

Categorización animal en los niveles básicos de Educación Infantil y Primaria: los carnívoros.

Rosario Melero-Alcívar
Centro Superior de Estudios Universitarios La Salle. Madrid.
charibio@lasallecampus.es,

Purificación Gamarra Hidalgo
Centro Superior de Estudios Universitarios La Salle. Madrid.
p.gamarra@lasallecampus.es

Recibido: 05.06.2014
Aceptado: 14.07.2014

Resumen

Este estudio analiza las concepciones que muestran los niños que cursan Educación Infantil y Primaria sobre un concepto biológico como es el de *carnívoro* y su habilidad para clasificarlos y categorizarlos. Los participantes fueron un total de 647 alumnos de edades comprendidas entre 3 y 11 años, pertenecientes a diferentes niveles e instituciones educativas. Los alumnos dibujaron libremente un carnívoro después de una sesión didáctica programada y trabajada con los tutores de aula o el profesor responsable de la asignatura Conocimiento del Medio, en la que aparecían tres imágenes de carnívoros tipo (tigre, águila y orca). Los resultados revelan las dificultades que muestran los niños 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 analiza cuál puede ser el origen de los errores de interpretación que muestran las representaciones pictóricas. Se aportan algunas sugerencias metodológicas desde la perspectiva de la enseñanza de las Ciencias.

Palabras clave:

Concepciones biológicas, carnívoros, clasificación animal, Educación Infantil, Educación Primaria.

Animal categorization in the basic levels of early years and Primary Education: The carnivorous ones.

Abstract

The current study analyses the conceptions that children from early years and primary level have about biological concept like carnivorous and their ability to classify and categorise them. A total of 647 students, aged 3-11 years, were recruited from several level and educational institutions. The pupils drew freely the carnivorous one after a didactic session programmed and worked with the tutors of classroom or the teacher of science, in that there were appearing three images of carnivorous types (tiger, eagle and killer whale). Our results revealed the difficulties that early years and primary education children have in regard to animal taxonomy. Students categorised these animals according to locomotion or habitat criteria instead of scientific criteria. There are analyzed which could be the origin of the misconception that show the pictorial representations. Some methodological suggestions are proposed from the perspective of the education of science.

Key words:

Biological conceptions, carnivorous, animal classification, Early years and Primary level.

Introducción

Los niños, desde edades muy tempranas, ya poseen sus propias ideas o concepciones sobre el entorno que les rodea, siendo capaces de categorizar los elementos del entorno asociándolos mediante características que su experiencia les hace considerar importantes (Inagaki & Hatano, 2006; Prokop *et al.*, 2007; Shepardson *et al.*, 2007; Zoldosova & Prokop, 2007; Tunnicliffe *et al.*, 2008; Prokop *et al.*, 2009).

El término “concepción” implica una representación mental de los objetos, hechos y situaciones de la realidad de configura el entorno del individuo (Kubiak & Prokop, 2009), en las que hay que tener en cuenta dos orígenes diferentes (Ibid.):

- a) Aquellas que proceden de la experiencia cotidiana de los niños, en las que factores como los socioculturales y religiosos por un lado y la psicología y biología del individuo -el propio “punto de vista”- por otro, influyen mayoritariamente y que son denominadas preconcepciones.
- b) Aquellas que son el resultado de la educación reglada a partir de cualquiera de las estrategias metodológicas que se implementan a lo largo del periodo educativo.

En cualquier caso, estas ideas previas permiten la categorización de los elementos observados, es decir, con ellas interpretan los fenómenos, hechos o si-

tuaciones que acontecen en todo aquello que configura su entorno.

En las categorizaciones más simples se asocian elementos que pueden ser afines (Nguyen & Murphy, 2003), como por ejemplo león-selva, ya que estos dos elementos suelen ser representados conjuntamente, o aquellas que tienen funciones comunes, filete-patatas fritas, si esos elementos son experimentados por los niños siempre en la misma situación y de forma conjunta; en este caso cumplen el mismo rol: "comida".

Un nivel superior de categorización correspondería a la asociación abstracta de elementos organizados jerárquicamente: ser vivo-animal-vertebrado-mamífero, a partir de propiedades que a menudo no son morfológicas ni de utilidad como en los casos anteriores, un animal no está definido por la situación en la que se encuentra y no se define a partir de las relaciones que establece con otros elementos del entorno (Nguyen & Murphy, 2003), es animal porque tiene propiedades propias: nace, crece, se alimenta de una determinada manera...; de forma habitual este tipo de categorización es el utilizado en los procesos de enseñanza-aprendizaje escolares.

Las concepciones que tienen los niños, y por lo tanto las categorizaciones que realizan, no tienen por qué ser, en todos los casos, iguales a aquellas que son aceptadas por la comunidad científica en su forma o en su modo, denominándose misconcepciones cuando no se ajustan a esta realidad científica (Thompson & Logue, 2006; Tunnicliffe *et al.*, 2008; Kubiátko & Prokop, 2009). 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 menor medida de lo que la ciencia establecida y aceptada explica (Köse, 2008; Tunnicliffe *et al.*, 2008), representarían, por tanto, una incorrecta interpretación del entorno, un "mal entendido" inducido a partir de la experiencia del individuo (Kubiátko & Prokop, 2009).

