

Concepciones previas de futuros docentes sobre categorización animal: animales acuáticos

Rosario Melero-Alcíbar y Purificación Gamarra

Centro Superior de Estudios Universitarios La Salle. Madrid. Emails: charibio@lasallecampus.es , p.gamarra@lasallecampus.es

Resumen: Este estudio analiza las concepciones o ideas previas que muestran los futuros maestros de Educación Infantil y Primaria sobre peces, y su habilidad para clasificarlos y categorizarlos. Los participantes fueron un total de 75 alumnos de edades comprendidas entre 19 y 42 años, matriculados en un centro de formación docente del noroeste de la Comunidad de Madrid. Cada uno de los alumnos cumplimentó un pequeño cuestionario de 4 preguntas abiertas relacionadas con un total de 9 fotografías de animales adaptados a la vida acuática; 6 de esas fotografías representaban peces y 5 a varios mamíferos o aves adaptados a la vida acuática. Los resultados revelan las dificultades que muestran los futuros maestros de educación infantil y primaria respecto a la taxonomía animal, categorizando, en un alto porcentaje de casos, mediante criterios de locomoción o hábitat y no mediante razones científicas. Se aportan algunas sugerencias metodológicas desde la perspectiva de la enseñanza de las ciencias.

Palabras clave: concepciones previas, animales acuáticos, clasificación animal, estudiantes universitarios de magisterio.

Title: Animal categorization in the teachers' formation: aquatic animals.

Abstract: The current study analyses the conceptions and previous ideas that future early years and primary education teachers have about fish and their ability to classify and categorise them. A total of 75 students, aged 19-42 years, were recruited from a Teaching School in the North West of Madrid. Each student completed a small questionnaire with 4 opened questions related to 9 pictures of animals adapted for aquatic life; 6 representing fish and 5 representing mammals or birds adapted to aquatic life. Our results revealed the difficulties that future early years and primary education teachers have in regard to animal taxonomy. Students categorised these animals according to locomotion or habitat criteria instead of scientific criteria. Some methodological suggestions are proposed from the perspective of the education of science.

Keywords: alternative conceptions, aquatic animals, animal classification, teacher-training students.

Introducción

Diferentes estudios han mostrado que los niños de los primeros niveles de educación tienen sus propias concepciones respecto al entorno que les rodea (Inagaki y Hatano, 2006; Prokop, Kubiak y Fančovičová, 2007;

Prokop, Usask, Özel y Fančovičová, 2009; Shepardson, Wee, Priddy, Schellenberger y Harbor, 2007) sobre su evolución (Cañal, 2009; Evans, 2000) y sobre sí mismos (Bahar, Ozel, Prokop y Usak, 2008; García-Barros, Martínez y Garrido, 2011; Texeira, 2000; Zoldosova & Prokop, 2007), siendo capaces desde edades muy tempranas de categorizar los diferentes elementos del entorno asociándolos por características que los relaciona. La categorización más simple (Nguyen y Murphy, 2003) sería la que asocia elementos que pueden ser afines como pez-agua que siempre aparecen juntos aunque realmente no compartan ninguna característica común; o las categorizaciones que están formadas por elementos que tienen una función común por ejemplo, pescado y ensalada tendrían la categorización de cena, si esos elementos son experimentados por los niños siempre en periodos de cena y de forma conjunta. Un nivel superior de categorización sería la asociación abstracta de elementos organizados jerárquicamente: ser vivo-animal-vertebrado-pezu, a partir de propiedades que a menudo no son morfológicas ni de utilidad como en los casos anteriores (Nguyen y Murphy, 2003).

Estas concepciones sobre los fenómenos del medio natural pueden ser en alguno de los casos diferentes a las que son aceptadas por la comunidad científica en su forma o en un su modo y han sido denominadas misconcepciones (Kubiatko y Prokop, 2009; Thompson y Logue, 2006). Las misconcepciones no son errores de concepto, responden realmente a una interpretación de fenómenos, hechos o situaciones que acontecen en el entorno natural del observador, que carece de toda la información para realizar el análisis global de lo observado y por lo tanto en muchos casos las conclusiones difieren en mayor o menos medida de lo que la ciencia establecida y aceptada explica.

Fundamentación teórica

Las investigaciones sobre misconcepciones se han realizado en diferentes áreas de estudio del entorno natural, tanto en plantas donde la mayoría de los trabajos centran la atención sobre los sistemas de nutrición (Astudillo y Gene, 1984; Ozay y Oztas, 2003; Charrier, Cañal y Rodrigo, 2006; Cokadar, 2012) como en animales, relacionadas con las clasificaciones o categorizaciones que se han definido como taxonómicas (Cardak, 2009; Chen y Ku, 1998; Kubiatko y Prokop, 2007; Prokop et al., 2009).

Dentro del mundo animal se ha descrito cómo los niños categorizan y clasifican utilizando rasgos de locomoción y hábitat (Kattmann, 2001; Prokop et al., 2009; Tunnicliffe y Reiss, 1999; Tunnicliffe, Gatt, Agius y Pizzuto, 2008; Yen, Yao y Chiu, 2004) por lo que es fácil explicar por qué los niños consideran peces a aquellos animales que son acuáticos y que tienen una forma de "pez", forma ahusada derivada de la adaptación a la natación rápida. De esta manera dentro de la categorización de pez se podrían incluir: delfines, focas o pingüinos que están adaptados a ese sistema de natación y tienen una forma anatómica "aguadinámica".... Y no serían peces aquellos que por su adaptación al medio sus estructuras anatómicas no han evolucionado hacia esa morfología: caballito de mar (*Hippocampus* sp), por ejemplo.

En un primer acercamiento a las misconcepciones podría parecer que son únicamente los escolares de los niveles básicos de la educación los que más ideas o concepciones previas de este tipo podrían manejar, si bien es cierto que son frecuentemente descritas en niveles de educación infantil y primaria también se han descrito en niveles superiores de educación incluso a niveles universitarios (Aguilar, Maturano y Núñez, 2007; Astudillo y Gene, 1984; Bahar, Ozel, Prokop y Usak, 2008; Cardak, 2009; Cokadar, 2012; Kose, 2008; Urones, Vacas y Sánchez-Barbudo, 2010). Lo que está claro es que estas interpretaciones son duraderas en el tiempo y resistentes a los procesos de enseñanza y aprendizaje tradicionales.

