fase de investigación se rediseña el material didáctico para conseguir la idoneidad del mismo, en el sentido que los conocimientos de los alumnos sobre los aspectos investigados tengan diferencias estadísticamente significativas después de la instrucción respecto antes. Las respuestas se valoran también de forma cualitativa

La importancia del estudio de los gemelos

Hay diversas razones que nos han llevado a incluir el origen de los gemelos univitelinos o idénticos y el de los gemelos bivitelinos o gemelos diferentes, estos últimos llamados también “mellizos”, (aunque el diccionario considera los términos gemelos y mellizos como sinónimos):

- Su aprendizaje ayuda a repasar o a aprender mejor el concepto de fecundación y las primeras fases de la división del cigoto, y, relacionados con lo anterior, de la mitosis y de la constancia numérica de los cromosomas de la especie humana (y por extensión, de la de otras especies).
- También mejora el conocimiento de la determinación cromosómica de los sexos y del significado de la meiosis, en el sentido que ésta es una preparación para la fertilización, hecho que como exponen por ejemplo Lewis et al. (2000) es desconocido por la mayoría de los alumnos.
- Puede contribuir a un aprendizaje significativo de los problemas de genética mendeliana, ya que comprender apropiadamente el resultado de meiosis y mitosis ayuda a entender dichos problemas mejor, ya que el alumnado no suele relacionarlos con meiosis y mitosis, y en consecuencia, suele resolverlos de forma alorítmica, tal como han constatado diversos autores, entre ellos Stewart et al. (1990).
- Motiva e interesa a los alumnos, sobre todo cuando hay gemelos en clase, hechos a tener en cuenta en el aprendizaje constructivista.

Resultados y análisis de las ideas de los alumnos antes de la instrucción

El origen de los gemelos es desconocido por la mayoría de chicos y chicas antes de la instrucción. Cuando se formula abierta la pregunta (fase de investigación I) únicamente el 1,85 % sabe como se forman los gemelos idénticos. En los años posteriores, al cerrarse las preguntas del test con diversas opciones de respuesta, el número de respuestas correctas sube pero sólo llega al 28,9 y al 36 % (ver gráfico I, anexo I). La formación de bivitelinos es conocida entre el 17,8 % y el 29,4 %, no siendo las respuestas correctas mucho más frecuentes cuando la pregunta es cerrada que cuando es abierta (ver gráfico II).

Las respuestas más frecuentes en segundo lugar (aproximadamente la tercera parte) son las que dicen que los univitelinos *son iguales porque se forman en la misma bolsa*, y que los bivitelinos *son diferentes porque se forman en diferente bolsa*. Las entrevistas individuales nos muestran que no siempre responden así porque crean que el número de bolsas determine que los gemelos sean iguales, sino simplemente porque hay quien piensa que los gemelos idénticos siempre tienen una bolsa, y los diferentes, siempre dos.

En cifras similares al 15% se hallan las respuestas que dicen que los gemelos se forman cuando el óvulo es fecundado por dos espermatozoides, concepción ya encontrada por Giordan (1985), y que implica la presencia en estos alumnos de la llamada *concepción preformista*, la cual estuvo también vigente en la historia de la ciencia (Giordan y De Vecchi, 1988). Las otras respuestas son minoritarias.

Explicación de las ideas de los alumnos

La idea que los gemelos se originan cuando el óvulo ha sido fecundado por dos espermatozoides podría tener su origen en la linealidad del pensamiento causal. Según dicho principio, a mayor causa, mayor efecto, con lo que si un único espermatozoide fecunda al óvulo (causa), se forma un único embrión (efecto); pero si se forman dos embriones (es decir, gemelos), es porque el óvulo ha sido fecundado por dos espermatozoides (causa “mayor”, para un efecto también “mayor”).

Las ideas sobre que los gemelos se forman cuando el óvulo es fecundado por dos espermatozoides o cuando un óvulo tiene dos núcleos (relacionadas con la concepción preformista, animaculista y ovista, respectivamente) son incoherentes y entran en contradicción con la idea que el nuevo ser ha de tener 46 cromosomas, 23 de cada progenitor, y con que presenta el doble de cromosomas que el óvulo y que el espermatozoide y con que ambos progenitores contribuyen por igual a formar el nuevo ser. Aparece aunque el alumno ya haya sido enseñado al respecto (en el tema anterior, el de la célula y sus funciones, en la fase de investigación I, y en el mismo tema de reproducción humana, en otras fases). Las dificultades que tienen los alumnos para percibir esta contradicción pueden obstaculizar el cambio conceptual. Su origen puede estar en lo que Oliva Martínez (1999) dice sobre que los alumnos no suelen ser conscientes que para razonar hace falta un criterio de compatibilidad lógica.

