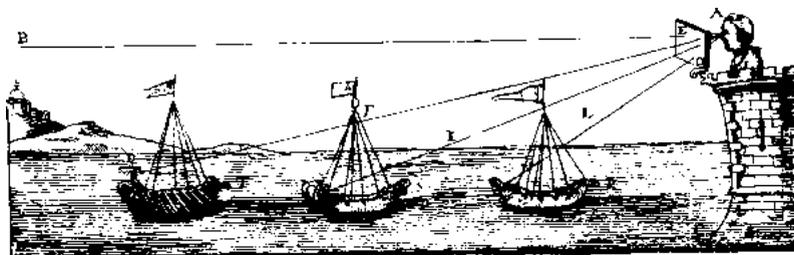


INVESTIGACIÓN DIDÁCTICA



¿CÓMO VALORAN LOS PROFESORES EN EJERCICIO Y EN FORMACIÓN UNAS ACTIVIDADES DIRIGIDAS AL ESTUDIO DE LA REPRODUCCIÓN EN LA EDUCACIÓN OBLIGATORIA?

GARCÍA BARROS, SUSANA y MARTÍNEZ LOSADA, CRISTINA

Universidade da Coruña

susg@udc.es

cmarl@udc.es

Resumen. En este trabajo se analizan las opiniones del profesorado (en ejercicio y en formación de primaria y secundaria) sobre el valor educativo y las dificultades que encierran los aspectos conceptuales, relativos a la reproducción, que se trabajan en una serie de actividades, dirigidas al último ciclo de primaria y primer ciclo de secundaria. Los participantes valoran positivamente los aspectos tratados en las actividades e identifican dificultades. El profesorado en formación justifica en mayor medida sus opiniones que el profesorado en ejercicio. El análisis de las justificaciones muestra que éstas no siempre se centran en los aspectos clave de las actividades, percibiéndose dificultades en contenidos que exceden las intenciones de las mismas.

Palabras clave. Pensamiento docente, reproducción, educación primaria, educación secundaria, actividades.

How do practising teachers and teachers in training value activities aimed at studying sexual reproduction in compulsory education in Spain?

Summary. This paper is an analysis of teacher' opinions (some are practising teachers while others are training to be Primary and Secondary School teachers) on the educational value and the problems which reproduction-related conceptual aspects treated in a number of activities, designed for the last stage of Primary Education and the first stage of Secondary. The participants value the aspects dealt with during the activities in a positive way and they likewise identify some problems. The teachers in training give reasons for their opinions to a greater extent than their practising counterparts do. Analysing these justifying reasons shows that they do not always focus on the key aspects of the above mentioned activities and it has been seen that the contents of such activities go above and beyond what they actually intend to teach.

Keywords. Teacher thinking, reproduction, primary education, secondary education, activities.

INTRODUCCIÓN

Los estudios sobre el profesorado, su pensamiento, decisiones, actuación y su formación constituyen una importante línea de investigación en la enseñanza de las ciencias. De hecho los docentes son los últimos responsables de la calidad de la enseñanza, sin su actuación y formación adecuada resulta difícil que las reformas educativas, por bien fundamentadas que estén, lleguen al aula (Coll y Porlán, 1998; Gil et al., 1998; Van Driel et al., 2001).

Las investigaciones sobre el profesorado de ciencias son muy variadas. Algunas de ellas se dirigen a conocer las características del pensamiento docente. En este sentido, es interesante la revisión realizada en los años 90 por De Jong et al. (1998), que incluye estudios sobre: *a*) los objetivos de la enseñanza de las ciencias que valora el profesorado; *b*) las ideas pedagógicas de los docentes y su distancia con la acción educativa; *c*) las ideas del profesorado sobre la ciencia y como se construye, sobre el trabajo práctico de campo/laboratorio o sobre los problemas de comprensión y *d*) el conocimiento científico del profesorado de distintos niveles. Trabajos más recientes siguen insistiendo en los aspectos citados. Concretamente en España se realizaron estudios para conocer: *a*) cómo valora el profesorado con distinto nivel de experiencia determinados conocimientos y contenidos (Martínez Aznar et al., 2002; Martínez Aznar et al., 2001); *b*) qué importancia otorga a los distintos tipos de habilidades procedimentales y cuál es su presencia en los textos o en sus clases (García Barros et al., 2001; Martínez Losada y García Barros, 2005); *c*) qué piensan los docentes sobre las finalidades de la educación obligatoria y su comparación con las directrices curriculares (Furió et al., 2001); *d*) cómo percibe el profesorado la situación de la enseñanza de las ciencias en nuestro país y cuáles son, a su juicio, los obstáculos para su innovación (Banet, 2007) y *e*) cuáles son las características de las programaciones docentes en cuanto a los objetivos que se plantean, la organización de la materia, la metodología y la evaluación (De Pro, 2006).

Por otra parte, se han hecho investigaciones dirigidas a conocer, mediante el estudio de caso, cómo el profesorado más joven selecciona y organiza los contenidos a enseñar (Azcárate y Cuesta, 2005), así como a analizar la progresión del pensamiento de profesores a lo largo de los años. En este sentido se aprecia una mayor reorganización del contenido (Arzi y White, 2008), un reconocimiento personal de la evolución profesional (Da Silva et al., 2007) o un incremento en la complejidad de la reflexión, unido a la identificación personal de los obstáculos que dificultan el desarrollo profesional (Vázquez Bernal et al., 2007).

A pesar de la abundancia de la investigación, de la que sólo se ha presentado una pequeña muestra, no encontramos trabajos en los que el profesorado valore específicamente los aspectos tratados en propuestas didácticas concretas. En la enseñanza de las ciencias, se han elaborado conocidos proyectos innovadores (Hierrezuelo et al., 1995; Sanmartí y Pujol, 1997). Sin embargo, sus planteamientos, desafortunadamente, no siempre se trasladaron a los materiales más empleados, los libros de texto, pues, aunque se aprecian cambios en el diseño gráfico y las imágenes de los mismos,

siguen siendo bastante tradicionales (Del Carmen, 2001). En esta línea, investigaciones realizadas en nuestro país muestran deficiencias en cuanto a la falta de una adecuada relación entre el ámbito macroscópico y microscópico en temas de Química (Furió et al., 2005; Martínez Losada et al., 2009) o al excesivo énfasis en aspectos descriptivos frente a otros más nucleares en temas de Biología (Martínez Gracia et al., 2003). Concretamente, en el estudio de la reproducción los textos escolares, correspondientes al último ciclo de primaria y primero de secundaria, muestran deficiencias en este sentido (García Barros y Martínez Losada, 2007). Por todo ello, consideramos necesario investigar cómo valora el profesorado «otros planteamientos», en lo referente a la selección/organización de contenidos a enseñar, pues esta valoración sirve no sólo para evaluar los propios materiales, sino también para analizar si se aceptan y entienden los posibles mensajes innovadores de las propuestas.

Tomando como referente lo indicado, en este trabajo se pretende averiguar en qué medida el profesorado de primaria y secundaria, en ejercicio y en formación, identifica y valora los contenidos incluidos en una secuencia de actividades dirigidas al estudio de la reproducción. Así como conocer qué dificultades percibe en dichos contenidos. Cabe destacar que las actividades contemplan aspectos que, aun siendo importantes como se justifica en el siguiente apartado, no siempre se tratan en la enseñanza habitual de este tema.

Enseñanza-aprendizaje de la reproducción

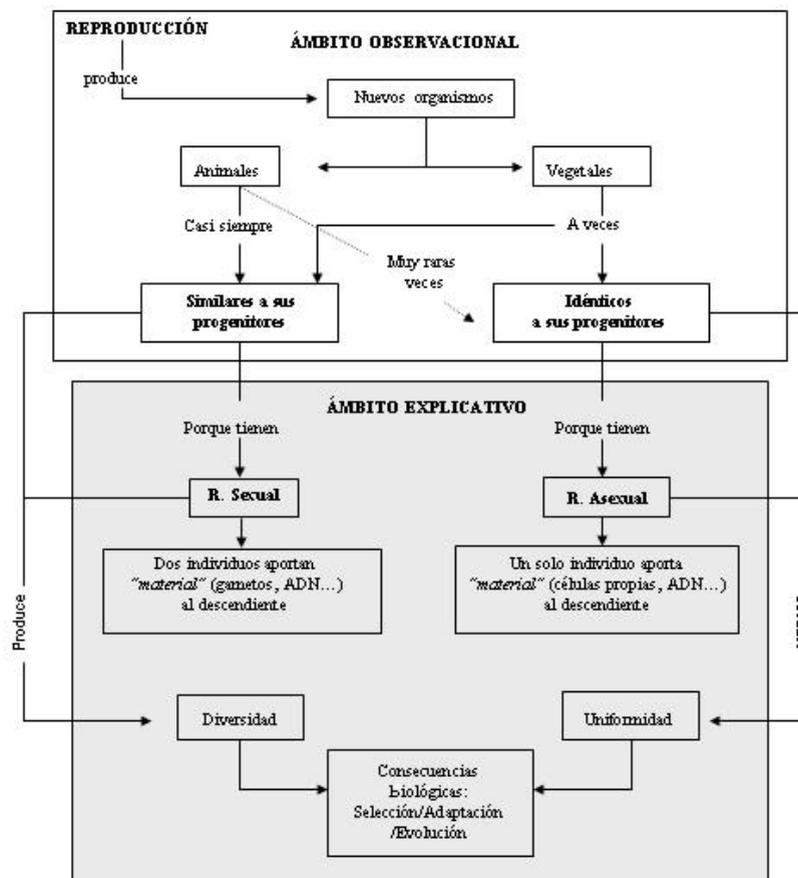
El estudio de la reproducción, como función vital, se incluye habitualmente tanto en los currículos de Educación Primaria como de secundaria. Ésta debería tratarse en relación con el resto de funciones vitales, integrándose en un modelo escolar de ser vivo interrelacionado con el medio (Pujol, 2003). En este enfoque interrelacionado y sistémico del estudio de los seres vivos y/o del ser humano han coincidido otros autores (Cañal, 2003; García Rovira, 2005; Gómez Galindo et al., 2007; Cañal, 2008). Concretamente el modelo de ser vivo se entiende como un sistema cuyo estudio se puede y debe focalizar en distintas dimensiones relacionadas entre sí: *a*) el ser vivo organismo; *b*) el ser vivo ecosistema y *c*) el ser vivo en relación con las unidades (células) que lo constituyen, que tienen las mismas propiedades funcionales que él mismo (García Rovira, 2005). En esta misma línea se pronuncia Knippels (2002), citado por Andersson (2006), que destaca la relevancia que tiene para el alumnado la comprensión de los contenidos biológicos desde distintos niveles de organización, proponiendo un «sistema yo-yo de estrategia de enseñanza aprendizaje» que se mueve de arriba abajo en dichos niveles. Esta perspectiva resulta coherente con una concepción compleja de la ciencia escolar, que desde su visión hologramática plantea el constante diálogo entre lo macro y lo micro (Izquierdo et al., 2004). Asimismo, resulta coherente con el nuevo modelo de ciencia que inspira la ciencia escolar, que resalta la importancia de enseñar a pensar mediante teorías para explicar los fenómenos del mundo (Izquierdo, 2005). De esta forma, se vinculan los