Es importante, desde la perspectiva del trabajo en el área de la enseñanza de las ciencias delimitar aquellos conceptos que se van a tratar en el aula, describiendo cuál sería la concepción más cercana a la realidad científica, en este caso de "carnívoro"; son considerados carnívoros a los organismos caracterizados fundamentalmente por la ingestión de otros animales, y que presentan adaptaciones morfológicas y conductuales para la caza, sujeción y ingestión de la carne de la presa.

Algunas de estas adaptaciones morfológicas serían estructuras de sujeción y/o despedazamiento de la presa, que se pueden situar o bien en las extremidades, como las garras de aves cazadoras o las garras de los felinos, las estructuras quitinizadas afiladas que presentan algunos insectos como la mantis religiosa e incluso las estructuras pilosas a modo de espinas que presentan las hojas de

algunas plantas para atrapar pequeños insectos y digerirlos posteriormente. También se consideran adaptaciones morfológicas a la depredación estructuras relacionadas con el aparato digestivo, como los dientes puntiagudos o los picos afilados de las aves, o estructuras similares como los sistemas desgarradores que tienen los calamares. En cualquier caso, estas estructuras tienen como característica común que ayudan al organismo a cortar y desgarrar con más eficacia la carne de sus presas.

Las adaptaciones conductuales o comportamentales 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 predación, y por consiguiente posee una serie de características conductuales y morfológicas específicas de modo que convergen adaptativamente en unas formas básicas, análogas en cada grupo de organismos (en biología dos estructuras se definen como análogas cuando, aún teniendo diferente origen evolutivo, cumplen funciones semejantes y son parecidas morfológicamente). Así se pueden considerar análogas piezas bucales como el pico de loro de los calamares y el pico de las águilas; o los dientes cónicos y puntiagudos de los peces carnívoros, como en las merluzas o las pirañas y los de mamíferos como los dientes de las orcas.

Dentro del mundo animal, se ha descrito como los niños categorizan y clasifican utilizando rasgos de adaptaciones morfológicas a un hábitat o a una alimentación determinada más que por sus características biológicas y filogenéticas (Tunncliffe & Reiss, 1999; Kattmann, 2001; Yen, Yao & Chiu, 2004; Tunncliffe *et al.*, 2008; Cardak, 2009; Prokop *et al.*, 2009). En los procesos de aprendizaje los estudiantes aprenden las características mediante categorizaciones puntuales de los elementos del entorno, normalmente representado por un concepto cerrado; a partir de esta categorización básica, en el proceso de instrucción, se van añadiendo elementos nuevos, pero no relacionados entre ellos (Gutiérrez, 1996). Por ejemplo “el león es un carnívoro porque come carne”, sería el primero de los elementos, al que se le añadirían “el tigre es carnívoro”, “el lobo es carnívoro”,.... pero no se relacionan entre ellos. Los niños así, van aumentando la lista de carnívoros conocidos según van conociendo nuevos animales representados por esa categoría biológica, no produciéndose una generalización del concepto de carnívoro hasta avanzados niveles de conocimiento, y posiblemente, si no hay una intervención educativa adecuada, este concepto estará basado en la lógica, pero será científicamente inexacto, formulándose carnívoro, por ejemplo como animal tetrápodo, mamífero, de características similares a las de un gran felino, lo que implicaría falta de conocimiento, o atribuyendo características de carnívoro, como dientes puntiagudos, a animales que no lo son, como los toros; estos errores de interpretación corresponden a lo que previamente se ha definido como concepciones y son el objeto de nuestro estudio.

Uno de los instrumentos más utilizados en investigaciones sobre concepciones e ideas previas ha sido el análisis de dibujos realizados por los niños (Reiss *et al.*, 2002; Köse, 2008; Prokop *et al.*, 2007; Tunnicliffe *et al.*, 2008; Cardak, 2009; Urones *et al.*, 2010; Lemma, 2013). Los niños expresan sus ideas mediante dibujos desde muy pequeños, por lo que las creaciones pictóricas realizadas por ellos, pueden ser la base de análisis e investigaciones que permitan conocer lo que los niños tienen en la mente cuando la capacidad lingüística no esté desarrollada (Köse, 2008), e incluso a realizar comparaciones cuando las lenguas en las que se expresan los niños no son iguales (Tunnicliffe *et al.*, 2008).

El propósito del estudio en este caso fue investigar, analizar y valorar las concepciones o atributos relacionados con el concepto de carnívoro que muestran los escolares de los primeros niveles educativos (Educación Infantil y Primaria) y su habilidad para categorizar y clasificar diferentes animales adaptados a la alimentación carnívora.