Este fenómeno de resistencia puede ser explicado desde el punto de vista del propio conocimiento y las formas de procesamiento mental del aprendizaje en el que los conocimientos son difícilmente sustituibles por los nuevos, pero no podemos olvidar que los propios formadores pueden manejar estas misconcepciones como conocimientos y carecer de las herramientas para modificarlas y ajustar el conocimiento al aceptado científicamente (Garrido, García y Martínez, 2009; Hatano y Inagaki, 1997; Köse, 2008; Urones et al., 2010). En este sentido Tonetti (2008) explica que en la mayoría de las ocasiones son los propios profesores los que ofrecen informaciones equivocadas a los niños, los que conjuntamente con los textos que aparecen en los libros especialmente diseñados para los primeros niveles educativos, con lenguajes finalistas y antropomórficos, generan confusiones favoreciendo el mantenimiento de estas concepciones equivocadas; recientemente Lemma (2013) asegura que en un porcentaje muy alto son los profesores los responsables de las misconcepciones de sus alumnos.

El propósito de este estudio fue investigar las concepciones o ideas previas que muestran los futuros maestros de Educación Infantil y Primaria, sobre peces y la habilidad para clasificarlos y categorizarlos.

Contexto y metodología

Teniendo presente que nuestro objetivo era conocer las ideas previas de futuros maestros sobre el concepto de "pez", se plantearon dos preguntas básicas de investigación en el trabajo:

- ¿Son los estudiantes capaces de categorizar el concepto de pez y diferenciarlo de otros animales que están anatómicamente adaptados a sistema de locomoción acuática similares?
- ¿En qué se basan los estudiantes de magisterio para realizar la categorización de estos animales?

Para ello utilizaremos fotografías de peces de diferentes formas, por lo tanto, adaptados a diferentes entornos y de animales con morfologías adaptadas a la natación rápida, además de un pequeño cuestionario de respuestas abiertas.

Participantes

Un total de 75 alumnos pertenecientes a dos diferentes especialidades de la formación del profesorado: 25 alumnos de Educación Infantil con edades comprendidas entre 20 y 27 años (moda: 21 años; 3º curso del grado

universitario) y 50 alumnos de Educación Primaria, con edades comprendidas entre 19 y 42 años (moda: 19 años; 2º curso del grado universitario). Todos los estudiantes cursan sus estudios en el Centro Superior de Estudios Universitarios La Salle (Madrid). En la literatura consultada para la realización de este trabajo (Prokop et al., 2007; Bahar et al., 2008) no se encontraron diferencias entre géneros, por lo que en este trabajo no se tienen en cuenta las diferencias entre chicos y chicas.

La investigación se llevó a cabo al comienzo del bloque de contenidos de animales, incluido dentro de la asignatura conocimiento del medio natural en ambas especializaciones del magisterio.

A cada uno de los grupos se les pidió colaboración para realizar un pequeño test de cuatro preguntas de respuesta abierta sobre animales basados en unas fotografías, informándoles de la libertad para no completarlo o no, y contestándolo con la primera idea que les viniera a la cabeza.

Instrumento y análisis del instrumento

El instrumento utilizado para la recogida de datos consistía en un cuestionario de respuestas abiertas asociado a cada una de las fotografías en donde los participantes respondían a las siguientes preguntas: ¿Qué animal aparece en la fotografía?, ¿Por qué crees que es ese animal?, ¿Cómo crees que respira ese animal? y ¿Cómo tiene la piel ese animal? Las dos primeras preguntas se relacionan con el reconocimiento del animal; las dos últimas se refieren a características fisiológicas de cada grupo: branquias y escamas en peces, pulmones y pelos o plumas en mamíferos o aves.

Las fotografías que conforman nuestro instrumento de trabajo fueron seleccionadas por las autoras basándose en criterios morfológicos de los diferentes animales representados en donde se apreciara acciones de actividad natatoria. Todas las imágenes han sido seleccionadas de las disponibles libres que se pueden encontrar en internet (ver Anexo):

a) 6 fotografías que representaban peces con diferencias morfológicas entre ellos: tiburón (*Prionace glauca*), sardina (*Sardina pilchardus*), pez payaso (*Amphiprion* sp.), lenguado (*Solea Solea*), anguila (*Anguilla anguilla*) y caballito de mar (*Hippocampus* sp.).

b) 5 fotografías de otros animales con "forma de pez": delfín (*Tursiops truncatus*), ballena (*Megaptera novaeangliae*) foca (*Phoca vitulina*), pingüino (*Pygoscelis papua*), ornitorrinco (*Ornithorhynchus anatinus*),

Antes de empezar el test se fijó un tiempo máximo de realización de 20 minutos para cumplimentar el cuestionario.

Para el análisis de los datos recogidos a partir de las respuestas de los estudiantes se utilizará una categorización simple basada en acierto=1 y error=0 para el reconocimiento general de animal representado en la fotografía, y de 4 ítems para las razones de su decisión: 0= no sabe, no contesta, 1= conocimiento del animal, 2= alude a razones taxonómicas; 3=otras características anatómicas como la forma, el aspecto o el color.

Todos los datos de los cuestionarios fueron volcados en una hoja de cálculo Excel, que facilitaría la obtención de los estadísticos descriptivos básicos.

Resultados

El análisis de las respuestas ofrecidas por los estudiantes en el cuestionario, ha sido dividida en dos partes, por un lado, aquellas respuestas que corresponderían con las dos primeras preguntas del cuestionario, relacionadas con la categorización animal y por el otro lado, las dos últimas preguntas que estaban relacionadas con las características morfofisiológicas de cada uno de los grupos animales mostrados.

