

Construcción del pensamiento científico en las aulas de Educación Primaria: los carnívoros.

Rosario Melero Alcibar

charibio@lasallescampus.es

Purificación Gamarra Hidalgo

p.gamarra@lasallescampus.es

Centro Superior Estudios Universitarios La Salle (UAM)

Recibido: 22.02.2016

Aceptado: 01.07.2016

Resumen

El propósito de este trabajo ha sido analizar aquellos elementos que los niños de Educación Primaria (6-11 años) consideran como fundamentales cuando trabajan sobre un tema relacionado con el área de las Ciencias Naturales y más concretamente, sobre el concepto de carnívoro. Basándonos en que los niños dibujan aquello que consideran fundamental al representar gráficamente aquello que están trabajando, se realiza un análisis descriptivo de las creaciones pictóricas generadas por estudiantes integrados en diferentes instituciones educativas, con diferente lengua materna y edad, después de implementar una unidad didáctica unificada para todos los grupos escolares. Los resultados muestran cómo los niños de educación primaria categorizan y construyen el concepto de carnívoro a lo largo del ciclo educativo, tanto desde el punto de vista de la diversidad animal representada, como de aquellas características morfológicas o de comportamiento que aparecen en sus dibujos. Se discuten cuales de estos elementos son esenciales para los niños y cómo van evolucionando para la construcción del concepto de carnívoro a lo largo del periodo de formación estudiado.

Palabras clave

Carnívoro, desarrollo cognitivo, Educación Primaria, dibujos infantiles, enseñanza de la Biología.

Construction of scientific thinking in primary education classrooms: carnivorous.

Abstract

The aim of this paper was to examine the elements that children in Elementary School (6-11 years) is considered as fundamental when they work on a topic related to the area of the natural sciences and more specifically on the concept of Carnivore. On the basis that children draw what they consider crucial to represent graphically what are working, a descriptive study of the pictorial creations generated by students integrated in different educational institutions, with different languages and age, after implementing a didactic unit unified for all school groups. The results show how children in primary education categorize and carnivore concept built along the educational level, both from the point of view of animal diversity represented, as those morphological characteristics or behaviour that appear in your drawings. What anatomical or behavioural elements are essential for children and how they evolve to the construction of the concept of Carnivore along the studied period of training are discussed.

Key words

Carnivorous, cognitive development, Elementary school, Child pictures, Science education.

Introducción

Las diferentes relaciones que establecen los niños con su entorno más cercano, son la base de la adquisición del conocimiento. En un principio, estos conocimientos están formados por conceptos estáticos, considerados como unidades mínimas de experiencias, generados por la exploración libre y naturalista y promovidos por la propia curiosidad de los niños que les induce a explorar y explicar el mundo que les rodea.

Según los niños van adquiriendo un mayor nivel de autonomía, su desarrollo físico, psíquico y social les permite incrementar de forma progresiva las estrategias de exploración y por lo tanto ampliar significativamente su entorno, lo que conllevaría, a su vez, nuevas necesidades de explicación y entendimiento, nuevos cuestionamientos sobre la realidad que les rodea, favoreciendo a su vez el desarrollo de sus estructuras cognitivas (Lind, 1988).

La experiencia sobre los conceptos, hechos o situaciones del entorno cercano les va a permitir un proceso de construcción y re-construcción constante de estas estructuras cognitivas y por lo tanto potenciará su aprendizaje (Zoldosova & Prokop, 2007; Tunnicliffe et al., 2008; Gómez y Gavidia, 2015).

Desde esta perspectiva son los adultos los que deben enriquecer el entorno del niño, fomentando su curiosidad innata, dotándoles de herramientas que le permita resolver problemas que le pueda plantear las nuevas situaciones experimentadas y, en definitiva, ayudarle a comprender las relaciones que se establecen entre los diferentes elementos que conforman el entorno de una forma dinámica y cercana a la realidad que la Ciencia acepta y explica.

Una gran mayoría de las concepciones de los niños corresponde a lo que se podría definir como categorizaciones puntuales (Gutiérrez, 1996), es decir, conforman los conceptos a partir de una lista cerrada, más o menos extensa, y basada en su experiencia de situaciones o hechos que ellos consideran similares. Por ejemplo: “un león es un carnívoro porque mi experiencia con el entorno social y/o cultural así me lo ha mostrado; por lo tanto, cualquier animal que tenga determinadas características similares a león también será carnívoro, y uno que no se parezca a león no será carnívoro”. Esta categorización cerrada se genera sin profundizar en las razones biológicas de pertenencia, y puede no ser correcta. En este sentido el concepto de carnívoro estaría relacionado con el concepto de predación. El término depredador se asigna a los seres vivos que buscan y capturan presas de origen animal, y las ingieren; así carnívoro será cualquier organismo caracterizado fundamentalmente por la ingestión de otros animales, y que presentan adaptaciones morfológicas y conductuales (o etológicas) especializadas para la caza y la ingestión de la carne de sus presas.

Algunas de estas adaptaciones morfológicas serían estructuras de sujeción o despedazamiento de las presas, situadas en las extremidades del carnívoro, como en el caso de las garras de aves cazadoras o las estructuras quitinizadas de las patas de algunos artrópodos. De la misma manera son consideradas adaptaciones morfológicas a la depredación, algunas estructuras relacionadas con porciones exteriores del aparato digestivo, como los dientes puntiagudos, los picos afilados de las aves predatoras o las piezas quitinizadas que desgarran presentes en algunos invertebrados como los calamares. En cualquier caso todas ellas de forma análoga ayudan al organismo a cortar y desgarrar con mayor eficacia la carne de sus presas.

Las adaptaciones conductuales o etológicas implican una variación en el comportamiento de los organismos para atrapar a sus presas, el acecho, la carrera, la agresividad, son ejemplos de estas adaptaciones.

En cualquier caso el organismo está adaptado para la captura y la depredación y por consiguiente, posee una serie de estructuras anatómicas y de conducta específicas, que como ya se ha comentado, convergen análogamente, es decir, serían estructuras con diferente origen evolutivo pero al cumplir una función semejante son muy similares.

Es por ello que los procesos de instrucción deben propiciar que la categorizaciones cerradas se conviertan en grupos de relaciones o conceptos dinámicos, en los que se potencien generalizaciones correctas basadas en las razones biológicas: “los carnívoros lo son porque se alimentan de carne, y por lo tanto presentan estructuras morfológicas y comportamientos que les permiten capturar y alimentarse de presas”.