datos/fenómenos con modelos de distinto grado de abstracción, jugando un importante papel el lenguaje y las capacidades cognitivas del que aprende, que a su vez deben ser desarrolladas (Sanmartí, 2002).

Basándonos en las ideas citadas, la reproducción puede abordarse desde dos ámbitos distintos: el observacional y el explicativo (Figura 1). El primero permite estudiar que los organismos se perpetúan, aunque no todos lo hacen de la misma forma, unos se valen por sí mismos (reproducción asexual) y otros requieren la intervención de dos individuos de distinto sexo (reproducción sexual). Desde el ámbito observacional, se puede también insistir en las características de la descendencia en cada uno de los dos tipos de reproducción: la reproducción asexual produce organismos idénticos y la sexual produce diversidad en la descendencia. Este aspecto, aunque aparentemente sencillo, encierra dificultades para el que aprende, sobre todo en el caso de los vegetales (Wood-Robinson, 1994; Driver et al., 1999) y no recibe la atención que se merece en los textos escolares (García Barros y Martínez Losada, 2007). Sin embargo, resulta imprescindible para avanzar en el proceso de aprendizaje de otros conocimientos enmarcados en el ámbito explicativo.

Concretamente, desde el ámbito explicativo se puede dar respuesta a algunas cuestiones asociadas a los fenómenos observables como: ¿Cuál es la causa de las diferencias entre los progenitores y su descendencia en la reproducción sexual y de la semejanza en la asexual? ¿qué aportan el/los progenitores en cada caso? La respuesta puede encerrar distinto grado de abstracción dependiendo del modelo empleado, la más simple explicaría por ejemplo la fecundación como el resultado de la unión de «un material» aportado por ambos progenitores y la más compleja emplearía para ello la teoría celular (Pujol, 2003), que también podría tratarse con mayor grado de complejidad celular/molecular al introducir conceptos como cromosomas, genes o ADN, para explicar la transmisión de caracteres. Otra cuestión asociada a la reproducción que podría ser tratada desde el ámbito explicativo es: ¿qué consecuencias biológicas tiene que la reproducción sexual produzca tanta variabilidad de individuos en el medio? La respuesta demanda el manejo de nuevos conceptos especialmente complejos y abstractos, como la selección, adaptación y evolución, que resultan complicados para el alumnado, cuyo estudio no debe desvincularse de la reproducción (Driver et al., 1999; Andersson y Wallin, 2006).

Figura 1
El estudio de la reproducción: ámbito observacional y explicativo.



METODOLOGÍA

En este trabajo han participado un total de 71 profesores/as pertenecientes a dos colectivos: a) profesores en formación (19 estudiantes de magisterio de la especialidad de primaria y 30 alumnos/as del curso de Aptitud Pedagógica de la especialidad de Biología y Geología) y b) profesores en ejercicio (9 imparten docencia en tercer ciclo de primaria y 13 en el primer ciclo de secundaria obligatoria). Estos últimos disponen de una experiencia docente superior a 15 años.

El profesorado evaluó una propuesta didáctica, fundamentada en la revisión que sobre la enseñanza-aprendizaje de la reproducción se recoge en el apartado anterior (García Barros y Martínez Losada, 2006). La propuesta incluye siete actividades dirigidas tanto a conocer que la reproducción sexual y asexual de los seres vivos provoca organismos diferentes e iguales respectivamente, como a emplear el ámbito explicativo, más abstracto, que nos acerca a las repercusiones que la diversidad produce en el medio cambiante. Cada actividad consta de cuestiones sobre determinadas situaciones que el alumnado, siempre bajo la directa intervención del profesor/a, debe responder. Además, va acompañada de una nota para el docente, en la que se especifican las intenciones y algunas recomendaciones didácticas. En el anexo 1 se recoge un resumen de las mismas.

Para evaluar cada actividad los participantes deben contestar a dos cuestiones abiertas dirigidas a valorar justificadamente: a) la pertinencia o no de los aspectos conceptuales tratados en ella y b) la dificultad de los mismos para los alumnos. Esta valoración, en el caso de profesores en formación, se realiza en el marco del proceso formativo. Concretamente, los estudiantes de magisterio en el tema «análisis científico/didáctico de los seres vivos en su medio» de la asignatura Ciencias de la Naturaleza y su Didáctica (8 créditos) y los alumnos del CAP en el tema «Actividades de enseñanza» del seminario específico de Didáctica de la Biología y Geología (4 créditos). En el caso de los profesores en ejercicio, la valoración se hace después de una presentación inicial, dirigida a informar sobre el objetivo del trabajo de investigación. El profesor/a que voluntariamente acepta colaborar en este trabajo envía su análisis de forma anónima por correo ordinario.

Las respuestas obtenidas, tanto con respecto a las justificaciones de pertinencia como a las de dificultades, se agruparon en tres categorías: a) justificaciones asociadas a todos o a algunos de los objetivos específicos de la actividad; b) otras, asociadas a otros aspectos, que a su vez incluyen categorías, definidas en función de la similitud de las opiniones de los participantes y c) respuestas genéricas o no clasificables. Las categorías correspondientes a cada actividad se especifican en las tablas incluidas en el apartado de resultados. En él también se recogen frases textuales representativas de las mismas, identificando a su autor/a por su número entre paréntesis (p. 24). El análisis y clasificación de las respuestas fue realizado independientemente, y posteriormente discutido, por las dos investigadoras.

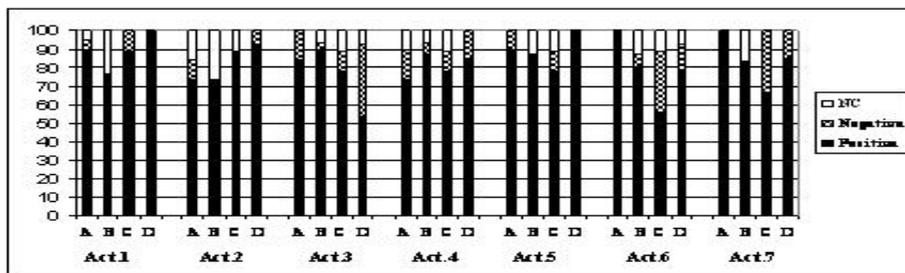
RESULTADOS

La gran mayoría de los participantes en este estudio expresan su opinión sobre la importancia de los aspectos tratados en las actividades, aunque alrededor del 25% de los profesores de secundaria en formación se abstienen en las 2 primeras. La mayor parte de las actividades son valoradas positivamente por más del 70% de los integrantes de los distintos grupos (Figura 2). Los profesores en ejercicio las critican en mayor medida que los profesores en formación. Así, ninguna actividad recibió valoración negativa por más del 16% del colectivo de profesores en formación e incluso la 6 y 7 fueron valoradas positivamente por todos los de primaria. Por el contrario, éstas y la actividad 3 fueron valoradas negativamente por más de la tercera parte de los grupos de profesores en ejercicio de Educación Primaria y ESO respectivamente.

Los profesores también expresan mayoritariamente su opinión sobre las dificultades que tienen para el alumnado los aspectos tratados en las actividades. Comparativamente, en las actividades 5 y 7 se perciben menos dificultades que en el resto (Figura 3).

Los docentes en formación reconocen más dificultades que los docentes en ejercicio en todas las actividades, excepto en la 6 en el caso de profesores de primaria y en la 7 en ambos colectivos, aunque aquí la diferencia es pequeña.