Categorización de peces

El resumen de los datos obtenidos en el análisis de las dos primeras cuestiones planteadas en nuestro instrumento se representa en la Tabla 1:

		anguila	lenguado	caballito de mar	pez payaso	sardina	tiburón	ornitorrinco	ballena	delfín	foca	pingüino
GRADO EI	aciertos	9	9	25	25	24	25	14	22	25	24	25
	errores	16	16	0	0	1	0	11	3	0	1	0
GRADO EP	aciertos	43	42	50	50	41	50	50	48	50	49	50
	errores	7	8	0	0	9	0	0	2	0	1	1
TOTALES	aciertos	52	51	75	75	65	75	64	70	75	73	75
	errores	23	24	0	0	10	0	11	5	0	2	0

Tabla 1.- Respuestas acertadas o erróneas en la identificación de los animales mostrados en las fotografías.

La mayoría de los estudiantes identificaron correctamente a los animales representados en las fotografías (Figura 1).

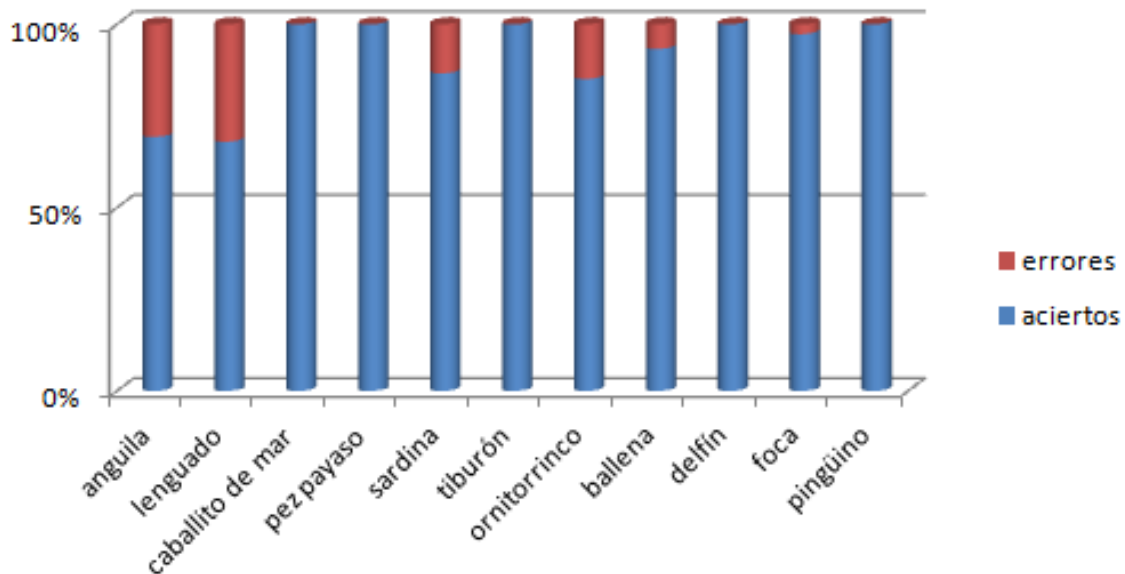


Figura 1.- Porcentaje de respuestas acertadas o erróneas en la identificación de los animales mostrados en las fotografías.

Al relacionar las medias de identificaciones correctas en peces y el resto de los animales mostrados, los resultados son muy similares aunque ligeramente superiores para los peces (0,52 y 0,47 respectivamente). Estos resultados podrían significar que los alumnos tienen una mayor seguridad a la hora de categorizar los peces por su adaptación a la natación, siendo el hábitat y la locomoción los criterios fundamentales en estas categorizaciones, como ya han concluido otros autores (Chen & Ku, 1998; Kattmann, 2001; Prokop, Kubiak & Fančovičová, 2007).

Las mayores dificultades de reconocimiento se produjeron en las identificaciones de la anguila (30% error de identificación), el lenguado (32% error de identificación), el ornitorrinco (14,6% error de identificación) y la sardina (13,3% error de identificación).

Estos errores tienen que ver con el parecido morfológico del animal representado, así por ejemplo, la anguila ha sido frecuentemente confundida con la morena, la sardina con peces típicamente de acuario y el lenguado con mantas marinas. Diferente es el caso del ornitorrinco, que ha sido identificado como pato, pez-pato o castor, éste último anatómicamente similar.

Es destacable que el caballito de mar, el pez payaso, el tiburón, el delfín y el pingüino fueron identificados correctamente por el 100% de los alumnos encuestados.

Para completar el análisis de los resultados se aplicó un test estadístico tipo Chi-cuadrado de comparación de variables resultando no significativo ($\chi^2=0,21$ [10gl, $p \geq 0,05$]) lo que implica que el reconocimiento y la

identificación de los animales mostrados en las fotografías es independiente del grado universitario que estuvieran cursando los alumnos.

Al analizar las razones por las que los alumnos habían identificado al animal mostrado en la fotografía los resultados muestran una diferencia significativa ($\chi^2=8,40$ [3gl, $p \geq 0,05$]) entre los estudiantes del grado de Infantil y de Primaria; los resultados se muestran en las Figuras 2 y 3.

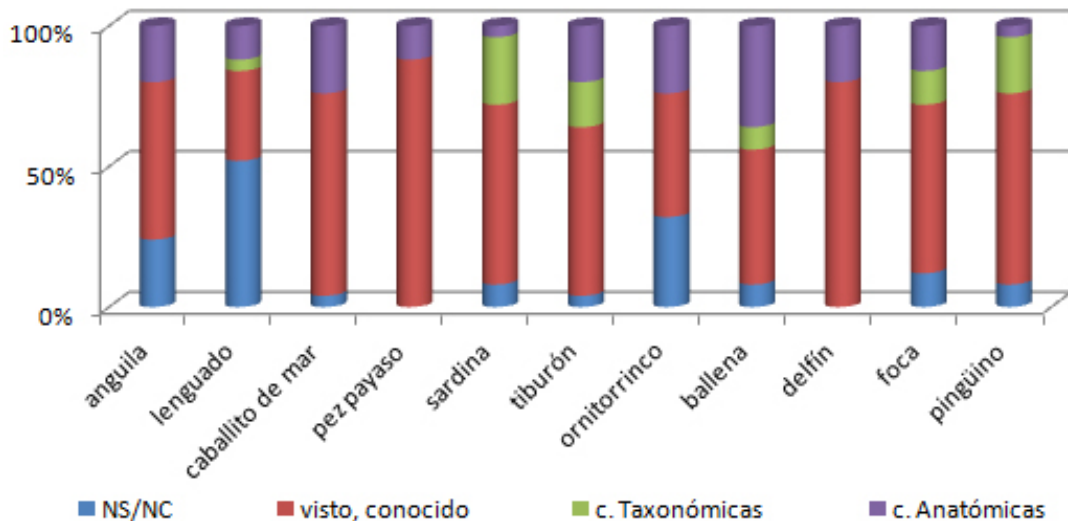


Figura 2.- Porcentaje de razones aludidas por los alumnos del grado de Infantil para la identificación de los animales mostrados en las fotografías.