Desde esta perspectiva se plantean tres objetivos básicos en el trabajo:

- Conocer que características biológicas utilizan los niños para representar la adaptación a la alimentación carnívora.
- Detectar que tipo de errores muestran los niños en sus representaciones pictóricas al categorizar carnívoros.
- Analizar el posible origen de los errores de interpretación representados por los niños en sus creaciones pictóricas.

Para la consecución de estos objetivos se han utilizado las creaciones pictóricas libremente elegidas por los niños después de una sesión de aula en la que se trabajó el concepto de carnívoro mediante fotografías que ejemplificaban algunos carnívoros tipo.

Metodología

Muestra objeto de estudio.

Con el propósito de poder inferir generalidades en el proceso de desarrollo cognitivo de los niños de edades comprendidas entre los 3 y los 11 años en cuanto a las posibles concepciones activadas por los estudiantes cuando se trabaja una sesión didáctica sobre un concepto biológico, en este caso *carnívoro*, se consideró de interés ampliar el espacio muestral a diferentes colegios y situaciones educativas por su situación social y/o lingüística, aunque para este estudio se unifican los datos y en el análisis no se tienen en cuenta las diferencias de género o procedencia de los estudiantes.

Un total de 647 alumnos pertenecientes a diferentes entidades educativas de Madrid (CEIP Zola), Granada (CEIP Isabel la Católica), Bilbao (CE Santísima

Trinidad; CEP Mencía) e Irlanda (Bandon Bridged NS), y de diferentes niveles educativos aportaron sus creaciones pictóricas para este trabajo; en la siguiente tabla se muestra un resumen de la organización de los estudiantes (Tabla 1):

		CEIP ZOLA		CE SANTÍSIMA TRINIDAD		CEP MENDIA		CEIP ISABEL LA CATOLICA		BANDON BRIDGE NS		total
		♂♂	♀♀	♂♂	♀♀	♂♂	♀♀	♂♂	♀♀	♂♂	♀♀	
ED. INFANTIL	3-4 a	34	33									67
	4-5 a	28	33	5	9	6	9			5	5	100
	5-6 a	32	30	15	15			5	15	8	14	137
	total	94	96	20	24	6	9	5	15	13	19	301
ED. PRIMARIA	6-7 a	36	36	8	6	4	5			11	7	113
	7-8 a	26	37			11	8			11	15	108
	8-9 a	30	38							16	13	97
	9-10 a									9	5	14
	10-11 a									7	7	14
	total	92	111	8	6	15	13	0	0	54	47	346
Total general de la muestra												647

Tabla 2. Aportes del e-learning en el contexto organizativo. Fuente: Elaboración propia.

La recogida de datos se llevó a cabo en el momento en el que los estudiantes trabajaban el bloque de contenido de animales para que la secuencia metodológica de los diferentes grupos participantes fuera mínimamente distorsionada y fue el tutor de aula o el responsable del área de conocimiento del medio el que llevó la sesión didáctica.

Instrumento.

Inicialmente se planteó una sesión didáctica trabajada con el tutor de aula o responsable del área de conocimiento del medio en su caso, configurada por tres fotografías que representaban 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. Se pidió al profesor del aula que intentara motivar para que los niños realizaran la observación hacia las características definitorias de carnívoro (estructuras adaptadas para desgarrar o sujetar a las presas: colmillos, garras, dientes puntiagudos,..), teniendo especial cuidado en no ser el que las nombre, pero mostrando especial interés cuando los niños las hayan nombrado, y propiciando que ellos mismos comparasen las diferentes estructuras observadas. En este caso el lenguaje gestual del profesor puede ser de gran ayuda para dirigir la atención del grupo clase hacia las características de carnívoro sugeridas en las imágenes. 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 por las autoras de este trabajo basándose en criterios morfológicos y adaptación a la alimentación carnívora. Todas las imágenes han sido seleccionadas de las disponibles libres que se pueden encontrar en Internet (ver anexo 1).

Categorización animal en los niveles básicos de Educación Infantil y Primaria: los carnívoros.

Inmediatamente después de la sesión didáctica se pidió a cada uno de los niños que dibujara un carnívoro que le gustase, partiendo de la base de que estas creaciones pictóricas representarían aquello que los niños entenderían como básico y fundamental del concepto que habían trabajado (Reiss 2002). Cada estudiante rotuló su dibujo con el nombre del animal representado; los profesores de aula se aseguraron de que todas las representaciones iban nominadas, preguntando a los niños cuando entregaban su trabajo sobre lo que habían pintado en caso de duda.

Para el análisis y la valoración de los datos recogidos a partir de las interpretaciones de las creaciones pictóricas de los niños, se definieron dos tipos de categorías en la que se incluirán aquellas características, que desde el punto de vista biológico, tienen que ver con las adaptaciones al sistema de alimentación carnívoro.

La primera categoría corresponde con las adaptaciones morfológicas, estructuras especialmente diseñadas para sujetar y/o despedazar a la presa, que se pueden situar o bien en las extremidades, como las garras de aves cazadoras o las garras de los felinos, o relacionados con el aparato digestivo: dientes, como en los mamíferos y reptiles, o picos afilados en aves o como el aparato desgarrador de los calamares.