Figura 2
Valoración de la importancia educativa de los aspectos conceptuales tratados en las distintas actividades por parte de los grupos de profesores.



Profesorado: A) en formación de primaria; B) en formación de ESO; C) en ejercicio de primaria y D) en ejercicio de ESO.

Los participantes justifican la valoración positiva de los aspectos que se trabajan en las actividades, aunque los estudiantes utilizan justificaciones más concretas que los docentes en ejercicio (Figura 4). Así, en todas ellas, excepto en la 2 y en la 6 en el caso de los futuros docentes de ESO, más del 50% de los que las valoran positivamente aportan justificaciones específicas, llegando incluso a superar el 80% en la actividad 7. Por el contrario, en el colectivo de profesores en ejercicio las justificaciones genéricas superan el 60% de las valoraciones positivas en todas las actividades, excepto en la 2 y la 7, sólo en el grupo de profesores de primaria.

Las valoraciones negativas siempre reciben justificaciones genéricas, salvo en las actividades 3 y 4. Se consideran justificaciones genéricas, tanto positivas como

negativas, aquellas que no hacen referencia explícita a aspectos concretos, respondiendo a enunciados del tipo: «Los contenidos me parecen adecuados»; «La pertinencia de estos contenidos es baja».

Los docentes en formación también emplean justificaciones más concretas que los docentes en ejercicio al identificar dificultades en los aspectos tratados en las actividades (Figura 5). El porcentaje de dificultades justificadas alcanza prácticamente el 80% en el primer colectivo para todas las actividades, mientras que en el segundo este porcentaje desciende a la mitad o menos en todas ellas excepto en las dos primeras. Las opiniones genéricas sobre dificultades, en el mismo sentido que en el caso anterior, responden a enunciados del tipo: «Es difícil porque los niños no están acostumbrados a la terminología».

Figura 3
Porcentaje de profesores que perciben o no dificultades en los aspectos tratados en las actividades.

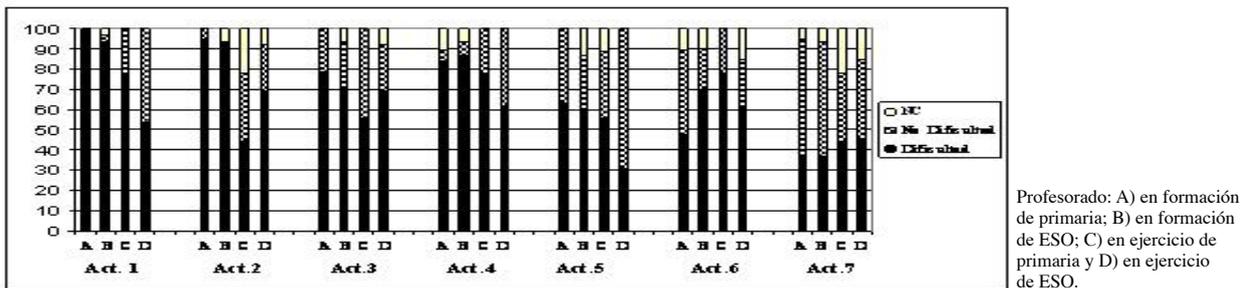


Figura 4
Porcentaje de profesores que dan justificaciones específicas o genéricas al valorar positivamente cada actividad.

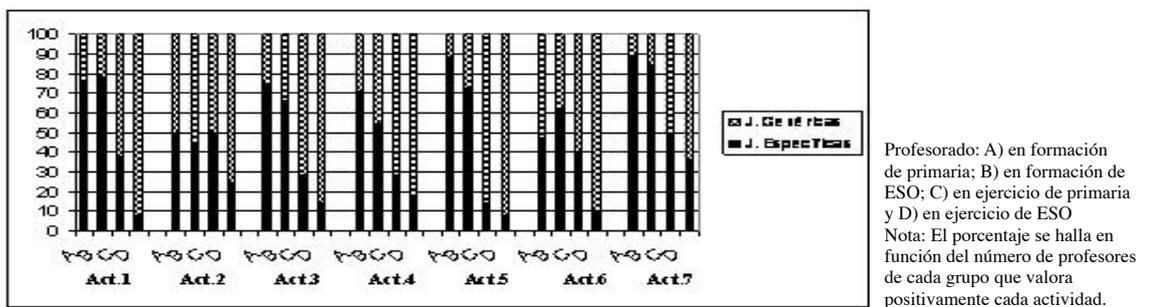
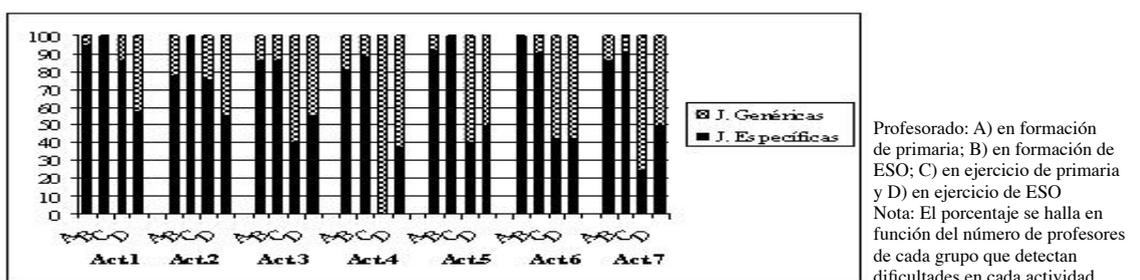


Figura 5
Porcentaje de profesores que dan justificaciones específicas o genéricas al identificar dificultades en las actividades.



Se presentan a continuación las justificaciones concretas empleadas por el profesorado para valorar los aspectos tratados en las actividades y sus dificultades. Por razones de espacio se omiten las correspondientes a la primera actividad, que es simplemente de iniciación y las dificultades de la séptima, dada su escasez.

La mayoría de los docentes que justifican la valoración positiva de la segunda actividad se refieren a alguno de los dos aspectos tratados en ella, aunque sólo tres señalan ambos (Tabla 1).

– Categoría a. «Es importante tratar la reproducción sexual asociada a la variabilidad» (p. 24).

– Categoría b. «Es pertinente explicar la idea clave de que en la reproducción sexual macho y hembra aportan un material que al unirse da lugar a la formación de un nuevo ser» (p. 45).

En términos absolutos se otorga mayor importancia a que la reproducción sexual produce diferencias en la descendencia que a la transmisión de caracteres por parte de los progenitores. Esto se detecta sobre todo en los grupos de primaria. Sólo 4 profesores en formación citan otras

razones, centradas en la importancia de los aspectos tratados para adquirir otros conocimientos (comprender la importancia ecológica y evolutiva de la reproducción sexual).

Menos del 25% del profesorado que identifica dificultades en la actividad 2 menciona alguno de los aspectos tratados en ella (Tabla 2).

– Categoría a. *Dificultad para percibir diferencias/semejanzas entre organismos poco conocidos (p. 45).*

– Categoría b. *Los niños podrán llegar a interiorizar el hecho de que algo se transmite de padres a hijos, y que es una mezcla de los dos, pero ese «algo» que se transmite se lo podrán imaginar de miles de formas (p. 22).*

Concretamente, la relación entre la reproducción sexual y las diferencias entre progenitores y descendencia en animales es señalada fundamentalmente por profesores de primaria en formación, mientras que los de ESO en formación citan en mayor medida la transmisión de caracteres de padres a hijos. La mayoría de estos últimos (8 de 10) se refieren al nivel microscópico.

Tabla 1
Razones utilizadas por los profesores para justificar la pertinencia de los aspectos tratados en la actividad 2.

CATEGORÍAS		Pro. en formación		Pro. en ejercicio		Total n = 24
		EP n = 7	ESO n = 10	EP n = 4	ESO n = 3	
Asociadas a objetivos	a. Comprender que la reproducción sexual en animales produce organismos diferentes	6 ⁽¹⁾	3	4 ⁽¹⁾	2 ⁽¹⁾	15 62,5 %
	b. Entender que los progenitores transmiten caracteres a la descendencia	2 ⁽¹⁾	5	1 ⁽¹⁾	2 ⁽¹⁾	10 41,7 %
Otras	c. Necesario para otros conocimientos	2	2			4 16,7 %

n = Profesores de cada grupo que valoran positivamente los aspectos tratados en la actividad. Alguno cita tanto justificaciones asociadas al objetivo como a otras.

(1) Un sujeto cita los dos aspectos asociados al objetivo.

Tabla 2
Dificultades percibidas por los profesores en la actividad 2.

CATEGORÍAS		Pro. en formación		Pro. en ejercicio		Total n = 50
		EP n = 14	ESO n = 28	EP n = 3	ESO n = 5	
Asociadas a objetivos	a. Apreciar/percibir que la reproducción sexual en animales produce organismos diferentes	6	3		1	10 20,0%
	b. Entender que los progenitores transmiten caracteres a la descendencia		10	1	1	12 24,0 %
Otras	c. Conceptos abstractos	11	21	2	3	37 74,0%

n = Profesores de cada grupo que especifican dificultades. Alguno cita tanto dificultades asociadas a objetivos como a otras.

Por el contrario, la mayor parte del profesorado que identifica justificadamente dificultades destaca la abstracción de conceptos que no resultan centrales en esta actividad:

– Categoría **c**. *Dificultad de abstracción que generan los términos ADN, gametos, cromosomas...* (p. 36).