Estos procesos de transformación hacia una correcta adquisición del aprendizaje han sido ampliamente estudiados en adultos, y no tanto en los niveles iniciales de educación, base fundamental para todo el desarrollo cognitivo posterior. Se presentan así en este trabajo parte de los resultados obtenidos en una investigación más amplia relacionada con el desarrollo de las concepciones científicas relacionadas con el entorno natural a lo largo de los ciclos iniciales de educación (Melero-Alcívar, 2014; Melero-Alcívar y Gamarra, 2015a; Melero-Alcívar y Gamarra, 2015b; Melero-Alcívar y Gamarra, 2016).

Metodología

El enfoque de este estudio es eminentemente cualitativo, basado en la interpretación de las creaciones pictóricas realizadas por los niños. Completado con un análisis cuantitativo, de correlación entre alguna de las variables estudiadas, valorando las regularidades entre las características representadas en los dibujos de los estudiantes.

Muestra objeto de estudio

Para poder valorar las posibles regularidades en cuanto a las concepciones que activan los alumnos cuando desarrollan el concepto biológico analizado en este trabajo se ha considerado de interés ampliar el estudio a diferentes agrupaciones escolares en cuanto a su situación social y/o lingüística.

Así la muestra está formada por un total de 346 alumnos (el 32,7,3 % integrados en el primer nivel formativo de Educación Primaria [6-7 años]; 31,2%

integrados en el segundo nivel formativo de Educación Primaria [7-8 años], 28% integrados en el tercer nivel formativo de Educación Primaria [8-9 años]; 4% integrados en el cuarto nivel educativo de Educación Primaria [9-10 años] y 4% integrados en el quinto nivel educativo de Educación Primaria [10-11 años]) pertenecientes a diferentes entidades educativas de Irlanda (Bandon Bridged NS), Madrid (CEIP Zola) y Bilbao (CE Santísima Trinidad; CEP Mendía); en la siguiente tabla se muestra un resumen de la organización de los estudiantes (tabla 1):

	Irlanda		Madrid		CE S. Trinidad (Bi)		CEP Mendía (Bi)		
	niños	niñas	niños	niñas	niños	niñas	niños	niñas	
6-7	11	1	36	36	8	6	4	5	113
7-8	11	15	26	37			11	8	108
8-9	16	13	30	38					97
9-10	9	5							14
10-11	7	7							14

Tabla 1: Esquema resumen de la organización por niveles educativos, la procedencia y sexo de los estudiantes.

El material de trabajo en el aula se implementó en los diferentes grupos escolares según la secuencia metodológica marcada por el tutor, de tal manera que se produjera la mínima distorsión en el que hacer diario de los estudiantes, y siendo el tutor el que proponía y realizaba las actividades con su grupo.

Material de trabajo en el aula

La secuencia didáctica utilizada en esta investigación está constituida por una serie de tres fotografías que representan carnívoros tipo: un tigre, en el que se apreciaban perfectamente los colmillos, un águila en el que se apreciaban las garras y el pico curvo, y una orca con la boca abierta. Previamente a la implementación en el grupo clase se trabajó con el tutor de aula o en su caso con el profesor responsable del área de Ciencias Naturales las características de cada una de las fotografías mostradas, el orden en el que tenía que mostrarlas (tigre, águila, orca), indicándole la necesidad de no nombrar ninguna de las caracterís-

ticas definitorias de carnívoro y provocando que fueran los propios niños los que realizasen las observaciones y comparaciones de dichas estructuras.

Cada uno de los profesores tuvo libertad para elegir el momento y las formas de implementar esta sesión didáctica en el aula. El tiempo de trabajo con los niños se fijó en 30 minutos máximo.

Las fotografías utilizadas fueron seleccionadas para esta investigación en base a criterios morfológicos y a la adaptación a la alimentación carnívora. Todas las imágenes fueron seleccionadas entre las de libre disposición que se pueden encontrar en Internet (ver anexo 1).

Posteriormente a la sesión didáctica se pidió a cada uno de los niños que dibujasen un animal carnívoro, con el que posteriormente se realizaría el estudio interpretativo. Estas creaciones pictóricas, al realizarse inmediatamente después de la sesión didáctica representarían aquello que el niño entiende como fundamental del concepto que habían trabajado en el aula (Reiss et al., 2002; Bartoszeck et al., 2015; Tunnicliffe, 2015; Brugière, 2015; Gómez y Gavidia, 2015). Cada estudiante rotuló su dibujo con el nombre del animal representado. De la misma manera el tutor de aula se aseguró de que en todos los dibujos figurase la edad y el sexo del niño o de la niña para su correcta catalogación en los registros del trabajo. El profesor introdujo el trabajo realizado por los niños en un sobre que fue etiquetado con el curso, ciclo del grupo aula y la entidad educativa.

Cada una de las representaciones pictóricas fue asociada a un registro en el que la primera de las letras correspondía a la localidad origen de la institución educativa: I, Irlanda (Bandon Bridged NS); M; Madrid Madrid (CEIP Zola) y Bilbao, añadiendo en este caso, M para el CEP Mendía y T para CE Santísima Trinidad). A continuación, se añadió el nivel educativo representado por la letra P, seguido por el curso (1º, 2º, 3º...) y el número de orden específico para cada dibujo. Se registra además el sexo del estudiante.

Una vez que todos los dibujos fueron catalogados, la valoración cualitativa se realizó a partir de la definición de dos categorías en las que eran incluidas diferentes características que, desde el punto de vista biológico, tienen que ver con las adaptaciones a la alimentación carnívora (tabla 2). La

categoría definida como 1 correspondería a las adaptaciones morfológicas, es decir, aquellas estructuras que son utilizadas por el animal para o bien cazar o bien despedazar a su presa. Estas estructuras se evidenciarían en los diseños de los niños en las extremidades del animal dibujado (por ejemplo las garras) o en la boca (representaciones de dientes o colmillos, o de picos curvados). La categoría 2 correspondería a las denominadas adaptaciones etológicas, es decir, representaciones de comportamientos específicos de caza o de predación, como bocas abiertas, miradas fijas (ojos con pupila) o evidente posición de acecho, carrera o ataque.

Finalmente se valoró el tipo de animal representado en cada uno de los dibujos, registrándose sistemáticamente para su posterior análisis.