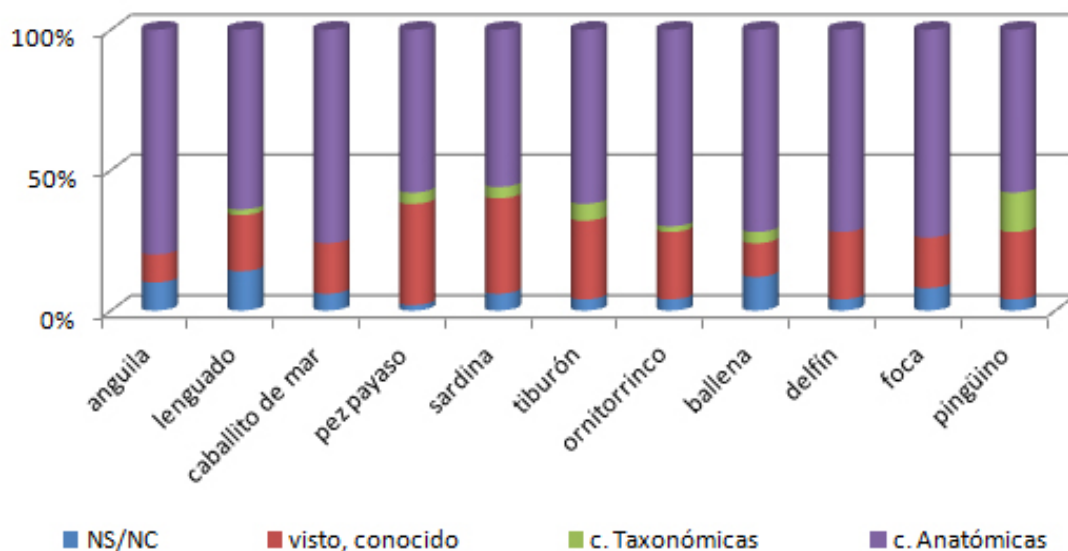


Figura 3.- Porcentaje de razones aludidas por los alumnos del grado de Primaria para la identificación de los animales mostrados en las fotografías.

Como se puede apreciar en las figuras, los alumnos del grado de Infantil aluden a un conocimiento personal como la razón mayoritaria para la identificación del animal (61,1%), seguido por otras razones como la forma, el tamaño o los colores del cuerpo (17,6%), y sólo un 7,6% aludieron a características taxonómicas como aletas o pico en el caso del pingüino); es

destacable que el 13,8 % de los alumnos encuestados no contestaron razón alguna que explicase la identificación del animal.

En la mayoría de los casos, las respuestas de estos alumnos tenía que ver con películas infantiles, sobre todo en el pez payaso, el ornitorrinco o el pingüino.

En el caso de los alumnos del grado de Primaria la razón mayoritariamente aludida fue la forma o las características propias del animal como la forma del pico, el tamaño, o los colores (67,5%), seguida por razones de conocimiento (22,5%); únicamente el 3,3 de los alumnos encuestados dieron razones taxonómicas como las alas de los pingüinos adaptadas a la natación o las escamas y/o las branquias en los peces. En este caso el 6,7% no contestaron a la cuestión planteada.

En los procesos de socialización y aprendizaje los niños aprenden las características mediante categorizaciones puntuales de los elementos del entorno, normalmente representado por un concepto cerrado, a partir de esta categorización, en el proceso de instrucción se van añadiendo elementos nuevos, pero no relacionados entre ellos (Gutiérrez, 1996).

Por ejemplo "el tiburón es un pez", sería el primero de los elementos, al que se le añadirían "el lenguado es un pez", "la sardina es un pez",...pero no se relacionan entre ellos. Los niños así, van aumentando la lista de peces conocidos según van conociendo nuevos animales representados por esa categoría biológica, no produciéndose una generalización del concepto de pez hasta avanzados niveles de conocimiento; y no siempre, como muestran los resultados obtenidos en este trabajo.

Es por tanto la experiencia personal y directa sobre las unidades biológicas de los alumnos la que incide en la capacidad de identificar uno u otro de los animales mostrados en las fotografías, independientemente de la instrucción educativa que hayan recibido (Cardak, 2009; Kubiak y Prokop, 2007; Tunnicliffe y Reiss, 1999; Zoldosova y Prokop, 2007); así, razones como "lo he visto en el zoo"; "lo he comido en casa"; "porque tiene la forma o el aspecto de..." indicarían que los alumnos han incorporado esas unidades biológicas a su estructura cognitiva de forma independiente sin relacionar otros factores importantes como las características esenciales que las relacionan o las adaptaciones al medio de algunas de ellas, que sin duda han sido tratadas a lo largo del periodo educativo previo a los estudios de grado universitario.

Características morfofisiológicas

Para el análisis de los datos recogidos a partir de las respuestas a las dos últimas preguntas de los estudiantes (relacionadas en este caso con la respiración y con la piel del animal), se utilizó el mismo sistema de valoración descrito anteriormente, en este caso se consideró la respuesta no contestada=0, el error=1 para cualquier respuesta que no indicase branquias, pulmones o escamas, plumas o pelo, al considerar la segunda de las preguntas; el acierto se cuantificaba =2.