En la actividad 3 prácticamente todos los profesores que aportan valoración positiva justificada se centran en alguno de los dos aspectos tratados en ella y sólo 5 se refieren a ambas (Tabla 3).

– Categoría **a**. *Es importante que conozcan las diferentes estrategias de reproducción. Que no siempre es fecundación interna, que hay otros procesos* (p. 39).

– Categoría **b**. *Es importante que los alumnos sean conscientes de que en la reproducción sexual existen adaptaciones al medio dependiendo de dónde vivan las especies a estudiar. Así como diferentes modos de apareamiento y abundancia de gametos* (p. 23).

Los profesores, especialmente los de ESO en formación, otorgan más importancia a la relación entre el tipo de fecundación (interna/externa) de los animales y su hábitat que al simple conocimiento del tipo de fecundación.

El profesorado también centra las dificultades en los aspectos tratados en la actividad, percibiéndose mayor dificultad en el conocimiento de los tipos de fecundación que en la relación de éstos con el hábitat en todos los grupos, excepto en el de ESO en ejercicio (Tabla 4).

– Categoría **a**. *Comprender que la reproducción sexual no implica necesariamente cópula* (p. 28).

– Categoría **b**. *Podrán tener dificultades para saber si el medio en el que se encuentran «influye» en la fecundación de los seres vivos* (p. 58).

Sólo algunos sujetos se refieren a otras dificultades, centradas en la abstracción que demanda el propio proceso de fecundación.

Por otra parte, 3 profesores de los 10 que valoran negativamente los aspectos trabajados en la actividad 3 aportan justificaciones no genéricas, centradas en aspectos clave de la misma. Así, se refieren a:

– La escasa importancia del estudio de la fecundación: *«No es importante el concepto de la fecundación porque creo que es mejor hacer hincapié en otros aspectos»* (p. 53).

Tabla 3

Razones utilizadas por los profesores para justificar la pertinencia de los aspectos tratados en la actividad 3.

CATEGORÍAS		Pro. en formación		Pro. en ejercicio		Total n = 33
		Prima. n = 12	ESO n = 18	Prima n = 2	ESO n = 1	
Asociadas a objetivos	a. Conocer tipos de fecundación (interna y externa)	7 ⁽²⁾	3	1 ⁽¹⁾	1 ⁽¹⁾	12 36,4%
	b. Relacionar el tipo de fecundación en animales y su hábitat	8 ⁽²⁾	14	2 ⁽¹⁾	1 ⁽¹⁾	25 75,8%
Otras	c. Necesario para otros conocimientos		1			1 3,0%

n = Profesores de cada grupo que valoran positivamente los aspectos tratados en la actividad.

(1) 1 sujeto cita los dos aspectos asociados al objetivo.

(2) 3 sujetos citan los dos aspectos asociados al objetivo.

Tabla 4

Dificultades percibidas por los profesores en la actividad 3.

CATEGORÍAS		Pro. en formación		Pro. en ejercicio		Total n = 38
		EP n = 13	ESO n = 18	EP n = 2	ESO n = 5	
Asociadas a objetivos	a. Conocer tipos de fecundación (interna y externa) en distintos animales	9 ⁽²⁾	13 ⁽²⁾	2	1 ⁽¹⁾	25 65,8%
	b. Relacionar el tipo de fecundación en animales y su hábitat	5 ⁽²⁾	6 ⁽²⁾		3 ⁽¹⁾	14 36,8%
Otras	c. Conceptos abstractos	2	1		2	5 13,2%

n = Profesores de cada grupo que especifican dificultades. Alguno cita tanto dificultades asociadas a objetivos como a otras.

(1) 1 sujeto cita los dos aspectos asociados a objetivos.

(2) 2 sujetos, citan los dos aspectos asociados a objetivos.

– La inoportunidad de tratar, en el contexto que se propone, aspectos como la fecundación o la relación de ésta con su hábitat: «Quizás la relación de la fecundación con el tipo de hábitat debería tratarse en otro momento o contexto, centrándonos ahora en cosas más básicas» (p. 43).

Menos del 40% de los profesores, pertenecientes a todos los grupos, excepto al de primaria en ejercicio, que valoran positiva y justificadamente la actividad 4, se refieren a uno de los dos aspectos tratados en la misma, citando 4 de ellos ambos (Tabla 5).

– Categoría a. *Es importante que el alumno sea consciente de que las plantas que se obtienen por el cultivo de semillas no son idénticas a las progenitoras...* (p. 27).

– Categoría b. *Es importante que los niños conozcan y entiendan el proceso de reproducción sexual en las plantas y la transmisión de características...* (p. 71).

En la misma línea que en la actividad 2, dirigida a la reproducción sexual de animales, los profesores también señalan en mayor medida la categoría a (la reproducción sexual produce organismos diferentes) que la b (la transmisión de caracteres a la descendencia).

Por el contrario, en todos los grupos excepto en el de profesores de ESO en ejercicio, la mayoría de los docentes emplean otras razones, siendo la más frecuente la importancia de tratar la reproducción sexual también en vegetales.

– Categoría c. *Es una actividad interesante pues ayuda al alumno a adquirir conocimientos sobre reproducción sexual en las plantas, organismos cuya importancia suele quedar poco representada en muchos temarios* (p. 28).

Menos de la mitad del profesorado que señala dificultades concretas en esta actividad las asocia a los objetivos de la misma, refiriéndose la práctica totalidad a que la reproducción sexual en vegetales produce diversidad (Tabla 6).

Tabla 5
Razones utilizadas por los profesores para justificar la pertinencia de los aspectos tratados en la actividad 4.

CATEGORÍAS		Pro. en formación		Pro. en ejercicio		Total n = 28
		EP n = 10	ESO n = 14	EP n = 2	ESO n = 2	
Asociadas a objetivos	a. Comprender que la reproducción sexual en vegetales produce organismos diferentes	5 ⁽¹⁾	4 ⁽²⁾		2 ⁽¹⁾	11 39,3%
	b. Entender que los progenitores transmiten caracteres a la descendencia	1 ⁽¹⁾	2 ⁽²⁾		1 ⁽¹⁾	4 14,3%
Otras	c. Estudiar la reproducción sexual en vegetales	6	8	1		15 53,6%
	d. Percibir que existen mecanismos de selección		3			3 10,7%
	e. Se emplean conocimientos anteriores		1	1		2 7,1%

n = Profesores de cada grupo que valoran positivamente los aspectos tratados en la actividad. Alguno cita tanto justificaciones asociadas al objetivo como a otras.

(1) 1 sujeto cita los dos aspectos asociados a objetivos.

(2) 2 sujetos citan los dos aspectos asociados a objetivos.

Tabla 6
Dificultades percibidas por los profesores en la actividad 4.

CATEGORÍAS		Pro. en formación		Pro. en ejercicio		Total n = 39
		EP n = 13	ESO n = 23	EP	ESO n = 3	
Asociadas a objetivos	a. Apreciar/percibir que la reproducción sexual en vegetales produce organismos diferentes	9	6		2	17 43,6%
	b. Entender que los progenitores transmiten caracteres a la descendencia		1			1 2,6%
Otras	c. Comprender el proceso de la reproducción sexual	5	18		2	25 64,1%

n = Profesores de cada grupo que especifican dificultades. Alguno cita tanto dificultades asociada a objetivos como a otras.

– Categoría a. *Resultaría complicado que los alumnos se dieran cuenta de que en el reino vegetal puede existir una descendencia similar pero no idéntica a sus progenitores (p. 23).*

Por el contrario más del 60% del profesorado, sobre todo del grupo de ESO en formación, cita otras dificultades centradas en el proceso de reproducción sexual, refiriéndose 5 de ellos específicamente al nivel microscópico.

– Categoría c. *Comprender el proceso de polinización y, especialmente, la formación de las semillas (p. 28).*

De los 8 docentes que valoran negativamente la actividad 4, sólo uno de primaria en formación justifica su opinión, refiriéndose a la dificultad que encierra uno de sus objetivos:

– *La reproducción sexual como generadora de diversidad en la población es complicada para trabajarla en primaria (p. 54).*

Prácticamente todos los profesores, que valoran positiva y justificadamente la actividad 5, emplean razones asociadas a alguno de los dos aspectos tratados en ella, refiriéndose 6 a ambos aspectos. A diferencia de lo que ocurre en las actividades dirigidas al estudio de la reproducción sexual (n.ºs 2 y 4), los participantes citan en menor medida que la

reproducción asexual produce organismos idénticos que el otro aspecto tratado en la actividad (comparar/diferenciar reproducción sexual/asexual) (Tabla 7).

– Categoría a. *Es importante que sepan que los organismos que se generan por este tipo de reproducción son idénticos (p. 51).*

– Categoría b. *La actividad es totalmente pertinente, ya que el alumno debe saber diferenciar entre la reproducción sexual de las plantas (semillas) y la asexual (esquejes) (p. 27).*

Otro aspecto, considerado únicamente por el profesorado en formación, se centra en la importancia de estudiar la reproducción asexual en vegetales.

La mayoría del profesorado que cita dificultades concretas se refiere a alguno de los dos aspectos tratados en la actividad, señalando en mayor medida el hecho de conocer/comprender la reproducción asexual que el de apreciar que la reproducción asexual produce uniformidad en la descendencia (Tabla 8).