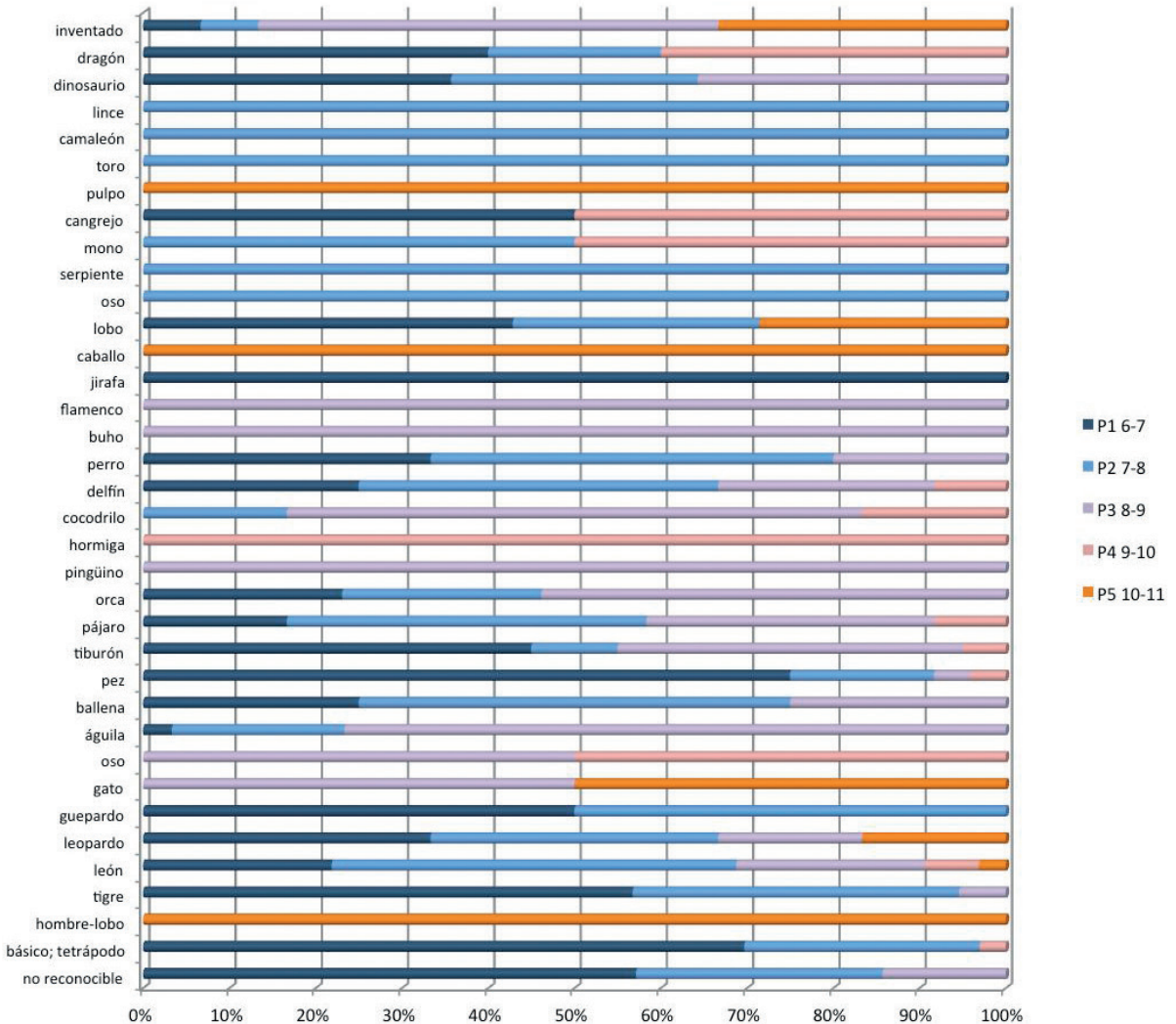
Categoría	Adaptaciones		Manifestación en dibujos
1	Morfológicas	Estructuras para sujetar y/o despedazar a las presas	En extremidades: Garras Aparato digestivo: dientes, dientes puntiagudos, colmillos, picos...
2	Etológicas	Actitudes de depredación: Alerta, ataque, aprehensión ...	Boca abierta, ojos abiertos Expresión agresiva, movimientos o actitudes de caza, ... Movimientos y actitud de caza

Tabla 2: Categorías definidas para el análisis descriptivo de las representaciones pictóricas realizadas por los niños.

Resultados y discusión

Como paso previo al análisis de las diferentes características representadas en las creaciones pictóricas de los niños se realiza una prueba estadística χ^2 con el propósito de valorar la independencia de la variable de procedencia de los estudiantes; los resultados de esta prueba muestran que esta variable es independiente, por lo que los datos se tratan globalmente para poder inferir generalidades en el proceso de desarrollo cognitivo en cuanto a las posibles concepciones activadas por los estudiantes a lo largo del ciclo de Educación Primaria.

Análisis descriptivo interpretativo de las creaciones pictóricas de los niños:



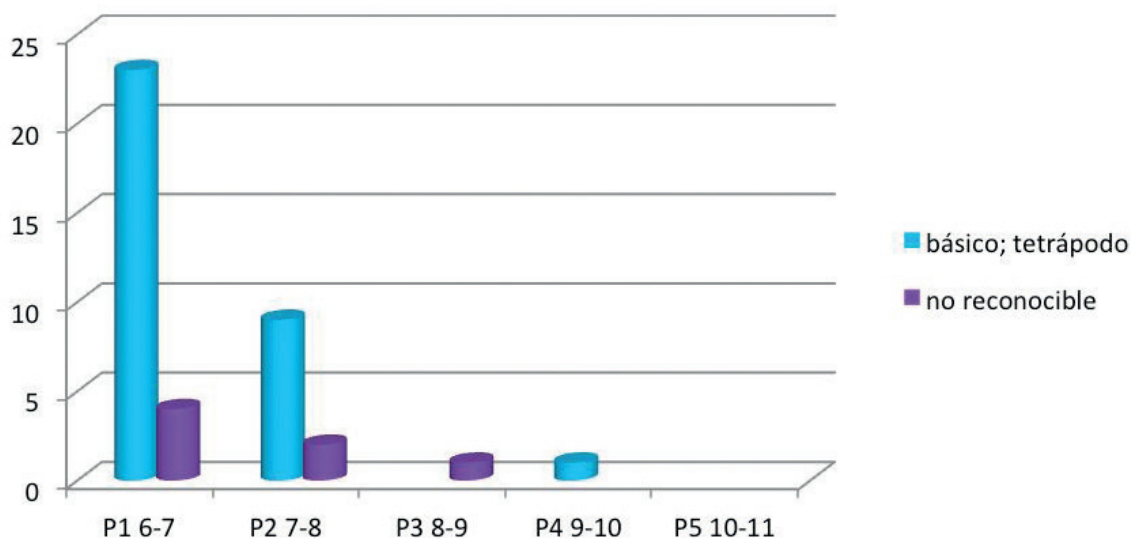
Diversidad animal.