La tercera de las preguntas del cuestionario abierto hacía referencia al tipo de respiración que tenía el animal mostrado en la fotografía; al realizar la prueba estadística de Chi-cuadrado de comparación entre las respuestas

obtenidas de los alumnos del grado de infantil y primaria, el resultado fue no significativo ($\chi^2=1,4$ [2gl, $p \geq 0,05$]) por lo que el análisis de las respuestas se trata de forma global, indicando algunas peculiaridades de cada grupo en el caso necesario.

Los resultados obtenidos (Tabla 2 y Figura 4) muestran que un 87,2% de las respuestas fueron correctas, es decir que la mayoría de los alumnos fueron capaces de identificar correctamente el tipo de respiración de los animales mostrados en las diferentes fotografías.

Respiración	Grado de EI	Grado de EP	Total
NS/NC	53	18	71
errónea	41	31	72
acertada	181	501	682
Total	275	550	825

Tabla 2.- Respuestas acertadas o erróneas en la caracterización fisiológica de los peces (respiración branquial) de los animales mostrados en las fotografías.

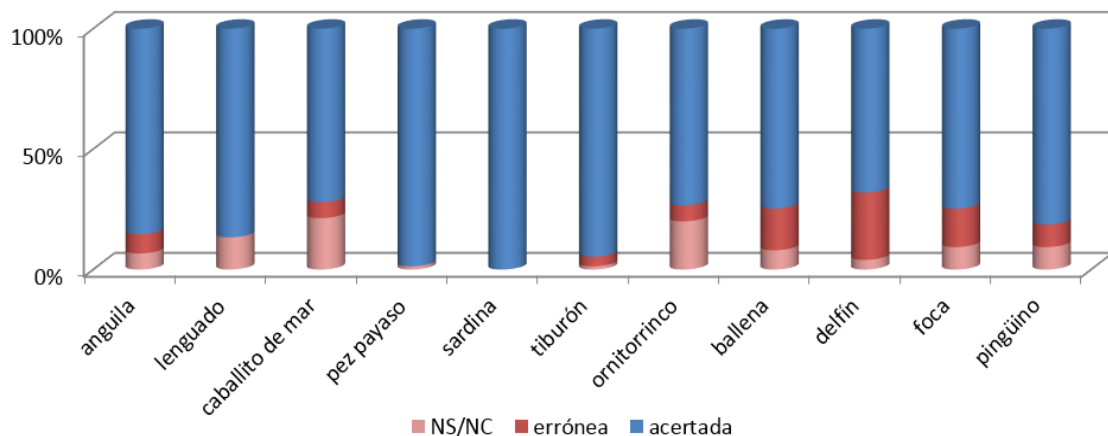


Figura 4.- Porcentaje de respuestas acertadas o erróneas en la asignación del sistema respiratorio de los animales mostrados en las fotografías.

De estas identificaciones correctas es destacable que, de la misma manera que ocurría en la identificación general de las unidades biológicas mostradas, hay un mayor índice de aciertos en el grupo de animales peces que en el que no lo son; el 59% de las respuestas acertadas corresponden a la respiración branquial de peces, mientras que el 41% de las mismas corresponden a la respiración pulmonar de aves y mamíferos, apoyando la idea de que los estudiantes están más seguros a la hora de asignar el tipo de respiración branquial a lo que ellos identifican como peces.

El porcentaje de error representa un 8,7% de la muestra total de respuestas. Al realizar un análisis pormenorizado del tipo de error, con los datos obtenido podemos diferenciar dos tipos de errores; el primero de ellos corresponderían a bajo conocimiento biológico: respuestas como que el tipo de respiración se producen mediante orificios corporales como en el delfín o

directamente por la nariz, resultan especialmente superficiales y carentes de contenido científico y representan el 73,1% de los errores de alumnos del grado de infantil y el 41,9% de los de el grado de primaria (59,7% considerados globalmente). El segundo tipo de errores correspondería a lo que diferentes autores han denominado *misconcepciones* (Kubiak y Prokop, 2009; Thompson y Logue, 2006), definidas como interpretaciones equivocadas de hechos o situaciones del entorno que realiza un observador que carece de las informaciones completas y que en la mayoría de los casos están muy alejadas de lo que la ciencia establece y explica.

En este trabajo se han encontrado un número relativamente alto de este tipo de interpretaciones equivocadas: el 40,3% de los errores considerados globalmente.

En el grupo de estudiantes de grado de educación infantil se encontraron 5 *misconcepciones* o interpretaciones equivocadas:

- La ballena respira mediante branquias.
- El delfín respira mediante branquias.
- La foca respira mediante branquias.
- El ornitorrinco respira mediante branquias y pulmones.
- El tiburón respira por pulmones.

Como se puede apreciar la mayoría de estas interpretaciones equivocadas tienen que ver con las analogías anatómicas entre tiburones y delfines y con un hábitat anfibio como en el caso del ornitorrinco.

En el grupo de estudiantes del grado de educación primaria se han encontrado 8 *misconcepciones* o interpretaciones erróneas:

- La ballena respira mediante branquias.
- El delfín respira mediante branquias.
- La foca respira mediante branquias.
- La foca respira mediante branquias y pulmones.
- El pingüino respira mediante branquias.
- La anguila tiene respiración cutánea.
- El caballito de mar respira mediante tráqueas.
- El caballito de mar respira por la nariz.

En este caso se vuelven a repetir algunas de las *misconcepciones* encontradas en el grupo anterior, añadiéndose otras como las del caballito de mar, quizá relacionado por analogía con algún artrópodo, y la de la anguila relacionada seguramente con anfibios.

La cuarta y última pregunta del cuestionario abierto estaba relacionada con la cobertura de la piel de los animales representados en las fotografías.

De la misma manera que en el caso anterior al realizar la prueba estadística de Chi-cuadrado de comparación entre las respuestas obtenidas de los alumnos del grado de infantil y primaria, el resultando fue no significativo ($\chi^2=0,02$ [2gl, $p \geq 0,05$]) por lo que el análisis de las respuestas

se trata de forma global, indicando igualmente algunas particularidades de cada grupo en el caso necesario.