En cualquier caso, estas estructuras ayudan al animal a sujetar y cortar o desgarrar con más eficiencia la carne de las presas capturadas y, que de forma análoga, presentan los individuos que presentan este tipo de alimentación: dientes puntiagudos, colmillos, garras, picos curvados o estructuras similares.

La segunda categoría corresponde a las adaptaciones etológicas, definidas como aquellas características de comportamiento que implican actitudes de alerta, ataque o depredación a la presa: boca abierta, ojos abiertos, expresiones agresivas, movimientos o actitudes de caza.

En cada uno de los dibujos se valoran dos tipos de elementos de análisis, primeramente el tipo de animal representado, ya que de forma específica se pretendía valorar el tipo de animal que era considerado carnívoro por los niños, y por otro lado las características biológicas representadas con el fin de inferir las razones por las que ese animal era considerado carnívoro:

- Tipo de animal representado (carnívoro/no carnívoro), considerándose en este caso acierto cuando la creación pictórica realizada por los niños correspondía a un ser vivo adaptado a la alimentación carnívora y error cuando el dibujo no representaba a un carnívoro. Dentro de error se diferencia si el elemento representado, lo era de forma básica, no diferenciándose elementos definitorios de carnívoro (como figuras antropomórficas, figuras de animales simples (pez, tetrápodo básico); este tipo de error era considerado

tipo I (bajo conocimiento biológico). Se consideraba error tipo II cuando el dibujo representaba a un animal no carnívoro, considerando en este caso, una atribución equivocada, o error de interpretación respecto a las adaptaciones a la alimentación carnívora (dibujar un loro correspondería a este tipo de error).

- Características biológicas representadas, considerándose en este caso acierto cuando en las creaciones pictóricas de los niños se diferencian estructuras morfológicas y representaciones de características etológicas atribuibles a un ser vivo adaptado a la alimentación carnívora, y error cuando en el dibujo no cumplía ambos elementos de análisis. Como en el caso anterior se considera error tipo I a las representaciones pictóricas en las que no se aprecian características morfológicas, etológicas o ambas en los animales representados, y error tipo II a las creaciones que representaban atributos de carnívoro morfológicos o etológicos a animales que no lo son, considerándose entonces, errores de interpretación.

Para valorar el posible grado de dependencia entre las diferentes variables estudiadas, se aplica una prueba estadística de Chi-cuadrado con el fin de detectar regularidades en el análisis de las representaciones realizadas por los niños.

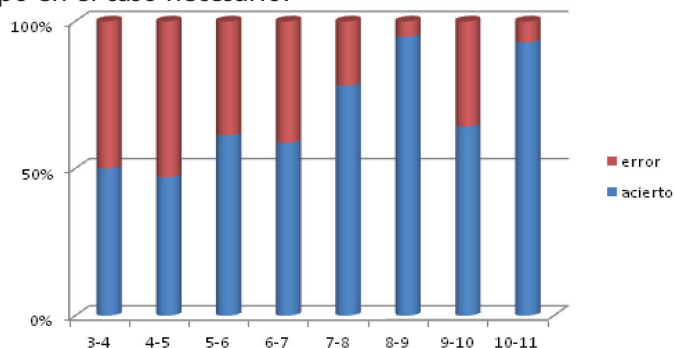
Para este estudio no se tienen en cuenta las diversidades en cuanto al sexo o la procedencia de los niños.

Resultados y discusión

Representaciones pictóricas de carnívoro.

Inicialmente se realiza la prueba estadística de Chi-cuadrado de comparación entre las respuestas obtenidas (acierto-error) de los alumnos en los distintos niveles educativos, para detectar posibles diferencias en estos niveles.

El resultando fue no significativo ($\chi^2=1,8$ [7gl, $p \geq 0,05$]) por lo que el análisis de las respuestas se trata de forma global, indicando algunas peculiaridades de cada grupo en el caso necesario.



Gráfica 1: Porcentajes a lo largo de los diferentes niveles educativos de acierto (representación de carnívoro) o error (representación de no carnívoro) en las creaciones pictóricas de los niños.

Categorización animal en los niveles básicos de Educación Infantil y Primaria: los carnívoros.

El análisis de las creaciones pictóricas de animales carnívoros/no carnívoros se observa en la gráfica 1 y en la tabla 2, en donde se puede apreciar que la mayoría de los alumnos representaron animales con alimentación carnívora.

	I1 3-4	I2 4-5	I3 5-6	P1 6-7	P2 7-8	P3 8-9	P4 9-10	P5 10-11	TOTALES
acierto	9	32	76	64	79	91	9	13	373
error	9	36	48	45	22	5	5	1	171

PORCENTAJES	I1 3-4	I2 4-5	I3 5-6	P1 6-7	P2 7-8	P3 8-9	P4 9-10	P5 10-11	TOTALES
acierto	50	47.1	61.3	58.7	78.2	94.8	64.3	92.9	68.6
error	50	52.9	38.7	41.3	21.8	5.2	37.5	7.1	31.4

Tabla 2: Número de dibujos y porcentajes relativos (parte inferior de la tabla) en los que se representan acierto (representación de carnívoro) o error (representación de no carnívoro) en las creaciones pictóricas de los niños.