– Categoría a. *Darse cuenta de que esa rama que se planta forma un individuo totalmente diferenciado del progenitor, aunque idéntico a él (p. 48).*

Tabla 7

Razones utilizadas por los profesores para justificar la pertinencia de los aspectos tratados en la actividad 5.

CATEGORÍAS		Pro. en formación		Pro. en ejercicio		Total n = 35
		EP n = 15	ESO n = 19	EP n = 1	ESO n = 1	
Asociadas a objetivos	a. Comprender que la reproducción asexual produce uniformidad	6 ⁽¹⁾	5 ⁽¹⁾		1	12 33,3%
	b. Comparar, diferenciar... reproducción sexual/asexual	10 ⁽¹⁾	14 ⁽¹⁾	1		25 69,4%
Otras	c. Estudiar la reproducción asexual en vegetales	2	3			5 13,9%

n = Profesores de cada grupo que valoran positivamente los aspectos tratados en la actividad.

(1) 3 sujetos citan los dos aspectos asociados a objetivos.

Tabla 8

Dificultades percibidas por los profesores en la actividad 5.

CATEGORÍAS		Pro. en formación		Pro. en ejercicio		Total n = 33
		EP n = 11	ESO n = 18	EP n = 2	ESO n = 2	
Asociadas a objetivos	a. Apreciar/percibir que la reproducción asexual produce uniformidad en vegetales	4 ⁽¹⁾	6 ⁽¹⁾		1	11 33,3%
	b. Entender el proceso de reproducción asexual	6 ⁽¹⁾	11 ⁽¹⁾	2		19 57,6%
Otras	c. Interpretar a nivel celular la reproducción asexual	3	4		1	8 24,2%
	d. Percibir la existencia de dos tipos de reproducción en vegetales		2			2 6,1%

n = Profesores de cada grupo que especifican dificultades. Alguno cita tanto dificultades asociadas a objetivos como otras.

(1) 2 sujetos citan dos aspectos asociados a objetivos.

– Categoría **b**. *Que los niños comprendan que cortar una planta y que de ese trozo surja otra planta, y que eso sea una forma de reproducción, es difícil (p. 22).*

Otras dificultades, mencionadas por los docentes, se centran sobre todo en la interpretación celular.

– Categoría **c**. *Quizás les resulte difícil comprender cómo ocurre para que las células se dividan y generen un individuo idéntico (p. 47).*

Poco más de la mitad del profesorado que valora positiva y justificadamente la actividad 6, menciona el aspecto clave que en ella se trata (Tabla 9).

– Categoría **a**. *Es oportuno introducir estos aspectos conceptuales para que los alumnos vean que la diversidad, propia de la reproducción sexual, favorece la supervivencia de una población (p. 56).*

Otras justificaciones, citadas por los docentes, se refieren únicamente a la importancia de comprender la relación entre diversidad y supervivencia (categoría **b**) o a la necesidad de los aspectos tratados para adquirir otros como adaptación o selección natural (categoría **c**).

Menos del 50% de los profesores que identifican dificultades concretas las asocian a su objetivo clave (Tabla 10).

– Categoría **a**. *Es muy difícil el establecer asociaciones y dar interpretaciones correctas entre cosas tan «aparentemente» distintas y distantes como: la reproducción de especies, la transmisión de información, las diferencias morfológicas, anatómicas, etc. entre individuos de una misma especie y que de todo eso dependa el que los individuos logren sobrevivir o, por el contrario, se extingan en un medio que cambia (p. 52).*

Tabla 9
Razones utilizadas por los profesores para justificar la pertinencia de los aspectos tratados en la actividad 6.

CATEGORÍAS		Pro. en formación		Pro. en ejercicio		Total n = 27
		EP n = 9	ESO n = 15	EP n = 2	ESO n = 1	
Asociadas a objetivo	a. Entender que la reproducción sexual produce diversidad y ésta favorece la supervivencia.	7	7		1	15 55,6%
Otras	b. Comprender que la diversidad es beneficiosa para la supervivencia		4	2		6 22,2%
	c. Necesario para otros conocimientos	2	4			6 22,2%

n= Profesores de cada grupo que valoran positivamente la actividad.

Tabla 10
Dificultades percibidas por los profesores en la actividad 6.

CATEGORÍAS		Pro. en formación		Pro. en ejercicio		Total n = 34
		EP n = 9	ESO n = 19	EP n = 3	ESO n = 3	
Asociadas a objetivo	a. Relacionar la reproducción sexual con la diversidad y la supervivencia	2	3		3	8 23,5%
Otras	b. Relacionar que la diversidad es beneficiosa para la supervivencia	2	2			4 11,8%
	c. Utilizar la idea de población		2		2	4 11,8%
	d. Percibir el medio en continuo cambio		2			2 5,9%
	e. Mantener ideas previas sobre la adaptación		2			2 5,9%
	f. Complejidad conceptual (selección, evolución, adaptación...)	5	10	3		18 52,9%

n= Profesores que especifican dificultades. Alguno cita más de una dificultad no asociada a objetivos.

Por el contrario, la mayoría del profesorado se refiere a la complejidad de aspectos, como evolución o adaptación, que no se tratan directamente en la actividad.

– Categoría **f**. *Les puede resultar complicado entender conceptos como «éxito evolutivo» por ser demasiado abstracto (p. 46).*

Otros restringen la dificultad a la comprensión de los beneficios que tiene la diversidad para la supervivencia (categoría **b**), y algunos profesores de ESO citan dificultades más concretas, que se pueden asociar al objetivo clave de la actividad (idea de población, percibir el medio en continuo cambio) (categorías **c** y **d**).

En la actividad 7, la mayoría de los sujetos que justifican su valoración positiva citan uno de los aspectos tratados en ella, incidiendo en mayor medida en el respeto por las diferencias personales que en la valoración de las mismas (Tabla 11). Sólo 4 mencionan ambos aspectos.

– Categoría **a**. *Es necesario tratar estos conceptos para que aprendan que existe gran diversidad entre las sociedades y la valoren (p. 38).*

– Categoría **b**. *Esta actividad tiene una clara inclinación multidisciplinar y transmite valores y actitudes totalmente necesarios para vivir en democracia respetando las diferencias (p. 28).*

Otras justificaciones, bastante mayoritarias, correspondientes sobre todo al profesorado de primaria en formación, se centran en la pertinencia de abordar la relación entre la diversidad biológica y la cultural.

– Categoría **c**. *Es importante que los alumnos trasladen los conceptos que aprenden, como el de diversidad biológica, a la sociedad actual (p. 55).*

ANÁLISIS DE RESULTADOS. DISCUSIÓN

En términos generales, a la luz de los resultados, se puede afirmar que el profesorado valora positivamente los aspectos tratados en las actividades presentadas, siendo los docentes en ejercicio ligeramente más críticos con algunas de ellas que los futuros profesores. Un análisis más detallado en este sentido muestra que no siempre existe sintonía entre los dos colectivos, pues las actividades más cuestionadas por el grupo de profesionales de primaria (6 y 7) son precisamente las más valoradas por el de alumnos de magisterio, ocurriendo lo mismo con el profesorado de secundaria en el caso de la actividad 3. Estos resultados son difíciles de interpretar, sobre todo en el caso de las actividades 6 y 7, dado que los docentes en ejercicio apenas justificaron su opinión. Quizás, esa falta de sintonía entre el profesorado de primaria en estas actividades pueda responder a que en ella se tratan aspectos más novedosos (importancia de la diversidad biológica; la valoración de la diversidad en las sociedades humanas), que suelen ser mejor acogidos por los profesores noveles que por los veteranos. Estos últimos, a menudo, expresan opiniones más tradicionales, aunque su acción docente pueda resultar más innovadora (Martínez Aznar et al., 2002). Por otra parte, las críticas a la actividad 3 deben ser tomadas en consideración, dado que algunas han sido justificadas, centrándose las opiniones en la escasa importancia y/o en la inoportunidad de incluir el estudio de la fecundación en animales. Estas críticas resultan comprensibles, porque la secuencia de actividades está muy orientada a la relación que existe entre el tipo de reproducción, la diversidad/uniformidad que genera en la descendencia y las consecuencias biológicas de la diversidad a un nivel muy elemental. En este contexto, el estudio de los tipos de fecundación en animales y su adaptación al medio puede resultar colateral, e incluso restrictivo, al no ir acompañado de su tratamiento en vegetales, que resultaría igualmente importante.

Tabla 11
Razones utilizadas por los profesores para justificar la pertinencia de los aspectos tratados en la actividad 7.

CATEGORÍAS		Pro. en formación		Pro. en ejercicio		Total n = 45
		EP n = 17	ESO n = 21	EP n = 3	ESO n = 4	
Asociadas a objetivos	a. Valorar las diferencias entre personas	5	8 ⁽¹⁾	2	1	16 35,6%
	b. Respetar las diferencias personales...	4	17 ⁽¹⁾		2	23 51,1%
Otras	c. Permite relacionar la variabilidad biológica y cultural	10	3		1	14 31,1%
	d. Favorece la interdisciplinariedad			1		1 2,2%

n = Profesores de cada grupo que valoran positivamente la actividad.
(1) 4 profesores citan los dos aspectos asociados a objetivos.