Los resultados obtenidos (Tabla 3 y Figura 5) muestran que únicamente un 35,2% de las respuestas fueron correctas, es decir menos de la mitad de los alumnos fueron capaces de identificar correctamente el tipo de cobertura de la piel de los animales mostrados en las diferentes fotografías.

Piel	Grado de EI	Grado de EP	Total
NS/NC	28	31	59
errónea	162	314	476
acertada	85	205	290
Total	275	550	825

Tabla 3.- Respuestas acertadas o erróneas en la caracterización fisiológica de los peces (cubierta de la piel) de los animales mostrados en las fotografías.

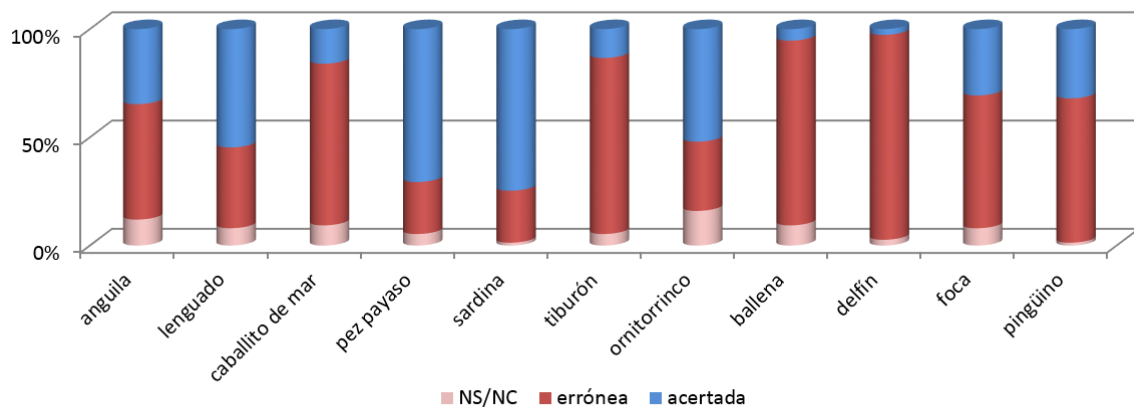


Figura 5.- Porcentaje de respuestas acertadas o erróneas en la asignación de la cobertura de la piel de los animales mostrados en las fotografías.

Como en el caso de la asignación de respiración, las identificaciones correctas, hay un mayor índice de aciertos en el grupo de animales peces que en el que no lo son; el 68,3% de las respuestas acertadas corresponden a identificaciones de escamas de peces, mientras que el 31,7% de las mismas corresponden a plumas de aves y pelos en mamíferos.

El análisis del tipo de error relacionado con el tipo de cubierta que poseen los animales mostrados en las fotografías arroja similares resultados a los hallados en la valoración de las respuestas del tipo de respiración; en este caso un porcentaje muy alto de las respuestas erróneas de los alumnos encuestados denotan una falta de conocimiento de las características fisiológicas básicas de los animales; un total del 93,7% de las respuestas no acertadas (96,91% para el grupo de grado de infantil; 92,04% para el grupo de grado de primaria) hacen referencia a característica básicas y superficiales tales como la suavidad, la aspereza o la rugosidad de las pieles de los animales, percepciones totalmente antropocéntricas muy alejadas de la realidad científica.

En cuanto a las identificaciones equivocadas o misconcepciones, el porcentaje global es del 6,3% de las respuestas no correctas (3,09% y 7,9% para los grupos de grado de infantil y primaria respectivamente).

En el grupo de futuros profesores de educación infantil la única interpretación equivocada fue "el pingüino tiene pelo"; en el grupo de grado de primaria también aparece este error de interpretación, añadiéndose además: "la foca tiene escamas", error relacionado con el hábitat acuático de este animal y "el ornitorrinco tiene plumas", sin duda relacionado con la morfo-anatomía característica de su boca adaptada a la búsqueda de alimento en los lechos fluviales.

Discusión

Los resultados de esta investigación sugieren que los futuros maestros de educación infantil y primaria operan con conocimientos básicos en lo que se refiere a la diversidad animal, y más concretamente a la adaptación al medio acuático.

Si bien es cierto que conocen un alto número de entidades biológicas, ya que son capaces de identificar correctamente las fotografías mostradas en el cuestionario, no son capaces de explicar las razones biológicas de esas identificaciones, únicamente el 3,3% de los alumnos encuestados aportaron razones científicas para las mismas. La mayoría de ellos simplemente lo conocían, lo habían visto con anterioridad o, de forma general, habían tenido algún tipo de experiencia con ese animal. Así, por ejemplo, es destacable el alto número de alumnos que aludieron a películas infantiles para explicar que conocían al pez payaso o al ornitorrinco por ejemplo, o la referencia a documentales sobre naturaleza, fundamentalmente con los grandes mamíferos acuáticos.

Es lógico pensar que nuestros estudiantes manejan una larga lista de animales que viven en el mar, ya que es uno de los hitos que se trabaja desde los niveles más básicos de la educación formal y son objeto de curiosidad y observación en todas las edades.

Cuando aparece un nuevo animal en el entorno del observador, se realiza un proceso de categorización, basándose en el conocimiento previo que tiene el individuo, cuanta más información posea, más acertada será la categorización (Thornton, 1998) por lo que la falta de experiencia generará errores; manejar diferentes puntos de vista sobre un objeto, en este caso sería conocer, haber experimentado diferentes aspectos biológicos de los animales marinos, las identificaciones serán más cercanas a la realidad científica, realizándose por definición (categorización científica) y menos por similitud como ya demostraron Gelman y Markman (1986) que trabajando con escolares de 4-5 años, lograron que definieran al delfín en una categoría diferente a la de pez-tiburón pese a tener una morfoanatomía muy similar. La transición de la categorización por similitudes a la comprensión de una definición biológica no sólo depende del desarrollo cognitivo, se basa en gran medida en la experiencia sobre la unidad a categorizar.