El análisis pormenorizado de los diseños de los niños que no corresponderían a la denominación de "carnívoro" nos conduce a diferenciar dos tipos de errores; el primero de ellos correspondería a lo que podemos denominar un bajo conocimiento biológico o a dibujos muy generales en los que no se representan animales determinados, tales como figuras de tetrápodos básicos, pájaros, peces o figuras antropomórficas; el porcentaje general de este tipo de creaciones pictóricas se situaría en el 90,6 % de las creaciones pictóricas analizadas. Este tipo de error implicaría que los niños están avanzando cognitivamente en la adquisición del concepto de carnívoro, aunque todavía su interpretación de la realidad esté alejada de aquella científicamente aceptada. A lo largo de los distintos niveles educativos, este tipo de error es el que aparece mayoritariamente sobre todo hasta el segundo nivel educativo de primaria (7-8 años) con valores superiores al 85% de los errores considerados globalmente (tabla 3).

	Nº dibujos	E. Tipo I	E. Tipo II
I1 3-4	8	87.5%	12.5%
I2 4-5	37	97.3%	2.7%
I3 5-6	46	93.5%	6.5%
P1 6-7	44	90.9%	9.1%
P2 7-8	23	91.3%	8.7%
P3 8-9	6	66.7%	33.3%
P4 9-10	5	60.0%	40.0%
P5 10-11	1	0.0%	100%

Tabla 3: Porcentajes de los tipos de errores que representan los niños en las creaciones pictóricas a lo largo de los niveles educativos.

El segundo tipo de error correspondería a lo que diferentes autores han denominado misconcepciones (Thompson & Logue, 2006; Kubiátko & Prokop, 2009), 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 identificado un número relativamente bajo de este tipo de interpretaciones equivocadas: el 9,4% de las representaciones pictóricas que no se ajustaban al modelo de carnívoro pedido corresponderían a este error tipo II y aparecen a lo largo de todo los niveles educativos (ver frecuencias en tabla 3).

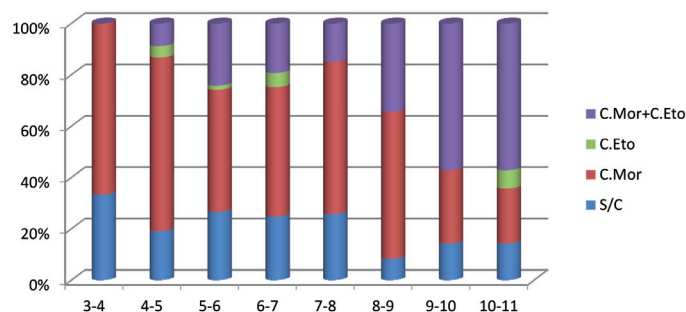
En el total de los dibujos analizados se han encontrado un total de 9 mis-concepciones o interpretaciones equivocadas:

- El loro es carnívoro.
- Los pollos de gallina son carnívoros.
- El flamenco es carnívoro.
- El caballo es carnívoro.
- El toro es carnívoro.
- La jirafa es carnívoro.
- El cangrejo es carnívoro.
- La hormiga es carnívora.
- Las mariposas son carnívoras.

Como se puede apreciar la mayoría de estas interpretaciones equivocadas tienen que ver con analogías anatómicas entre diferentes animales: el flamenco y el loro, por ejemplo tienen picos similares a los picos de rapaces, con el miedo, o la percepción de fiereza que tenemos respecto a algunos animales como los insectos o animales de gran tamaño como el toro. Más adelante se analiza y discute el origen de estos errores de interpretación.

Características biológicas representadas.

El análisis de los dibujos que representaron animales carnívoros y sus características biológicas, tanto morfológicas (adaptaciones morfológicas a la caza y predación de presas como dientes, colmillos o garras) como etológicas (actitudes de caza, alimentación, aspecto de agresividad o fiereza,...) se observa en la gráfica 2.



Gráfica 2: Porcentajes a lo largo de los diferentes niveles educativos de las características biológicas representadas en las creaciones pictóricas de los niños. S/C: sin características de carnívoro; C. Mor: representación con características morfológicas de carnívoro (garras, dientes puntiagudos,...); C. Eto:

Categorización animal en los niveles básicos de Educación Infantil y Primaria: los carnívoros.

representación con características etológicas (acción de caza o alimentación de presas,...); C.Mor + C.Eto: representaciones de ambas características biológicas de carnívoro.