El conocimiento sobre el número de cromosomas que tienen gametos y cigoto, además de presentar incoherencia y contradicciones, también presenta inconsistencia (dependencia del contexto). En la fecundación sencilla, bastantes alumnos saben correctamente que el nuevo ser recibe igual número de cromosomas del padre y de la madre y que por tanto, presenta el doble de cromosomas que el óvulo y que el espermatozoide. En cambio, en el contexto de la formación de gemelos, algunos estudiantes creen, incorrectamente, que aquellos se originan cuando el óvulo es fecundado por dos espermatozoides.

Esto nos lleva a que no sólo es importante distinguir los términos de inconsistencia e incoherencia (a menudo confundidos) sino que si un conocimiento es incoherente, sus contradicciones internas y covariaciones causales hacen que sea una serie de ideas sin conexión que pueden ocasionar que funcione de una manera distinta según el contexto y que, en consecuencia, sea también inconsistente. Uno de estos contextos puede ser la genética mendeliana, en donde la incoherencia en la idea sobre la constancia cromosómica y significado de meiosis y mitosis puede originar dificultades de aprendizaje.

Por otro lado, el creer que si dos gemelos tienen dos bolsas amnióticas significa que son bivitelinos implica generalizar demasiado, utilizar un razonamiento inductivista, porque muchas de las veces que los gemelos presentan dos bolsas son bivitelinos, y los univitelinos suelen presentar una. Pero también hay univitelinos que tienen dos bolsas, ya que la división del ser en formación en dos gemelos idénticos ha tenido lugar de una forma más tardía, hecho que comporta que cada hermano tenga su propio saco amniótico.

La instrucción en el aula

El número de respuestas correctas, normalmente, sube bastante en el posttest I pero suele bajar bastante meses después de la instrucción (ver gráficos I y II), de manera que en algunas fases de la investigación no hay diferencias estadísticamente significativas entre posttest II y pretest, e incluso entre pretest y posttest I. El mayor incremento de conocimiento después de la instrucción se consigue en la última fase de la investigación en donde además, hay más alumnos que abandonan la idea que los gemelos se forman cuando el óvulo es fecundado por dos espermatozoides, y en el posttest II se retiene mejor la disminución de la idea de que los gemelos que tienen diferente bolsa son siempre de los diferentes.

La instrucción, optimizada en la fase la fase IV de investigación, se centra en tres puntos:

- Mejorar del conocimiento sobre la fecundación, como base del conocimiento de la formación de gemelos.
- Aprender el mecanismo concreto de cómo se forman los gemelos.
- Erradicar las concepciones alternativas sobre que el óvulo es fecundado por dos espermatozoides o que si dos gemelos tienen dos bolsas son siempre bivitelinos.

Este último punto es necesario, ya que dichas concepciones pueden interferir en el aprendizaje que tiene como objetivo el punto 2.

1. *Concepto de fecundación.* Antes de aprender la formación de gemelos se introduce qué es la fecundación. Pero previamente, se introduce o repasa qué es la meiosis sin detallar las fases, ya que lo que interesa es su resultado (la formación de células con la mitad de cromosomas, óvulo y espermatozoide) y se presenta como una preparación a la fertilización, en donde se restaura el número de cromosomas propio de la especie. También se trabaja cómo los cromosomas sexuales del espermatozoide y del óvulo determinan el sexo del nuevo ser.

2. *Mecanismo de la formación de gemelos.* Se trabajan dibujos sobre la misma, dos univitelinos, dos bivitelinos y trillizos univitelinos (como el del anexo II), de diferentes sexos unos y otros, y que no acaban en el dibujo del óvulo fecundado, sino que están seguidos de un bebé masculino o femenino y éste de un niño o niña.

3. *Tratamiento de concepciones alternativas.* Para eliminar la idea que los gemelos que tienen diferente bolsa amniótica son siempre bivitelinos se utiliza una actividad didáctica con una ilustración que muestra dos gemelos con dos bolsas pero univitelinos, ya que presentan una única placenta. Para hacer frente a la idea que los gemelos se originan cuando un óvulo es fecundado por dos espermatozoides, es útil trabajar con los juegos de cromosomas de gametos y criaturas resultantes de la fecundación y preguntar directamente al alumnado por qué no es posible que el óvulo sea fecundado por dos espermatozoides y discutirlo en clase.