Si bien las opiniones críticas del profesorado respecto a los aspectos tratados en las actividades, respondieron a enunciados genéricos, las positivas se justificaron en mayor medida, siendo más concretas las del profesorado en formación que las de los profesionales. Quizás, esta diferencia responda a que la realización del análisis de los materiales se ha llevado a cabo en una situación diferente en ambos colectivos: formativa en el primer caso y compromiso voluntario y anónimo en el segundo. En cualquier caso, la concreción resulta menor de lo deseable, a pesar de haber indicado a los participantes que la justificación de sus opiniones sería importante para este trabajo.

El análisis de las justificaciones no genéricas, aun no siendo muy abundantes, muestra que el profesorado valora específicamente los aspectos tratados en la mayoría de las actividades. Esto, inicialmente, nos sugiere que tanto el planteamiento de las mismas como las notas para el profesor han resultado claras, aunque encontramos excepciones. Concretamente, en la actividad 4 son pocos los profesores que reconocen específicamente el valor educativo de sus objetivos. Posiblemente, la mayor utilización de justificaciones más generales, centradas simplemente en la conveniencia de tratar la reproducción sexual también en vegetales, responda a que se considere innecesario reiterar la misma valoración realizada en una actividad similar dirigida a animales (n.º 2). Este uso de justificaciones más generales también explicaría que el profesorado, en términos relativos, haya mencionado aquí en menor medida una de las ideas que hemos considerado clave en ambas actividades (la reproducción sexual produce diversidad en la descendencia). Sin embargo, la importancia concedida al objetivo clave de la actividad 5, dirigida a la reproducción asexual de las plantas, que, en coherencia con las anteriores, trata la uniformidad de la descendencia, es todavía menor. Todo ello nos induce a pensar que el profesorado, especialmente el del grupo de primaria en ejercicio, que nunca se refiere a la diversidad/uniformidad de la descendencia en vegetales, no ha percibido que en estas tres actividades se trabaja una problemática similar. Además, un análisis individualizado, circunscrito a ellas dada su similitud, justificaría lo indicado, pues sólo tres sujetos se refirieron a este aspecto clave en las tres actividades. Por otra parte, la actividad 6 también puede considerarse una excepción, pues un número considerable de profesores que la valoran positivamente tampoco se refieren a su objetivo, o lo hacen de forma limitada, al señalar la importancia de la diversidad para la supervivencia, sin relacionarla con la reproducción, a pesar de su relevancia (Andersson y Wallin, 2006; Driver et al., 1999).

Con relación a las dificultades que encierran los aspectos tratados en las actividades, cabe señalar que el profesorado las detecta y establece diferencias entre ellos. Concretamente los aspectos que se abordan en la actividad 7 (reflexión y valoración de las diferencias personales, culturales...) se perciben como más sencillos, lo que nos induce a pensar que los temas, asociados a las opiniones, actitudes y comportamiento, a los que, como hemos señalado, se les otorga menor importancia, por parte de los docentes en ejercicio, se consideran más sencillos

por todos los grupos, aunque realmente no lo sean tanto, pues las opiniones personales se construyen a partir de múltiples influencias e indudablemente son resistentes al cambio. Por otra parte, los aspectos incluidos en la actividad 5, dirigida a la reproducción asexual de vegetales, también se consideran más sencillos que los de otras actividades, concretamente que los relativos a la reproducción sexual de estos organismos, lo que resulta coherente con la investigación, que evidencia este particular, tanto en lo referente al aprendizaje (Wood-Robinson, 1994; Driver et al., 1999), como a la construcción histórica del conocimiento (Giordan, 1988).

Respecto a la detección de dificultades, también se ha observado que los docentes en formación aprecian más problemas que sus homólogos profesionales. Esto quizás responda a que los primeros están más sensibilizados por el aprendizaje de sus hipotéticos alumnos, sintiéndose más inseguros a la hora de conseguir los resultados, o están influenciados por el estudio de las ideas previas en temas precedentes. Por el contrario, la experiencia directa de los docentes en ejercicio puede generar una visión más realista de las dificultades de los jóvenes. Sin embargo, nos encontramos con una excepción en la actividad 6, en el caso del profesorado de primaria, pues son pocos los estudiantes de magisterio que detectan dificultades, mientras sus homólogos en ejercicio la consideran una de las actividades más difíciles. Cabe señalar que el análisis de los resultados no nos facilita la interpretación de esta excepción, debido a que los profesionales expresaron la dificultad de forma genérica o no asociada al objetivo de la actividad. En cualquier caso, tanto la falta de percepción de la dificultad, como la falta de especificación, resultan preocupantes, pues el aspecto clave que se trata demanda un nivel de abstracción alto para los niños de primaria. Éstos no sólo tienen que entender que la reproducción sexual produce variabilidad, sino que además deben superar la idea de individuo en un medio estático y pasar a la de población en un medio cambiante.

También en esta ocasión, los profesores en formación justifican más las dificultades que los docentes en ejercicio, aunque generalmente en ambos colectivos la concreción de las dificultades de los aspectos tratados en las actividades fue superior a la justificación de su valoración. Esto nos sugiere que el profesorado quizás esté menos preocupado/acostumbrado a reflexionar/opinar sobre el valor educativo de los contenidos, definidos por los currículos oficiales e interpretados por los textos, que sobre dificultades de su aprendizaje (García Barros y Martínez Losada, 2001).

El análisis de las concreciones de las dificultades, aun siendo poco abundantes y correspondiendo mayoritariamente al colectivo de profesores en formación, nos permiten apreciar ciertas tendencias. Nos referimos concretamente a que, en la mayoría de las actividades, las dificultades no sólo se centran en sus aspectos clave, sino en otros que exceden sus intenciones. En este sentido, el profesorado en general, pero muy especialmente los futuros docentes de secundaria, en las actividades dirigidas a la reproducción sexual de animales y vegetales (n.ºs 2 y 4), hacen hincapié en la dificultad de introducir

conceptos a nivel microscópico, como gen, ADN, etc., cuando en las notas de ambas se recomienda específicamente que la diversidad de la descendencia se interprete a partir de la transmisión de un «*material*» generado por cada progenitor, no siendo necesario profundizar en las características del mismo a nivel microscópico. Esta preocupación por el nivel microscópico también se extrapola a la actividad dirigida a la reproducción asexual de vegetales, aunque en su nota se recomiende realizar un tratamiento similar a las anteriores. Independientemente de lo indicado, el profesorado también percibe problemas en los propios objetivos de estas actividades y establece diferencias entre ellas, pues señala comparativamente más dificultades en la captación de la diversidad en la descendencia en reproducción sexual de vegetales que de animales, aspecto éste que resulta coherente con las dificultades mostradas por el alumnado de entre 12-14 años (García Barros y Martínez Losada, 2007).

En la misma línea que en las actividades precedentes, en la 6 también se identificaron dificultades que exceden su objetivo, citándose la evolución o la selección natural, aunque en la nota para el profesor se indica que la intención es relacionar la diversidad de individuos que origina la reproducción sexual en la población con su supervivencia en un medio cambiante. Esta relación constituye una primera aproximación al estudio del valor biológico de la diversidad, en un espacio y tiempo abordable para el alumnado, que va a resultar necesaria para ahondar en conceptos más profundos en los que el profesorado focaliza la dificultad.

CONCLUSIONES. CONSIDERACIONES FINALES

– Los profesores valoran positivamente los aspectos tratados en las actividades analizadas. Sin embargo, sus justificaciones habitualmente son genéricas, sobre todo entre el profesorado en ejercicio, siendo reducidas, en cálculos generales, las referencias a los aspectos clave en la mayoría de las actividades.

– Los profesores detectan dificultades en las actividades y, aunque las concretan en mayor medida, no siempre se centran en los aspectos clave, sino en otros que, estando relacionados, exceden sus intenciones.

Esta falta de concreción, tanto en la valoración como en las dificultades, así como el número reducido de docentes en ejercicio que participaron en el estudio, nos ha impedido realizar comparaciones más profundas entre colectivos. A pesar de ello, los resultados obtenidos pueden servir de referente para profundizar, mediante entrevistas u otros instrumentos de recogida de datos, en las concepciones y decisiones docentes sobre un tema importante como es la reproducción de los seres vivos. Además, nos

han permitido detectar ciertas tendencias sobre el pensamiento docente que pueden resultar de interés para ser tenidas en cuenta en la formación del profesorado.

Una de las tendencias que hemos detectado es la dificultad mostrada por los docentes para identificar las ideas clave tratadas en las actividades. Otra tendencia podría ser la captación de dificultades en conceptos o aspectos, que aun pudiendo estar relacionados con el objetivo de las actividades, lo superan. Esto último posiblemente induzca al profesorado a insistir en dichos aspectos. Así, por ejemplo, podría destacarse más la interpretación microscópica de la reproducción sexual que las características de la descendencia, o la selección natural y la evolución, que la importancia de la variabilidad de la población en un medio en continuo cambio. Lo indicado resulta coherente con el hábito docente de tratar lo complejo y explicativo al «*máximo nivel*», sin detenerse en la enseñanza de los hechos o fenómenos que explica, o la costumbre de evitar el uso de un modelo teórico más sencillo que puede constituir una base para otro más complejo. De hecho, los libros de texto muestran este «*defecto*» en este tema, pues ponen más énfasis en la descripción microscópica del proceso de fecundación, explicando la transmisión de caracteres, que en justificar su relación con la diversidad dentro de las poblaciones y con su importancia biológica.