Esta falta de experiencia sobre la una identidad biológica particular sería la razón, por tanto, de que la mayoría de los alumnos conocen a la ballena,

por ejemplo, pero no están seguros sobre las características biológicas de la misma definiendo, por ejemplo, a los mamíferos acuáticos como peces que respiran mediante branquias, situaciones similares han sido descritas por otros autores en pájaros o mamíferos (Kubiátko y Prokop, 2007; Prokop, Kubiátko y Fančovičová, 2007; Tunnicliffe y Reiss, 1999).

Algunos autores (Kattmann, 2001; Prokop et al., 2007; Trowbridge y Mintzes, 1985; Yen y Chiu, 2004) han determinado que las clasificaciones más simples, generadas normalmente por la falta de experiencia sobre el mundo animal en general se basan en criterios como el hábitat y la locomoción, por lo que vivir en el medio acuático sería la razón fundamental para ser "pez" y si además estos animales están adaptados a una natación rápida, tanto de ataque (como el tiburón o el delfín) como de defensa (como las sardinias) se explicaría perfectamente por qué un observador sin mucha experiencia cometería estos errores de categorización, identificando un pez porque "tiene forma de pez" aunque en realidad la forma depende de la adaptación a un determinado tipo de desplazamiento en el medio acuático al que han llegado análogamente diferentes grupos taxonómicos.

Conclusiones

Al iniciar este proceso de investigación se planteaban dos cuestiones fundamentales la primera de ellas - ¿Son los estudiantes capaces de categorizar el concepto de pez y diferenciarlo de otros animales que están anatómicamente adaptados a sistema de locomoción acuática similares?- la respuesta es básicamente que no, aunque si bien es cierto que conocen una gran lista de animales acuáticos, no han alcanzado una conceptualización profunda sobre las adaptaciones al entorno, en este caso, al entorno acuático, exigible a un futuro docente.

Respecto a la segunda de las preguntas planteadas - ¿En qué se basan los estudiantes de magisterio para realizar la categorización de estos animales?, el análisis de nuestros resultados parece indicar que es la experiencia directa con los diferentes animales, de forma individual, la base que utilizan para categorizarlos, y esta habilidad de categorización no estaría relacionada con las reflexiones científicas fomentadas en los procesos escolares, que les hubiera podido permitir, por ejemplo, reconocer al pingüino como un ave adaptada a la natación rápida, o al caballito de mar como a un pez adaptado a unas características determinadas del entorno.

La conclusión final de este estudio nos llevaría a plantearnos a los docentes del área de las ciencias experimentales nuevas formas de trabajo en el aula, que potencien estos procesos reflexivos y por lo tanto una mejora en la calidad de los contenidos aprendidos.

Implicaciones didácticas

Si tenemos en cuenta que las concepciones mentales de los individuos se basan sobre todo en las propias perspectivas, ideas personales y experiencia (Kubiátko y Prokop, 2007) es fácil concluir que los docentes en general deberían aumentar estas posibilidades de experiencias, potenciando el contacto directo con una gran diversidad de animales desde diferentes puntos de vista (Zoldoskova y Prokop, 2007), reconstruyendo desde el

principio, partiendo de lo esencial y de lo simple, los peces son peces porque tienen branquias y escamas, o los pingüinos son aves porque tienen plumas y pico, los mamíferos maman y tienen pelo,...., independientemente de la edad de los alumnos (Cardak, 2009). Hay que propiciar entre los alumnos las generalizaciones simples, potenciando las relaciones que se establecen entre los animales tanto taxonómicas como de adaptación al medio (Chen y Ku, 1998) favoreciendo la reflexión, intentando mostrar a los alumnos unidades biológicas no conocidas, que impliquen un problema que tengan que resolver (Prokop et al., 2007), y no permitiendo el empleo de explicaciones simplistas del tipo "es un pez porque vive en el mar y nada"; siendo especialmente cuidadoso en no "mezclar" contenidos, si hablamos de anatomía y morfología no es necesario hablar de reproducción, por ejemplo. Lo esencial es que los alumnos entiendan el cómo los animales se relacionan con su medio y fruto de ello evolutivamente han adquirido adaptaciones a veces convergentes: "somos como somos porque vivimos dónde vivimos, independientemente de la familia a la que pertenezcamos".

Es necesaria, por lo tanto, una profunda reestructuración de los procesos de enseñanza-aprendizaje, en todos los niveles educativos, pero sobre todo en los grados universitarios del magisterio; tenemos que dotar a los futuros maestros de nuevas estrategias de trabajo, que favorezcan la reflexión sobre el entorno que les rodea, aumentando el trabajo en competencias de "saber hacer y pensar" más que en las de "conocer", para que ellos las lleven a la escuela (Köse, 2008) y contagien a sus alumnos una nueva forma de pensar en ciencias (Cortés et al. 2012; Sanmartí, Burgoa y Nuño, 2011).

Referencias bibliográficas

- Aguilar, S., Maturano, C. y Núñez, G. (2007). Utilización de imágenes para la detección de concepciones alternativas: un estudio exploratorio con estudiantes universitarios. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 6(3), 691-713. Recuperado de: http://reec.uvigo.es/volumenes/volumen6/ART12_Vol6_N3.pdf
- Astudillo, H. y Gene, A. M. (1984). Errores conceptuales en Biología. La Fotosíntesis de las plantas verdes. *Enseñanza de las Ciencias*, 2, 15-16.
- Bahar, M., Ozel, M., Prokop, P. y Usak, M. (2008). Science student teachers' ideas of the heart. *Journal of Baltic Science Education*, 7(2), 78-85.
- Cañal, P. (2009). Acerca de la enseñanza sobre la evolución biológica en la escuela infantil y primaria. *Alambique. Didáctica de las Ciencias Experimentales*, 66, 80-87.
- Cardak, O. (2009). Student's ideas about dangerous animals. *Asia-pacific Forum on Science Learning and Teaching*, 10(2) 1-15.
- Cokadar, H. (2012). Photosynthesis and Respiration Processes: Prospective Teachers' conception level. *Education and Science*, 37(164), 81-93.
- Cortés, A. L., de la Gándara, M., Calvo, J. M., Martínez, M. B., Ibarra, J., Arlegui, J. y Gil, M. J. (2012). Expectativas, necesidades y oportunidades de

los maestros en formación ante la enseñanza de las ciencias en la Educación Primaria. *Enseñanza de las Ciencias*, 30(3), 155-176.