CONCLUSIONES

La concepción alternativa sobre que los gemelos se forman cuando el óvulo es fecundado por dos espermatozoides y la de relacionar tener dos bolsas amnióticas con el hecho de ser gemelos bivitelinos, se han mostrado muy resistentes al cambio. Para tratar la primera, la investigación realizada nos muestra que es útil el preguntar directamente a los alumnos por qué no es cierto lo que indica la concepción, y hacerles razonar por qué no. Esta táctica no se considera, sin embargo, que se pueda utilizar con demasiada frecuencia. Una de las razones es que la instrucción no sea monótona. La otra razón es que con ella se pone de manifiesto muy claramente que el alumno posee un conocimiento incorrecto, y el hacerle explicitar repetidas veces sus ideas para luego rebatirlas puede ocasionar, como ya han dicho otros autores, reacciones de rechazo.

Para tratar dichas concepciones alternativas se ha constatado útil hacer trabajar a los alumnos dibujos, que tienen la doble finalidad de mostrar la idea científicamente correcta y a la vez les hacen ver que la suya no es coincidente con la misma. Las ventajas de los dibujos para conseguir el cambio conceptual tal vez se hallen en la claridad con que las imágenes contribuyen a entender una idea, y que cuando ponen de manifiesto las concepciones del alumno no afectan tanto su autoestima como cuando éste responde verbalmente una pregunta erróneamente.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- GIORDAN, A., 1985. Interés didáctico de los errores de los alumnos. *Enseñanza de las Ciencias*, 3 (1), 11-17.
- GIORDAN y DE VECCHI, G., 1988 *Conceptos de Biología 2. La teoría celular. La fecundación. Los cromosomas y los genes.* La evolución. Ed. Labor, Madrid
- LEWIS J., LEACH, J. y WOOD-ROBINSON, C., 2000. What is a cell? - young people's understanding of the genetic relationships between cells, within an individual. *Journal of Biological Education*, 34 (3), 129-133.
- MARÍN MARTÍNEZ, N., SOLANO, I. y JIMÉNEZ GÓMEZ, E., 2000. Characteristics of the methodology used to describe students' conceptions. *International Journal of Science Education*, 7, 663-690.
- OLIVA MARTÍNEZ, J.M., 1999. ¿A qué nos referimos cuando hablamos del nivel de estructuración de las concepciones de los alumnos? *Investigación en la Escuela*, (39), 27-37.
- POSNER, G.J., STRIKE, K.A., HEWSON, P.W. y GERTZOG, W.A., 1982. Accommodation of a scientific concep-

tion: Toward a Theory of Conceptual Change. *Science Education*, 66 (2), 211-227.

POZO, J.I., 1987. *Aprendizaje de la ciencia y pensamiento causal*. Ed. Visor, Madrid.

SOLBES, J., FURIÓ, C., GAVIDIA, V. Y VILCHES, A., 2004. Algunas consideraciones sobre la incidencia de la investigación educativa en la enseñanza de las ciencias. *Alambique*, 52, 103-109.

STEWART, J., HAFNER, B., y DALE, M., 1990. Students' Alternate Views of Meiosis. *The American Biology teacher*, 52, (4), 228-232.

ANEXO I

GRÁFICO I: GEMELOS UNIVITELINOS:
respuestas correctas en los tests de las
diferentes fases de estudio

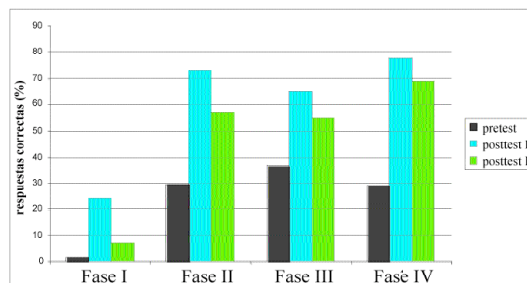
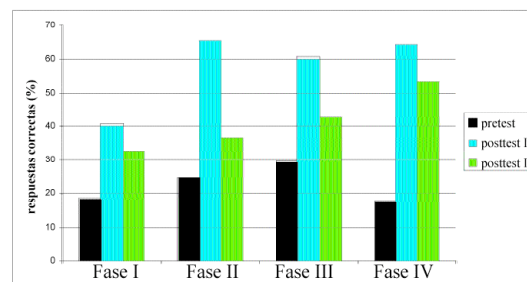


GRÁFICO II: GEMELOS BIVITELINOS:
respuestas correctas en los tests de las
diferentes fases de estudio



ANEXO II

Material didáctico sobre la formación de gemelos

Com es formen dues nenes bessones bivitel·lines