El análisis de las creaciones realizadas por los niños se basó en 346 dibujos en los que se habían representado un total de 334 modelos pictóricos. Algunos de los estudiantes (un total de 40 dibujos) representaron modelos o no reconocibles o muy simples, denominados tetrápodos básicos, en los que no se pudo reconocer ninguna característica de un determinado animal y característicos de la etapa educativa de Educación Infantil (Melero-Alcibar y Gamarra, 2015b). La diversidad de modelos representados en cada uno de los niveles educativos estudiados se muestra en gráfico 1 y en la tabla 3.

Gráfico 1: Porcentaje de animales representados en los diferentes niveles educativos

Los niños representaron pictóricamente un máximo de 34 diferentes “tipos de carnívoros”, es decir, diferentes modelos de animales que los niños considerarían como carnívoros, entre los que aparecen figuras de animales inventados por los propios niños.

Como era esperable las representaciones de modelos no reconocibles o de tetrápodos básicos aparecen únicamente en los primeros niveles educativos, desapareciendo progresivamente a lo largo de la etapa (gráfico 2). Estas creaciones pictóricas que podríamos denominar inmaduras científicamente hablando, indicarían que algunos de los niños aún no han comenzado a interiorizar el concepto de carnívoro, y que según avanza el nivel educativo los niños dotan a sus dibujos de características que podrían indicar el paulatino dominio del campo conceptual estudiado.



	EP 1 (6-7 a)	EP 2 (7-8 a)	EP 3 (8-9 a)	EP 4 (9-10 a)	EP 5 (10-11 a)
Nº de modelos pictóricos representados	18	23	19	11	8

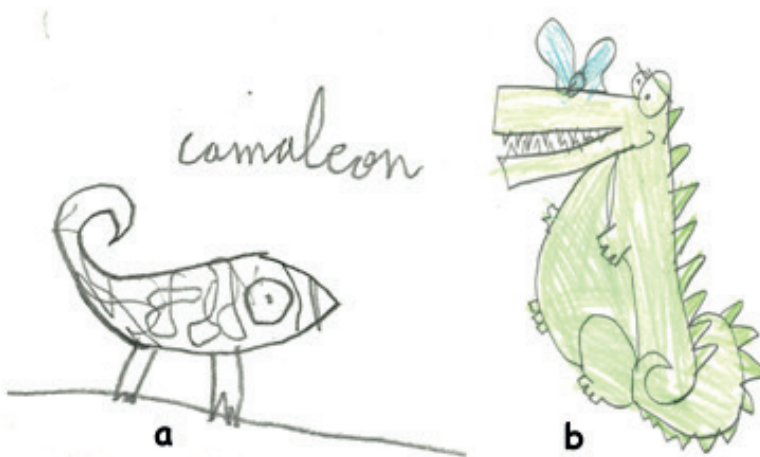
Tabla 3: Número de modelos pictóricos (tipo de animal) de carnívoros representados por los niños a lo largo del ciclo educativo.

Gráfico 2: Representaciones pictóricas inmaduras según el nivel educativo

Al analizar el tipo de animal representado por los niños, nos encontramos que las creaciones pictóricas en los primeros años de Educación Primaria mayoritariamente aparecen figuras muy relacionadas con aquellas mostradas en la secuencia didáctica.

Así en el primero de los cursos (EP 1 6-7 a) el 34,8% de los dibujos tendrían características del primero de los modelos mostrados, el tigre, o muy similares anatómicamente hablando (guepardo, león o leopardo) el 3,4 % para el modelo de águila (águila o pájaro) y el 41,6% para el tercer de los modelos, la orca (pez, orca, tiburón, delfín o ballena). El conjunto total de la diversidad mostrada en las creaciones pictóricas de los niños se completa con modelos no mostrados en la sesión (20,2%): lobo, cangrejo, dinosaurio, dragón e incluso un “carnívoro inventado” o una jirafa, de alimentación herbívora, que correspondería, en este caso, con un error de interpretación o misconcepción del concepto (Melero-Alcívar y Gamarra, 2014).

En el nivel EP2 (7-8 a) también se mantiene esta tendencia (36% para representaciones que corresponderían al modelo tigre, 12,4% para modelo águila y 21,3% para modelo orca). El porcentaje correspondiente a los dibujos que re-



presentan otros modelos no mostrados (o similares) durante la sesión didáctica aumenta hasta el 30,3%. Entre estos modelos aparecen representaciones de lince, camaleón o cocodrilo, estos dos últimos muy diferentes a los mostrados durante la experiencia en el aula (figura 1).

Figura 1: Representaciones pictóricas de camaleón (MP_211; niño 7 años) y un cocodrilo (BMP_206; niña 7 años)

En el nivel educativo EP 3 (8-9 a) se mantiene la elección del tipo de animal dibujado relacionado con nuestro material de trabajo en el aula (12% de las representaciones asimilables al modelo tigre, 30,3% al modelo águila y 30,3% al modelo orca); de forma general la diversidad de modelos representados desciende ligeramente al compararla con el nivel anterior (de 23 a 19) aunque el porcentaje de dibujos no similares a los mostrados en la sesión de aula corresponde a un 27% del total de los dibujos: se representan cocodrilos, oso, búho, dinosaurios o animales inventados como el mostrado en la figura 2.



Figura 2: Representaciones pictóricas de un animal carnívoro inventado (IP_303; niño 9 años)

De los siguientes niveles educativos (EP 4 (9-10 a) y EP 5 (10-11 a)) sólo se dispusieron de 13 y 14 creaciones pictóricas respectivamente, en el primero de los grupos sólo dos niños repiten modelo (león y dragón) por lo que la diversidad se eleva hasta 11 diferentes representaciones. En el segundo de los grupos la

mayoría de los niños dibujaron animales inventados (5/14); en este grupo aparece una figura humana con característica de carnívoro denominada por la niña como “hombre lobo” (figura 3).