En definitiva, estas tendencias, que parecen mostrar los profesores para identificar las intenciones educativas de una propuesta de enseñanza, constituyen un toque de atención para la formación docente, tanto inicial como permanente, que debe insistir más en el análisis conceptual, que trasciende tanto al detallado conocimiento aportado por las carreras científicas, como a la rutina educativa. Además, el análisis de materiales tiene un gran valor para sus autores/as, en cuanto permite revisar la selección y organización de conceptos, y la calidad y claridad de las orientaciones para el profesorado, etc. En este sentido, a la luz de los resultados obtenidos, en aquellas actividades en las que los docentes identificaron contenidos que exceden su objetivo, sería necesaria una mayor especificación del nivel de exigencia conceptual de las mismas. Por otra parte, también sería necesario atender a las críticas específicas aportadas por algunos de los participantes. Concretamente, la que se refiere a la inconveniencia de incluir los modos de fecundación en animales y su adaptación al medio, justificada por su falta de contextualización, demanda una mejor orientación para el profesorado. Ésta debería centrarse en la importancia biológica que tiene, tanto para la supervivencia de las poblaciones como para su variabilidad, la existencia de sistemas anatómicos/fisiológicos que permitan la unión de gametos en distintos medios. Además, sería necesario añadir una actividad específica dirigida a vegetales.

Nota: Este trabajo forma parte del proyecto de investigación PGI-DT04PXIB10601PR, financiado por la Xunta de Galicia.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ANDERSSON, B. y WALLIN, A. (2006). On Developing Content-oriented Theories Taking Biological Evolution as an Example. *International Journal of Science Education*, 28(6), pp. 673-695.
- ARZI, H.J. y WHITE, R.T. (2008). Change in Teachers' Knowledge of Subject Matter: a 17-Year Longitudinal Study. *Science Education*, 92(2), pp. 221-251.
- AZCÁRATE, P. y CUESTA, J. (2005). El profesorado novel de secundaria y su práctica. Estudio de un caso en las áreas de Ciencias. *Enseñanza de las Ciencias*, 23(3), pp. 393-402.
- BANET, E. (2007). Finalidades de la educación científica en secundaria. Opinión del profesorado sobre la situación actual. *Enseñanza de las Ciencias*, 25(1), pp. 5-20.
- CAÑAL, P. (2003). ¿Qué investigar sobre los seres vivos? *Investigación en la Escuela*, 51, pp. 27-38.
- CAÑAL, P. (2008). El cuerpo humano: Una perspectiva sistémica. *Alambique*, 58, pp. 8-22.
- COLL, C. y PORLÁN, R. (1998). Alcance y perspectivas de una reforma educativa: La experiencia española. *Investigación en la Escuela*, 36, pp. 5-29.
- DA SILVA, C., MELLADO, V. y PORLÁN, R. (2007). Evolution of the Conceptions of a Secondary Education Biology Teacher: Longitudinal Analysis using Cognitive Maps. *Science Teacher Education*, 91(3), pp. 461-491.
- DE JONG, O., KORTHAGEN, F. y WUBBLES, T. (1998). Research on Science Teacher Education in Europe: Teacher Thinking and Conceptual Change, en Fraser, B.J. y Tobin, K. (eds.). *International Handbook of Science Education*. Dordrecht, Boston, Londres: Kluwer Academic Publishers.
- DE PRO, A. (2006). Perfil de la «Reforma LOGSE» y perfil de uso: Los fundamentos de los proyectos curriculares de Física y Química en centros de secundaria. *Enseñanza de las Ciencias*, 24(3), pp. 337-356.
- DEL CARMEN, L. (2001). Los materiales de desarrollo curricular: Un cambio imprescindible. *Investigación en la Escuela*, 43, pp. 51-56.
- DRIVER, R., SQUIRES, A., RUSHWORTH, P. y WOOD-RBINSON, V. (1999). *Dando sentido a la ciencia en secundaria. Investigaciones sobre las ideas de los niños*. Madrid: Visor.
- FURIÓ, C., CALATAYUD, M.L., GUIASOLA, J. y FURIÓ-GÓMEZ, C. (2005). How are the Concepts and Theories of Acid-Base Reactions Presented? Chemistry in textbooks and as Presented by Teachers. *International Journal of Science Education*, 27(11), pp. 1337-1358.
- FURIÓ, C., VILCHES, A., GUIASOLA, J. y ROMO, V. (2001). Finalidades de la Enseñanza de las Ciencias en la Secundaria Obligatoria. ¿Alfabetización científica o preparación propedéutica? *Enseñanza de las Ciencias*, 19(3), pp. 365-376.
- GARCÍA BARROS, S. y MARTÍNEZ LOSADA, C. (2001). Las ideas de los alumnos del CAP, punto de referencia para reflexionar sobre formación docente. *Revista Interuniversitaria de Formación del Profesorado*, 40, pp. 97-110.
- GARCÍA BARROS, S. y MARTÍNEZ LOSADA, C. (2006). La reproducción: responsable de promover diferencias en la semejanza. *Padres y Maestros*, 303, pp. 23-27.
- GARCÍA BARROS, S. y MARTÍNEZ LOSADA, C. (2007, 21-25 de septiembre). *Pupils' ideas about reproduction in connection with the way it is dealt with in school texts*. Trabajo presentado en ESERA International Conference 2007, Malmö.
- GARCÍA BARROS, S., MARTÍNEZ LOSADA, C., VEGA, P. y MONDELO, M. (2001). The Ideas of Spanish Primary Teachers on how to Develop an Understanding of processes in Science and their Support in Textbooks, en Behrendt, H., Dahncke, H., Duit, R., Gräber, W., Komorek, M., Kross, A. y Reiska, P. (eds.). *Research in Science Education - Past, Present, and Future*, pp. 149-154. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers.
- GARCÍA ROVIRA, M. P. (2005, 7-10 de septiembre de 2005). *Los modelos como organizadores del currículo en Biología*. Trabajo presentado en el VII Congreso Internacional de Enseñanza de las Ciencias, Granada.
- GIL, D., FURIÓ, C. y GAVIDIA, V. (1998). El profesorado y la reforma educativa en España. *Investigación en la Escuela*, 36, pp. 49-64.
- GIORDAN, A. (1988). *Conceptos de Biología* (Vol. II). Barcelona: Labor-MEC.
- GÓMEZ GALINDO, A., SANMARTÍ, N. y PUJOL, J. (2007). Fundamentación teórica y diseño de una unidad didáctica para la enseñanza del modelo ser vivo en la escuela primaria. *Enseñanza de las Ciencias*, 25(3), pp. 325-340.
- HIERREZUELO, J. y otros (1995). *Ciencias de la Naturaleza*. Zaragoza: MEC-Edelvives.
- IZQUIERDO, M. (2005). Hacia una teoría de los contenidos escolares. *Enseñanza de las Ciencias*, 23(1), pp. 111-122.
- IZQUIERDO, M., ESPINET, M., BONIL, J. y PUJOL, R.M. (2004). Ciencia escolar y complejidad. *Investigación en la Escuela*, 53, pp. 21-29.
- KNIPPELS, M. (2002). *Coping with the abstract and complex nature of genetics in biology education. The yo-yo learning and teaching strategy*. Utrecht: Universiteit Utrecht.
- MARTÍNEZ AZNAR, M.M., MARTÍN DEL POZO, R., RODRIGO, M.J., VARELA, M.P., FERNÁNDEZ LOZANO, M.P. y GUERRERO SERÓN, A. (2002). Un estudio comparativo sobre el pensamiento profesional a la «acción docente» de los profesores de Ciencias de educación secundaria. *Enseñanza de las Ciencias*, 20(2), pp. 243-260.
- MARTÍNEZ AZNAR, M.M., MARTÍN DEL POZO, R., RODRIGO VEGA, M., VARELA NIETO, M.P., FERNÁNDEZ LOZANO, M.P. y GUERRERO SERÓN, A. (2001). ¿Qué pensamiento profesional y curricular tienen los futuros profesores de ciencias de secundaria? *Enseñanza de las Ciencias*, 19(1), pp. 67-87.
- MARTÍNEZ GRACIA, M.V., GIL, M.J. y OSADA, J. (2003). Genetic engineering: a matter that requires further refinement in Spanish secondary school textbooks. *International Journal of Science Education*, 25(9), pp. 1148-1168.

- MARTÍNEZ LOSADA, C. y GARCÍA BARROS, S. (2005). Do Spanish secondary school teachers really value different sorts of procedural skills? *International Journal of Science education*, 7(3), pp. 827-854.
- MARTÍNEZ LOSADA, C., GARCÍA BARROS, S. y RIVADULLA, J.C. (2009). Qué saben los/as alumnos/as de Primaria y Secundaria sobre los sistemas materiales. Cómo lo tratan los textos escolares. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 8(1).
- PUJOL, R.M. (2003). *Didáctica de las Ciencias en la Educación Primaria*. Madrid: Síntesis.
- SANMARTÍ, N. (2002). *Didáctica de las ciencias en la Educación Secundaria Obligatoria*. Madrid: Síntesis Educación.
- SANMARTÍ, N. y PUJOL, R.M. (1997). *Ciencias de la Naturaleza*. Barcelona: Praxis.
- VAN DRIEL, J.H., BEIJAARD, D. y VERLOOP, N. (2001). Professional development and reform in science education: The role of teachers' practical knowledge. *Journal of Research in Science Teaching*, 38(2), pp. 137-158.
- VÁZQUEZ BERNAL, B., JIMÉNEZ, R. y MELLADO, V. (2007). La reflexión en profesoras de ciencias experimentales de enseñanza secundaria. Estudio de casos. *Enseñanza de las Ciencias*, 25(1), pp. 73-90.
- WOOD-ROBINSON, C. (1994). Young people' Ideas about inheritance and evolution. *Studies in Science Education*, 24, pp. 29-47.