De la misma manera que para el análisis de las representaciones pictóricas de carnívoro, se aplica un test de relación entre variables Chi-cuadrado para valorar el posible grado de dependencia entre la representación de las diferentes características de carnívoro (sin características; sólo características morfológicas; sólo características etológicas, ambas características morfológicas y etológicas) en los distintos niveles educativos considerados; de la misma manera para la detección de regularidades en el análisis de las diferentes características representadas por los niños en las creaciones pictóricas, no se tienen en cuenta las diversidades en cuanto al sexo o la procedencia de los niños. El resultando fue no significativo ($\chi^2=0$ [21gl, $p \geq 0,05$]), por lo que el análisis de las respuestas se trata de forma global, indicando algunas peculiaridades de cada grupo en el caso necesario.

En este caso, se vuelve a observar que aunque los niños hayan evolucionado progresivamente hacia la adquisición de conceptos biológicos durante su formación académica, se mantienen a lo largo del periodo educativo analizado, concepciones alejadas de la realidad científica en cuanto al concepto de carnívoro. Desde esta perspectiva se podrían considerar errores los dibujos de los niños en los que no están representadas ninguna de las características (ni morfológicas ni etológicas) asignadas previamente al concepto, o a aquellos en los que faltase alguna de ellas; este tipo de error, que vamos a considerar de nuevo error tipo I, implicaría una falta de experiencia sobre el propio significado del concepto, y correspondería en este caso a la mayoría de creaciones pictóricas analizadas (76, 7% consideradas globalmente), que aún representando un animal carnívoro, no se ajustan a lo que la realidad científica acepta y explica (tabla 4).

	Nº dibujos	E. Tipo I	E. Tipo II
I1 3-4	9	88.9%	11.1%
I2 4-5	37	81.1%	18.1%
I3 5-6	44	75%	25%
P1 6-7	53	69.8%	30%
P2 7-8	67	73.1%	26.9%
P3 8-9	61	83.6%	16.4%
P4 9-10	6	83.3%	16.7%
P5 10-11	6	66.7%	33.3%

Tabla 4: Porcentajes de los tipos de errores en cuanto a las características de carnívoro que representan los niños en las creaciones pictóricas a lo largo de los niveles educativos.

Considerando el segundo tipo de error como una interpretación equivocada de las características de carnívoro representadas en las creaciones pictóricas de los niños, el 23,3% de los dibujos corresponderían a este tipo de error (ver frecuencias en tabla 4).

En el total de los dibujos analizados se han encontrado un total de 15 misconcepciones o interpretaciones equivocadas, alejadas de la realidad que la Ciencia explica en cuanto a las características morfológicas de los animales representados:

- La mantis religiosa (insecto) tiene un par de colmillos.
- El pulpo tiene dientes puntiagudos.
- La serpiente tiene muchos dientes en la boca.
- La serpiente tiene todos los dientes puntiagudos.
- Los flamencos tienen dientes puntiagudos.
- Los flamencos tienen garras.
- Los tigres tienen las piezas dentarias en forma de diente puntiagudo.
- Los leones tienen las piezas dentarias en forma de diente puntiagudo.
- los perros tienen las piezas dentarias en forma de diente puntiagudo.
- los lobos tienen las piezas dentarias en forma de diente puntiagudo.
- los toros tienen dientes puntiagudos.
- los toros tienen garras en sus extremidades.
- los osos tienen las piezas dentarias en forma de diente puntiagudo.
- los caballos tienen las piezas dentarias en forma de diente puntiagudo.
- los monos tienen las piezas dentarias en forma de diente puntiagudo.

Además se pueden señalar dos interpretaciones erróneas en cuanto al comportamiento:

- Los murciélagos cazan presas vivas.
- Los pingüinos despedazan presas, por lo que "producen manchas de sangre" en su alimentación.

Es destacable en este caso que la mayoría de estos errores de interpretación, que se repiten a lo largo de todo el periodo educativo analizado, correspondería a la asignación de todas las piezas dentarias en forma cónica (dientes puntiagudos) a aquellos animales con alimentación carnívora: tigres, leones, perros, lobos, pulpos, serpientes,...(tabla 5; figura 1).

	E. TipoII	D.puntiagudos
I1 3-4	1	1
I2 4-5	7	7
I3 5-6	11	11
P1 6-7	16	16
P2 7-8	18	18
P3 8-9	10	8
P4 9-10	1	1
P5 10-11	2	2

Tabla 5: Comparación entre los errores de interpretación (Errores tipo II) totales y errores tipo II correspondientes a la representación de todas las piezas dentarias en forma cónica (dientes puntiagudos).

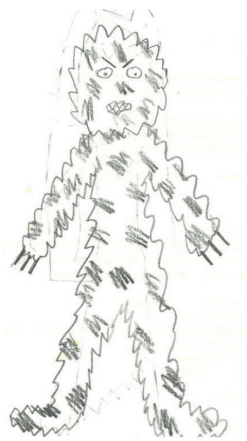


Figura 1: Representación pictórica del hombre lobo con las piezas dentarias en forma cónica (dientes puntiagudos) (IP_509 Mujer 11 años).

Origen de los errores de interpretación.