Figura 3: Representaciones pictóricas de un “hombre lobo” (IP_509; niña 11 años)

Si partimos de la base de que las creaciones pictóricas que realizan los niños podrían ser la representación física de aquello que tienen en la mente, del modelo mental con el que operan al trabajar con los diferentes conceptos (Prokop et al., 2007; Prokop et al., 2009; Tunnicliffe, 2015; Brugière, 2015; Gómez y Gavidia, 2015), el análisis de los dibujos realizados inmediatamente después de la sesión de aula, podrían darnos información sobre el cómo los niños piensan sobre el concepto de carnívoro trabajado y cómo se produciría la evolución de estos modelos mentales a lo largo de su desarrollo cognitivo en el ciclo de Educación Primaria.



Es lógico inferir que en los primeros cursos los dibujos realizados por los niños sean mucho más simples y muy relacionados con las figuras mostradas en la sesión de aula, aunque se propiciara la libre elección del dibujo, lo que representarían modelos mentales fijos, ingenuos, conformados a partir de una experiencia con su entorno limitada (Tunnicliffe & Reiss, 1999; Plummer et al., 2011; Bartoszeck et al, 2015; Tunnicliffe, 2015, Brigière, 2015; Gómez y Gavidia, 2015); los niños por lo tanto manejarían una lista de características que definen la pertenencia a una categoría biológica basada en las similitudes morfo-anatómicas de los modelos mostrados (Thornton, 1998): un tigre y un león son morfo-anatómicamente muy parecidos, de la misma manera que lo son el pez-tiburón-delfín o el águila-pájaro.

Según se va avanzando en edad es esperable que los niños aumenten su experiencia sobre el concepto, pudiendo inferir nuevas características de pertenencia a una categoría determinada, carnívoro en este caso, por lo que el modelo mental será ampliado y modificado de forma progresiva, lo que se vería reflejado en el aumento de la diversidad mostrada (Gelman & Markman, 1986;

Gelman, 1988; Thornton, 1998; Sloutsky & Fisher, 2004; Delorenzi & Blando, 2008; Tunnicliffe et al., 2008; Melero-Alcívar y Gamarra, 2015b). Esta progresiva construcción del conocimiento se vería potenciada además por la propia realización de los dibujos, favoreciendo los procesos observacionales y los cuestionamientos sobre “qué dibujar” por parte de los alumnos incrementando su motivación y por lo tanto su aprendizaje significativo sobre los conceptos trabajados (Gómez y Gavidia, 2015).

La aparición de dibujos equivocados, como en el caso de la jirafa, caballo o un toro (ver gráfico 1) que son herbívoros, podría explicarse como la progresión hacia el dominio del concepto basada en una interpretación equivocada o misconcepción (Thompson & Logue, 2006; Kubiato & Prokop, 2009; Melero-Alcívar y Gamarra, 2015a) sobre la unidad biológica como el tamaño o la posesión de estructuras puntiagudas. Estas concepciones sobre los fenómenos del medio natural diferentes a las que son aceptadas por la comunidad científica en su forma o en un su modo, han sido ampliamente descritas por diferentes grupos de investigación (Chen & Ku, 1998; Tunnicliffe & Reiss, 1999; Kubiato & Prokop, 2007; Kise, 2008; Cardak, 2009; Prokop et al., 2009; Kambouri, 2011; Melero-Alcívar y Gamarra, 2015a y 2016).

Adaptaciones a la predación: categorías representadas

Para conocer cómo los estudiantes operaban con el concepto de carnívoro se analizaron los dibujos realizados teniendo en cuenta diferentes elementos representados siguiendo las categorizaciones definidas en la tabla 2.

El análisis de los datos interpretativos respecto a estas categorías morfológicas y/o etológicas se muestra de forma general en la tabla 4, en donde se ha representado los valores absolutos y los porcentajes que representarían las creaciones pictóricas sin características definitorias de carnívoro, representación de estructuras incluidas dentro de adaptaciones morfológicas y representaciones de acciones que se podrían incluir dentro de las adaptaciones etológicas.

	EP 1: 6-7	EP 2: 7-8	EP 3: 8-9	EP 4: 9-10	EP 5: 10-11
Categoría 1: A. morfológicas	108 (41,8%)	126 (50,2%)	139 (42,9%)	20 (43,5%)	21 (41,2%)

Categoría 2: A. etológicas	126 (48,3%)	102 (40,6%)	177(54,6%)	25(54,3%)	28 (54,9%)
Sin características	26 (10%)	23 (9,2%)	8 (2,5%)	1 (2,2%)	2 (3,9%)

Tabla 4: Número de estructuras dibujadas (entre paréntesis % del total de los dibujos) por los niños que corresponden a adaptaciones morfológicas o etológicas o que no presentan ninguna característica.

Como era esperable, se observa una disminución de creaciones pictóricas sin características de carnívoro lo que implicaría que los niños representarían en sus dibujos al menos alguna estructura física como garras, dientes o picos afilados, necesarias para la sujetar y cortar o desgarrar con más eficiencia la carne de las presas capturadas (adaptaciones morfológicas). De la misma manera se aprecia una ligera evolución de los dibujos que muestran lo que hemos categorizado como adaptaciones etológicas, características de comportamiento que implican actitudes de alerta, ataque o depredación a la presa.

En la figura 4 se muestran ejemplos de las tres categorías representadas en los diseños realizados por los niños.



Figura 4: Ejemplo de las categorías relacionadas con las adaptaciones a la alimentación carnívora utilizadas para este trabajo: a) representación pictórica sin características de carnívoro b) representación de un carnívoro con adapta-

ciones morfológicas: garras en las patas y dientes puntiagudos; c) representaciones de adaptaciones etológicas: carrera y persecución

El análisis valorativo del tipo de adaptaciones morfológicas o etológicas representadas en los dibujos de los niños y sus porcentajes se muestra en la tabla 5 y en el gráfico 3.