[Artículo recibido en abril de 2009 y aceptado en abril de 2010]

ANEXO 1

Resumen de actividades

ACTIVIDAD	CUESTIONES	RESUMEN DE LA NOTA PARA EL PROFESOR
1. Los seres vivos se reproducen.	<ul style="list-style-type: none"> • Piensa en cómo se reproducen los siguientes ejemplares: los gatos... Trata de buscar similitudes y diferencias. • Propón una posible clasificación, discútelas en tu grupo. 	Esta actividad servirá para aproximar a los estudiantes, mediante la reflexión y el diálogo, a los modos de reproducción (sexual y asexual). Por ello se proponen ejemplares diversos. El profesor/a debe tener en cuenta los conocimientos del alumnado e intervenir en la identificación del tipo de reproducción de los distintos ejemplares.
2. Los parecidos entre hijos y padres en el reino animal.	<ul style="list-style-type: none"> • ¿Los hijos de los animales que se indicaron en la pregunta anterior son idénticos a sus padres o se parecen sólo en parte? • Discutid esta idea en el grupo y tratad de dar una explicación que justifique vuestras opiniones. 	Se pretende que el alumnado reflexione y perciba las características observables de la descendencia de determinados animales y justifique la causa de las similitudes y diferencias de la descendencia. La profundidad de la justificación será decidida por el docente, en función de la capacidad de abstracción y de los conocimientos del alumnado. Se puede discutir únicamente que los machos y hembras producen un «material»: que transmiten características distintas a la descendencia sin profundizar en dicho material a nivel microscópico.
3. La fecundación en animales en función del medio en el que viven.	<ul style="list-style-type: none"> • ¿Es imprescindible que se apareen los siguientes animales (gato, sardina...) para reproducirse? Buscad información sobre la cantidad de gametos que producen. ¿Cuál es el hábitat de estos animales? • ¿Observáis alguna relación entre estos tres aspectos. ¿A qué conclusión habéis llegado?. 	La actividad promueve la relación que existe entre el tipo de fecundación (interna y externa) y el hábitat de los animales. El profesor/a deberá supervisar la habilidad del alumnado en el uso de los procedimientos empleados (búsqueda de información, establecimiento de relaciones... con objeto de facilitar la comprensión de la idea clave de la actividad.
4. El parecido entre las plantas hijas que nacen de semillas y la planta madre que las produce.	<p><i>Ana, para cultivar alubias de buena calidad, selecciona una mata adecuada, recoge los mejores frutos, los desgrana y escoge las mejores alubias para usarlas en la siembra.</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • ¿Las nuevas matas que nazcan serán diferentes o exactas a la que seleccionó inicialmente? • Tratad de dar una respuesta explicativa, pero antes de contestar conviene que penséis en cómo se forman las semillas. 	Se pretende que el alumno aplique a los vegetales sus conocimientos sobre reproducción sexual, deduciendo que, al igual que en animales, la descendencia es similar y no idéntica. El profesor/a debe recordar el proceso de formación de la semilla, destacando que la flor posee órganos masculinos y/o femeninos que producen un «material» que se une originando las semillas. La profundidad de este particular será similar a la actividad 2.
5. El parecido entre la planta que nace de un esqueje y la planta de la que proviene éste.	<p><i>Ana, si quiere tener nuevos geranios hijos de una planta determinada, corta varias ramitas, las deja en agua y cuando salen raíces las planta.</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • ¿Los nuevos geranios pueden tener flores de distinto color al de la planta madre? • Discutid en el grupo y comparad este tipo de reproducción con la reproducción por semillas. 	Se estudia la reproducción asexual que, por el contrario, genera organismos idénticos. En coherencia con las actividades precedentes, se debe destacar la diferencia con la reproducción sexual: aquí no se ha producido la unión de «material» alguno perteneciente a individuos diferentes.
6. La diversidad de la descendencia es un valor biológico.	<ul style="list-style-type: none"> • ¿Pensáis que el hecho de que existan individuos diferentes en una especie resulta favorable para su supervivencia? 	Se introduce la interpretación del éxito evolutivo de la reproducción sexual como generadora de variabilidad biológica. No se pretende profundizar en la selección natural. Sólo se intenta poner las bases de la importancia que tiene la diversidad que origina la reproducción sexual para la supervivencia de una población en un medio cambiante. Se sugieren ejemplos para facilitar la comprensión.
7. La diversidad también existe en las sociedades humanas.	<p><i>Los seres humanos somos racionales y disponemos de una organización social, pero hay multitud de hombres y mujeres diferentes: en el aspecto físico, la cultura, las creencias, las opiniones, los gustos...</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • ¿Cómo valoras esa diversidad? Plasma tus ideas personales por escrito y después discútelas con el grupo. 	Se amplía la idea de diversidad al ámbito cultural, social... El profesorado debe estimular el diálogo y favorecer el pensamiento divergente y argumentado, el espíritu crítico, el respeto de las distintas creencias... Además, se debe transmitir el valor de la diversidad en cuanto a que es una fuente de creatividad, promueve respeto mutuo...

Nota: En las distintas tablas de resultados se sintetizan los objetivos de cada una de las actividades.

How do practising teachers and teachers in training value activities aimed at studying sexual reproduction in compulsory education in Spain?

GARCÍA BARROS, SUSANA y MARTÍNEZ LOSADA, CRISTINA

Universidade da Coruña

susg@udc.es

cmarl@udc.es

Summary

This paper tries to find out how primary and secondary schoolteachers, both practicing and in training, assess the conceptual content included in a sequence of activities for the study of reproduction. The paper also aims to find out what difficulties the teacher encounters in these contents.

The theoretical framework performs a scientific/didactic analyse of reproduction. This is considered a vital function related to other functions of living beings, which can appear in two different forms (sexual and asexual reproduction). Both are to be shown in a balanced way from the descriptive sphere (asexual reproduction produces uniformity, whilst sexual reproduction produces diversity) and from the explanatory sphere. Thus, enabling the understanding of the reasons for their differences (microscopic interpretation). The biological value of these two forms of reproduction is also to be dealt with from an explanatory point of view.

71 teachers have taken part in this study (19 primary school and 30 secondary school trainee teachers, as well as 9 practicing teachers from the last cycle of primary school and 13 from the first cycle of secondary school).

Teachers appreciate the educational interest and the difficulty of the aspects dealt with in the activities included in a teaching sequence, expressing their opinions in writing. The sequence consists of seven activities. These activities aim to teach students that sexual and asexual reproduction of animals and plants provoke different and similar organisms respectively. These activities are also designed to explain the difference between both forms of reproduction. In addition, one of the activities aims to explain the importance of diversity within a population in the changing environment. Each activity includes a remark for the teacher explaining its goals and didactic recommendations.

Results show that over 70% of the different groups of teachers assess the activities in a positive way. Practising teachers are more critical than trainee teachers, especially with regards to an activity aimed at analysing the biological value of sexual reproduction. As far as the difficulties are concerned, trainee teachers identify more difficulties than practising teachers in all activities, except the one mentioned above.

The assessments from trainee teachers are more detailed than those from practising teachers, which are more general. Trainee teachers also give more details about the difficulties they encounter than their colleagues.

Reasoned assessments of the activities, though not very numerous, show that teachers refer to the key issues addressed by them. This suggests that both the approach of the activities and the notes for the teachers happen to be clear. Nonetheless, there are exceptions mainly in the case of the two activities aimed at sexual and asexual reproduction in vegetables. Less than half of those teachers that issued a positive assessment refer to their key ideas (to understand that sexual reproduction produces different organisms and that the parents transmit characters to their descendants, and to understand that asexual reproduction produces uniform descendants).

The analysis of the specific difficulties encountered by the teachers show that they refer to the key ideas of the activities. Sometimes, however, some aspects are mentioned that exceed their goal. To be more precise, secondary school trainee teachers recognise the difficulty in concepts such as genes, DNA, etc. in activities focused on animal and plant sexual reproduction, when the teacher's notes specifically recommend not to go into depth with the microscopic features of the *material* transmitted through reproduction. Likewise, in the activity aimed at appreciating the biological value of diversity produced by sexual reproduction some concepts are mentioned such as evolution and natural selection, which exceed their goal, focusing on the analysis of diversity in an achievable time and space framework for the students.

Conclusion

– Teachers positively value the issues dealt within the analysed activities, but their reasoning is usually too general. Anyway, specific reasoning for most of the activities refers to key aspects dealt within them.

– Teachers detect difficulties in the activities and even though they specify these difficulties to a certain extent, they sometimes fail to focus on the key aspect, concentrating on others instead. These other keys may be related, but they go beyond the teachers' intentions

This is consistent with the teaching habit of performing superficial analyses and choosing contents related to a high-level theoretical framework instead of applying a simpler explanatory model which could work as a foundation for a more complex one. This is why we consider that the teacher training should concentrate more on the critical analysis of didactic proposals, so as to promote didactic change and professional development.