El origen de estos errores de interpretación o misconcepciones puede estar relacionado con las dos fuentes de formación de las concepciones; por un lado, las propias experiencias diarias de los estudiantes, que pueden carecer de los elementos esenciales para realizar interpretaciones cercanas a la realidad científica de los hechos observados en su entorno; considerar por ejemplo que únicamente son aves los animales con capacidad de vuelo es una de los errores de interpretación más frecuentes entre los escolares y los adultos en general (Cardak, 2009; Chen & Ku, 1998; Kattmann, 2001; Tekkaya, 2002; Trowbridge & Mintzes, 1985; Prokop, Kubiátko & Fančovičová, 2007). En este sentido la categorización de carnívoro de un animal por parte de los niños estaría relacionada con su experiencia sobre este tipo de adaptación a la alimentación carnívora, reducida a los grandes animales depredadores como el león, el tigre o el tiburón, ampliamente representados en las creaciones pictóricas de los niños.

Otro factor esencial en la formación de estas interpretaciones erróneas correspondería a las creencias socio-culturales, basadas en relatos, historias o cuentos infantiles, que pasan de generación en generación (Tekkaya, 2002; Tunnicliffe *et al.*, 2008; Prokop & Tunnicliffe, 2008; Kubiátko & Prokop, 2007, 2009); Los cuentos infantiles representan a los animales desde una visión antropocéntrica, basados normalmente en una dicotomía bueno-malo, doméstico-salvaje, que favorecería categorizaciones cerradas, simples, que serían obstáculos para realizar interpretaciones de comportamientos más complejos y cercanos a la realidad científica (Mateos, 1998); normalmente son los grandes felinos como el león o el tigre, o los tiburones, mostrados como animales agresivos, peligrosos, con capacidad de atacar y por lo tanto peligrosos para el hombre, los que representarían a la categorización de carnívoro, favoreciendo que otros animales con capacidad de ataque no relacionada con la alimentación y sí con la defensa, sean considerados como feroces y por lo tanto carnívoros, como el oso, con alimentación frugívora mayoritariamente (figura 2a). Este proceso también se da a la inversa, de tal manera que culturalmente los delfines son considerados amigables y por lo tanto, representados sin características a la adaptación a la alimentación carnívora (figura 2b).

Un ejemplo claro de la importancia de los factores socioculturales en la formación de estas interpretaciones erróneas sería el murciélago; este mamífero volador, en las culturas tradicionales Europeas, ha sido considerado como un animal agresivo para el ser humano, relacionado con la succión de sangre, mayoritariamente humana, y por lo tanto considerado por el hombre como feroz, agresivo, dañino,.. capaz de cazar y depredar al humano (Kubiátko & Prokop, 2007; Prokop & Tunnicliffe, 2008). En la figura 3 se representa la creación pictórica de un niño que dibuja estas características en un murciélago: colmillos y lo que puede parecer una gota de sangre, aunque el dibujo no está coloreado; ojos oblicuos con pupila y boca abierta que le dan aspecto de fiereza, incluido en una escena con otros animales con expresión de miedo o muertos.



Categorización animal en los niveles básicos de Educación Infantil y Primaria: los carnívoros.

Figura 2: Representaciones pictóricas correspondientes a errores de interpretación: a) Oso con características típicas de carnívoro (IP_317 Varón 9 años); b) Delfines amigables sin características de carnívoro (IP_413 Mujer 9 años).



Figura 3: Representaciones pictóricas correspondientes a errores de interpretación: Murciélago con características atribuibles a depredadores de presas de gran tamaño como los colmillos; (IP_413 Mujer 9 años).

Realmente en este ejemplo al murciélago se le atribuyen características de carnívoro de gran tamaño, y aunque son carnívoros (insectívoros) en alguno de los casos, es clara en este caso la influencia del mito “murciélago-vampiro”.

Un tercer factor a tener en cuenta en el proceso de generación de estos errores de interpretación son los conflictos que se producen entre las creencias propias y los conceptos aprendidos (Mateos, 1998; Tekkaya, 2002), los estudiantes combinan ambos recursos, creando nuevas interpretaciones sobre el entorno que les rodea, conceptualizando, en muchos casos, de manera equivocada. Un ejemplo de este conflicto aparece está representado en la figura 4; en esta creación pictórica generada por un alumno de 7 años se representa un toro con características típicas de carnívoro como la presencia de dientes puntiagudos o garras en las patas.