		EP 1: 6-7	EP 2: 7-8	EP 3: 8-9	EP 4: 9-10	EP 5: 10-11
Categoría 1: A. Morfológicas	Garras	32 (13,6%)	45 (19,7%)	41 (13%)	6 (13,3%)	7 (14,3%)
	Dientes	13 (5,5%)	--	3 (0,9%)	1 (2,2%)	--
	Dientes puntiagudos	52 (22,1%)	46 (20,2%)	56 (17,7%)	9 (20%)	9 (18,4%)
	Colmillos	12 (5,1%)	24 (10,5%)	13 (4,1%)	3 (6,7%)	5 (10,2%)
	Picos	--	11 (4,8%)	26 (8,2%)	1 (2,2%)	--
Categoría 2: A. Etológicas	Boca abierta	55 (23,4%)	42 (18,4%)	51 (16,1%)	7 (15,6%)	7 (14,3%)
	Ojos con pupila	34 (14,5%)	22 (9,6%)	43 (13,6%)	8 (17,8%)	7 (14,3%)
	Expresiones agresivas	13 (5,5%)	14 (6,1%)	25 (7,9%)	6 (13,3%)	8 (16,3%)
	Representación de movimiento	6 (2,6%)	10 (4,4%)	36 (11,4%)	3 (6,7%)	5 (10,2%)
	Representación de predación/caza	18 (7,7%)	14 (6,1%)	22 (7%)	1 (2,2%)	1 (2%)

Tabla 5: Número de estructuras dibujadas (entre paréntesis % del total de los dibujos) por los niños que corresponden a adaptaciones morfológicas o etológicas.

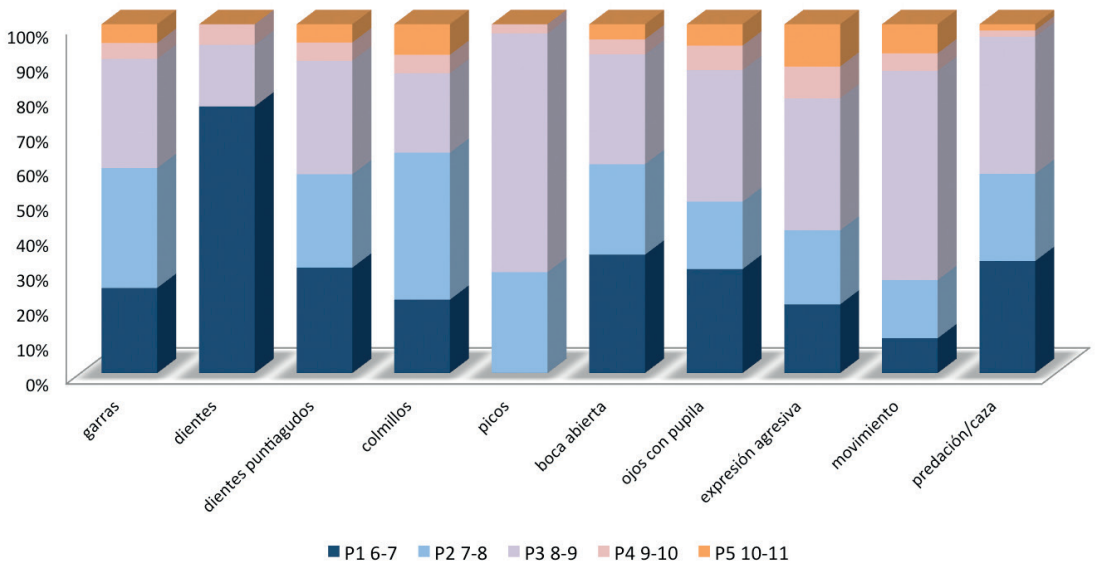


Gráfico 3: Análisis porcentual de las diferentes propiedades características de las categorías definidas en las creaciones pictóricas de los alumnos según el nivel educativo.

Las características morfológicas más representada en todos los niveles han sido las garras, normalmente representadas por líneas rectas y en algunos casos “pseudo-paralelas” que emergían del final de las extremidades (Figura 4b), seguido por los dientes puntiagudos. Las adaptaciones etológicas son frecuentemente representadas por los niños mediante bocas abiertas y ojos con pupila. Es destacable la progresiva representación de expresiones de agresividad en las creaciones pictóricas de los niños según se avanza en el nivel educativo.

Conclusiones

El análisis de las creaciones pictóricas realizadas por los niños de los diferentes grupos de Educación Primaria valorados en este estudio, sugieren que los estudiantes operan con un concepto de carnívoro más o menos amplio dependiendo de su experiencia y no tanto de la instrucción recibida a lo largo de su proceso de formación. En este sentido es destacable el alto porcentaje de dibujos asimilables a los modelos fotográficos mostrados a lo largo de la sesión didáctica, que corresponderían a representaciones de tigre, águila y orca (o los modelos asimilables), en los que además se pueden apreciar aquellas características morfológicas o etológicas relacionadas con la adaptación a la alimentación carnívora: dientes puntiagudos, garras o bocas abiertas.

Es lógico inferir por la tanto, que el aumento de la experiencia sobre los diferentes elementos del entorno que conformarían una categoría biológica, en este caso carnívoro, permitiría a los niños generalizar las regularidades, que de forma análoga presentan los animales adaptados a este tipo de alimentación, lo que explicaría el progresivo aumento de las representaciones de animales no mostrados y el alto porcentaje de “animales inventados” representados por los niños.

La representación de animales no mostrados o inventados con características definitorias de carnívoro, a lo largo del ciclo educativo, implicaría que los niños son capaces de utilizar el signo de carnívoro, es decir, aquellas regularida-

des adaptativas que les permitiría generalizar las características biológicas que análogamente, caracterizarían a los animales con este tipo de alimentación, y que de forma progresiva, mediante procesos de asociación de características comunes, son capaces de construir sus concepciones científicas, sus explicaciones respecto al entorno que les rodea, cada vez más cercanas a la realidad científica, siendo capaces de predecir acontecimientos, hechos o situaciones nuevas, re-elaborando o re-construyendo progresiva y constantemente sus conocimientos previos, dotando en este caso de características biológicas relacionadas con la predación y alimentación de presas a entidades biológicas generadas por la propia imaginación del alumno.