Charrier, M., Cañal, P. y Rodrigo, M. (2006). Las concepciones de los estudiantes sobre la fotosíntesis y la respiración: una revisión sobre la investigación didáctica en el campo de la enseñanza y el aprendizaje de la nutrición de las plantas. *Enseñanza de las Ciencias*, 24(3), 401-410.

Chen, S. H. y Ku, C. H. (1998). Aboriginal children's alternative conceptions of animals and animal classification. *Proceedings of the National Science Council*, 8(2), 56-67.

Evans, M. (2000). The Emergence of beliefs about the origins of species in school-age children. *Merril-Palmer Quarterly*, 42(2), 221-254.

García-Barros, S., Martínez, C. y Garrido, M. (2011). What do children aged four to seven know about the digestive system and the respiratory system of the human being and of other animals? *International Journal of Science Education*, 33(15), 2095-2122.

Garrido, M., García, S. y Martínez, C. (2009). Concepciones de las profesoras respecto a las ideas de los niños/as sobre los seres vivos. *Actas do X Congresso Internacional Galego-Português de Psicopedagogia* (pp.855-867). Universidade do Minho, Braga.

Gelman, S. A. y Markman, E. M. (1986). Categories and induction in young children. *Cognition*, 23, 183-209.

Gutiérrez, R. (1996). Modelos mentales y concepciones espontáneas. *Alambique. Didáctica de las ciencias experimentales*, 7, 73-86.

Hatano, G. y Inagaki, K. (1997). Qualitative changes in intuitive biology. *European Journal of Psychology of Education*, 12(2), 111-130.

Inagaki, K., & Hatano, G. (2006). Young children's conception of biological world. *Current Directions in Psychological Science*, 15(4), 177-181.

Kattmann, U. (2001). Aquatics, flyers, creepers and terrestrial-student's conceptions of animal classification. *Journal of Biological Education*, 35(3), 141-147.

Köse, S. (2008). Diagnosing student misconceptions: Using drawings as research method. *World Applied Science Journal*, 3(2), 283-293.

Kubiatko, L. y Prokop, P. (2007). Pupils' misconceptions about mammals. *Journal of Baltic Science Education*, 6(1), 5-14.

Kubiatko, L. y Prokop, P. (2009). Pupils' understanding of mammals: An investigation of the cognitive dimension of misconceptions. *Orbis scholae*, 3(2), 97-112.

Lemma, A. (2013). A diagnostic assessment of eighth grade students' and their teacher's misconceptions about basic chemical concept. *The African Journal of Chemical Education*, 3(1), 39-59. Recuperado de: <http://www.ajol.info/index.php/ajce/article/download/84852/74838>.

- Nguyen, S. P. y Murphy, G. L. (2003). An Apple is more than just a fruit: Cross-classification in children's concepts. *Child Development*, 74(6), 1783-1806.
- Ozay, E. y Oztas, H. (2003). Secondary students' interpretations of photosynthesis and plant nutrition. *Journal of Biological Education*, 37(2), 68-70.
- Prokop, P., Kubiátko, L. y Fančovičová, J. (2007). Why do crows crow?. Children's concepts about bird. *Research in Science Education*, 37, 393-405.
- Prokop, P., Usask, M., Özel, M. y Fančovičová, J. (2009). Children's conceptions of animal breathing: A cross-age and cross-cultural comparison. *Journal of Baltic Science Education*, 8(3), 182-190.
- Sanmartí, N., Burgoa, B. y Nuño, T. (2011). ¿Por qué el alumnado tiene dificultad para utilizar sus conocimientos científicos escolares en situaciones cotidianas? *Alambique. Didáctica de las ciencias experimentales*, 67, 62-69.
- Shepardson, D., Wee, B., Priddy, M., Schellenberger, L., y Harbor, J. (2007). What is a watershed? Implications of student conceptions for environmental Science Education and the National Science Education Standards. *Science Education*, 91(4), 523-553.
- Teixeira, F. M. (2000). What happens to the food we eat? Children's conceptions of the structure and function of the digestive system. *International Journal of Science Education*, 22(5), 507-520.
- Thompson, F. y Logue, S. (2006). An exploration of common student misconceptions in science. *International Education Journal*, 7(4), 553-559.
- Thornton, S. (1998). *La resolución infantil de problemas*. Madrid: Ediciones Morata. Serie Brumer
- Toneatti L. (2008). *Le concezioni sull'origine delle specie in bambini della scuola primaria*. Tesis Doctoral. Università degli studi di Padova, dipartimento di Psicologia dello sviluppo e della socializzazione, Facoltà di Psicologia. Recuperado de <http://paduaresearch.cab.unipd.it/693/>
- Trowbridge, J. E. y Mintzes, J. J. (1985). Students' alternative conceptions of animals and animal classification. *School, Science and Mathematics*, 85(4), 304-316.
- Tunncliffe, S. D. y Reiss, M. J. (1999). Building a Model of the environment: How do children see animals? *Journal of Biological Education*, 33(3), 142-148.
- Tunncliffe, S. D., Gatt, S., Agius, C. y Pizzuto, S.A. (2008). Animals in the lives of young Maltese Children. *Eurasia Journal of Mathematics, Science & Technology Education*, 4(3), 215-221.
- Urones, C., Vacas, J. M. y Sánchez-Barbudo, M. (2010). Preservice teachers' conceptions about animals and particularly about spiders. *Electronic Journal of Research in Educational Psychology*, 8(2), 787-814.
- Yen, C. F.; Yao, T. W. y Chiu, Y. C. (2004). Alternative conceptions in animal classification focusing on amphibians and reptiles: A cross-age study. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 2(2), 159-174.

Zoldosova, K. y Prokop, P. (2007). Primary pupils' preconceptions about Child Prenatal development. *Eurasian Journal of Mathematics, Science & Technology Education*, 3(3), 239-246.

Anexo 1.- Fotografías mostradas a los alumnos con el pequeño cuestionario.