Estos procesos de generalización de las características análogas determinantes de carnívoro no siempre dan un resultado correcto, o al menos cercano de las explicaciones que la ciencia aceptada explica, en su forma o en su modo o con la progresividad adecuada; estaríamos hablando de las misconcepciones o concepciones equivocadas, relacionadas en la mayoría de las situaciones con una mala interpretación de las analogías, provocando errores, en la mayoría de los casos, por falta de experiencia sobre esas determinadas situaciones, hechos o acontecimientos. Y así se podría considerar que cuanto mayor grado de experiencia tienen los niños (asumimos que la edad es el primer “donante de experiencia”, por la que los niños de los niveles de educación estudiados tendrán un mayor grado de contacto experiencial con su entorno), sería menos frecuente la aparición de estas interpretaciones equivocadas, ya que podría re-elaborarlas constante y progresivamente al tener un mayor grado de contacto con los conceptos biológicos analizados en este trabajo, extrapolable, por supuesto, a la mayoría de las áreas científicas que se puedan trabajar en el aula en los procesos educativos básicos.

Desde esta perspectiva es fundamental que las instituciones educativas propicien el aprendizaje de una enseñanza científica de calidad, mediante metodología activas, en las que la experiencia de los propios niños sea la base de su desarrollo cognitivo, favoreciendo el confrontamiento entre las propias ideas, sus propias creencias, con diferentes puntos de vista, diferentes perspectivas de múltiples situaciones, con las que se potencien esas reflexiones que ayuden a los estudiantes a realizar progresivas generalizaciones cada vez más correctas, más cercanas a los conceptos científicamente aceptados y, por lo tanto, mejorando su aprendizaje.

Implicaciones educativas

Basándonos en las conclusiones de este trabajo, las autoras han considerado de utilidad aportar algunas ideas que estamos seguras ayudarán a los estudiantes a construir el conocimiento científico en el aula mucho más cercano a lo que la ciencia actual acepta y explica, promoviendo el dominio del concepto, en este caso de carnívoro, pero que se podría extrapolar a cualquier concepto relacionado con el área de las Ciencias Naturales susceptible a ser trabajado en el aula:

Aumentar las experiencias con los alumnos, presentándoles situaciones diversas, que les obliguen a repensar sus propias interpretaciones; no limitarse a los modelos clásicos de mamíferos superiores como los tigres o los leones, ampliar a peces, aves o invertebrados.

Aumentar el contacto directo con todas y cada una de estas diferentes experiencias; las nuevas tecnologías de las que disponemos en el aula nos pueden ayudar a buscar fotografías en donde los atributos característicos y esenciales de carnívoro en estas entidades biológicas pueden resaltarse. O volver a los modelos directos, tales como observar con lupas binoculares las mandíbulas de escarabajos carnívoros, por ejemplo.

Promover la investigación escolar, para que sean los propios alumnos los que sientan la necesidad de acomodar sus estructuras cognitivas al intentar interpretar las nuevas observaciones. Dotarles de las herramientas de pensamiento para que ellos aprendan a aprender, favoreciendo la calidad de los contenidos y no tanto la cantidad de los mismos.

Trabajar la utilidad de cada una de estas estructuras o atributos específicos en cada una de las experiencias desde la perspectiva de la funcionalidad biológica. ¿Para qué le sirve a un organismo como la mantis religiosa tener unas estructuras que pinchan en las patas anteriores?, ¿Podría encontrar estructuras similares en otros animales?.

Dirigir la atención de los alumnos sobre lo esencial, reconstruyendo desde el principio de la simplicidad si fuera necesario, promoviendo una generalización

correcta, independientemente del nivel del grupo clase, partiendo incluso desde los errores de interpretación de los niños, propiciando esas comparaciones que les haga observar y reflexionar sobre el concepto que están trabajando.

Cuidar específicamente los contenidos relacionados con el campo conceptual que se está trabajando en el aula, intentando no mezclar contenidos, en nuestro caso evitaríamos aquellas características morfológicas de adaptación al vuelo, o a la cubierta corporal de los animales. De la misma manera se deben de evitar también los ejemplos pictóricos que puedan inducir a error; es recomendable trabajar en positivo, es decir, mostrando experiencias que cumplirían con las características y evitando las que no las cumplen, que, aunque en un principio puedan tener como objetivo hacer reflexionar a los niños confrontando ideas, pueden ser el origen de muchos errores de interpretación.

Cuidar especialmente el lenguaje reduccionista por parte de los docentes, evitando explicaciones simplistas del tipo "carnívoro es un animal grande y agresivo".

Lo esencial es que los alumnos reflexionen, cuestionen, y entiendan el cómo se relacionan los diferentes seres vivos con su entorno. No hay que buscar carnívoros en la selva, ni leones como ejemplo de carnívoro, ni siquiera dientes puntiagudos o colmillos, hay que trabajar para que los niños entiendan que cada uno de los animales presentan adaptaciones que se han ido fijando a lo largo de la evolución, que favorecen este tipo de alimentación, como es en el caso de los carnívoros la presencia de estructuras para la depredación, tanto de agarre como para el aprovechamiento de la presa (diferentes necesidades de ingestión por ejemplo), similares entre ellas porque la utilidad biológica es la misma (estructuras análogas), pero diferentes en cuanto a la forma, la composición, la localización anatómica, o los modos de utilizarla.

Agradecimientos

Los autores del trabajo quieren expresar su más profundo agradecimiento a todos los tutores de aula y a las instituciones educativas que colaboraron de forma desinteresada para realizar este estudio, regalándonos su tiempo y su esfuerzo.

Referencias bibliográficas

- Bartoszeck, A.B.; Cosmo, C.R.; Silva, B.R. & Tunnicliffe, S.D. (2015). Concepts of plants held by young Brazilian children: An exploratory Study. *European Journal of Educational Research* 4(3), 105-117.

- Gelman, S.A. (1988). The Development of induction within natural kind and artifact categories. *Cognitive Psychology* 20, 65-95.

- Gelman, S.A. & 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.

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

- Lind, K.K. (1998). Science in early childhood: Developing and acquiring fundamental concepts and skills. *Forum on early Childhood Science: Mathematics and Technology Education*. Washington DC, 6-8 Feb. 1998.

- Melero-Alcibar, R. (2014). Modelos Mentales en los procesos iniciales de aprendizaje en Educación Infantil y Primaria. Tesis doctoral inédita. UNED, Facultad de Educación. España.

- Melero-Alcibar, R. Y Gamarra, P. (2015a). Categorización Animal en los niveles básicos de Educación Infantil y Primaria: Los carnívoros. *Indivisa: Boletín de estudios e investigación* 15, 25-50.

- Plummer, J.D.; Wasko, K.D.; Slagle, C. (2011). Children learning to explain daily celestial motion: Understanding astronomy across moving frames of reference. *International Journal of Science Education* 33(14), 1963-1992.

- Reiss, M.J.; Tunnicliffe, S.D.; Andersen, A.M.; Bartoszeck, A.; Carvalho,

G.S.; Chen, S.Y.; Jarman, R.; Jónsson, S.; Manokore, V.; Marchenko, N.; Mulemwa, J.; Novikova, T.; Otuka, J.; Teppa, S. & Rooy, W.V. (2002). An international study of young peoples' drawings of what is inside themselves *Journal of Biological Education* 36 (2), 58-64.

- Sloutsky, V. M., & Fisher, A. V. (2004). Induction and categorization in young children: A similarity-based model. *Journal of Experimental Psychology* 133, 166-188.

- Thornton, S. (1998). *La resolución infantil de problemas*. Madrid: Ediciones Morata. Serie Brumer.

- Tunnicliffe, S.D. & Reiss, M.J. (1999). Building a Model of the environment: How do children see animals? *Journal of Biological Education* 33(3), 142-148.

Fuentes electrónicas

- Brugiére, C. (2015). When is a cow not a cow?; When 6-8 year-old children draw a cow described in a story by another animal. *The Journal of Emergent Science* 9, 23-33. Recuperado el 15 de mayo de 2016 en: <http://www.ase.org.uk/journals/journal-of-emergent-science/>

- Cardak, O. (2009). Student's ideas about dangerous animals. *Asia-pacific Forum on Science Learning and Teaching* 10(2), 1-15. Recuperado el 15 de mayo de 2016 en: http://www.ied.edu.hk/apfslt/download/v10_issue2_files/cardak.pdf

- Chen, S.H. & Ku, C.H. (1998). Aboriginal children's alternative conceptions of animals and animal classification. *Proceedings of the National Science Council* 8(2), 56-67. Recuperado el 15 de mayo de 2016 en: <http://www.plosone.org/article/info%3Adoi%2F10.1371%2Fjournal.pone.0002579>

- Delorenzi, O. & Blando, C. (2008). Enseñanza y Aprendizaje en Ciencias Naturales. Construcción de un modelo didáctico [en línea]. *Voces de la educación Superior*. Publicación digital nº 2. Recuperado el 15 de mayo de 2016 en: <http://abc.gov.ar/lainstitucion/revistacomponents/revista/archivos/voces/nume->

ro01/ArchivosParaImprimir/18_.pdf

- Gómez, V. Y Gavidia, V. (2015). Describir y dibujar en ciencias. La importancia del dibujo en las representaciones mentales del alumnado. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias* 12(3), 441-455. Recuperado el 15 de mayo de 2016 en: <http://reuredc.uca.es/index.php/tavira/article/view/745>

- Kambouri, M. (2011). Children's misconceptions and the teaching of early years' science: a case study. *The Journal of Emergent Science* 2, 7-16. Recuperado el 15 de mayo de 2016 en: <http://www.ase.org.uk/journals/journal-of-emergent-science/>

- Kise, S. (2008). Diagnosing student misconceptions: Using drawings as a research method. *World Applied Science Journal* 3(2), 283-293. Recuperado el 15 de mayo de 2016 en: <http://www.idosi.org/wasj/wasj3%282%29/20.pdf>

- Kubiato, L. & Prokop, P. (2009). Pupils' understanding of mammals: An investigation of the cognitive dimension of misconceptions. *Orbis scholae* 3(2), 97-112. Recuperado el 15 de mayo de 2016 en: http://www.orbisscholae.cz/archiv/2009/2009_2_07.pdf

- Melero-Alcíbar, R. Y Gamarra, P. (2015b). Diversidad de carnívoros: el pensamiento científico en las aulas de infantil. *Tendencias Pedagógicas* 26, 51-68. Recuperado en 30 de junio de 2015 en: http://www.tendenciaspedagogicas.com/Articulos/2015_26_05.pdf

- Melero-Alcíbar, R. Y Gamarra, P. (2016). Concepciones previas de futuros docentes sobre categorización animal: animales acuáticos. *Revista electrónica de enseñanza de las ciencias*. 15(2), 240-257. Recuperado el 19 de junio de 2016 en: http://reec.uvigo.es/volumenes/volumen15/REEC_15_2_4_ex844.pdf

- Prokop, P.; Kubiato, L. & Fančovičová, J. (2007). Why do crows crow?. Children's concepts about bird. *Research in Science Education* 37, 393-405. Recuperado el 25 de mayo de 2015 en: http://www.zoo.sav.sk/prokop/publications_in_peer.htm

- Prokop, P.; Usask, M.; Zel, M. & Fančovičová, J. (2009). Children's concep-

tions of animal breathing: A cross-age and cross-cultural comparison. *Journal of Baltic Science Education* 8(3), 182-190. Recuperado el 25 de mayo de 2015 en: http://www.zoo.sav.sk/prokop/publications_in_peer.htm

- Thompson, F. & Logue, S. (2006). An exploration of common student misconceptions in science. *International Education Journal* 7(4), 553-559. Recuperado el 25 de mayo 2016 en: <http://files.eric.ed.gov/fulltext/EJ854310.pdf>

- Tunncliffe, S.D. (2015). What's inside an earthworm? The views of a class of English 7 year-old children. *The Journal of Emergent Science* 9, 42-48. Recuperado el 19 de junio de 2016 en: <http://www.ase.org.uk/journals/journal-of-emergent-science/>

- Tunncliffe, S.D.; Gatt, S.; Agius, C. & Pizzuto, S.A. (2008). Animals in the lives of young Maltese Children. *Eurasia Journal of Mathematics, Science & Technology Education* 4(3), 215-221. Recuperado el 19 de junio de 2016 en: http://www.ejmste.com/v4n3/eurasia_v4n3_tunncliffe.pdf

- Zoldosova, K. & Prokop, P. (2007). Primary pupils' preconceptions about child prenatal development. *Eurasian Journal of Mathematics, Science & Technology Education* 3(3), 239-246. Recuperado el 19 de junio de 2016 en: http://www.ejmste.com/v3n3/EJMSTE_v3n3_Zoldovska_Prokop.pdf

Anexo 1

Fotografías mostradas a los alumnos durante la sesión didáctica