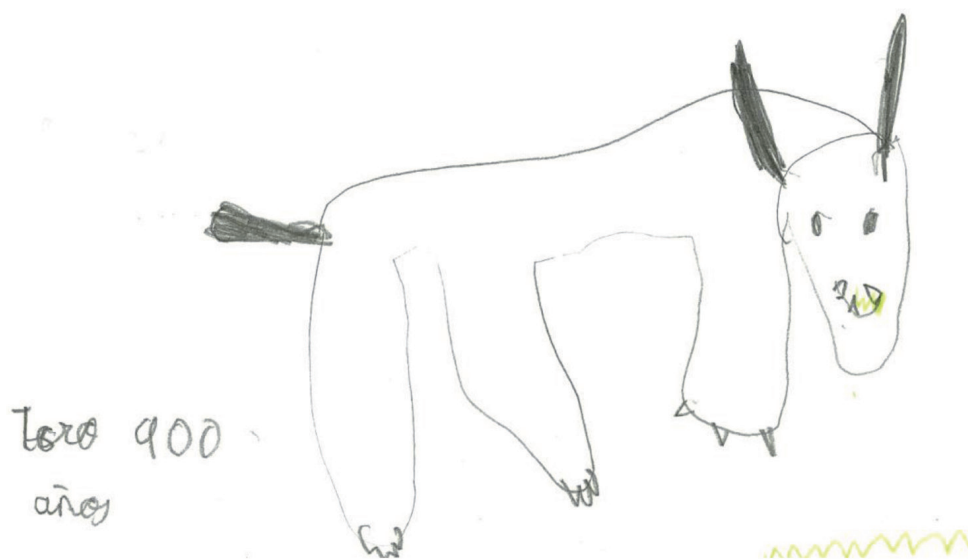


Figura 4: Representación pictórica correspondientes a errores de interpretación: Toro con características típicas de carnívoro (MP_210 Varón 7 años)

En este caso una posible explicación de este proceso de interpretación errónea sería:

- Creencia propia: animal tetrápodo de gran tamaño, mamífero, como el tigre o el león es carnívoro.
- Concepto aprendido: En los animales carnívoros se presentan determinadas estructuras anatómicas como las garras, los colmillos, los dientes puntiagudos, o los picos curvos en las aves, que permiten a los animales capturar y alimentarse de presas.
- Nueva interpretación: El toro es carnívoro porque cumple ambos criterios, es grande, es tetrápodo y tiene unas estructuras puntiagudas: los cuernos.

Otros ejemplos de estas atribuciones erróneas a la alimentación carnívora puede apreciarse en animales de gran tamaño como el caballo o la jirafa, tetrápodos y mamíferos que son representados con estructuras atribuibles a dientes puntiagudos como en el caso del caballo (figura 5a) y ligera expresión de fiereza; o sin características específicas como en el caso de la jirafa (figura 5b).

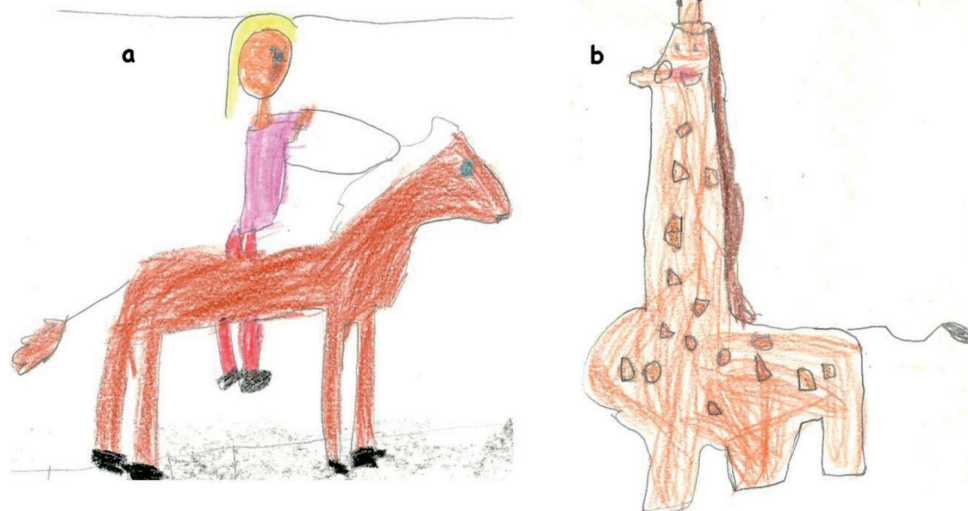


Figura 5: Representaciones pictóricas correspondientes a errores de interpretación: a) Caballo con características típicas de carnívoro, en este caso dientes puntiagudos ligera expresión de fiera o agresividad (BGI_314 Mujer 5 años); b) Jirafa sin características de carnívoro (BGI_325 Varón 5 años).

De una forma similar se pueden interpretar, que aquellos animales que nos dan miedo o al menos nos generan cierto recelo, como pueden ser los insectos, considerados socioculturalmente como animales con capacidad de atacar, agresivos y feroces (Mateos, 1998), tienen estructuras morfológicas de adaptación a la alimentación carnívora típicas de los grandes vertebrados como los colmillos, garras o dientes puntiagudos; este tipo de errores de interpretación está claramente representado en las figura 6a y b, en donde aparecen insectos con estructuras típicas de alimentación carnívora de animales vertebrados y mamíferos: colmillos y dientes puntiagudos.

Es destacable que en un porcentaje muy alto de las creaciones pictóricas consideradas como errores tipo II en cuanto a las características morfológicas representadas (96,7%), los niños pintasen las piezas dentarias en forma cónica, es decir, todos los dientes puntiagudos, que representarían agresividad y ferocidad en esos animales, ejemplo de esto es la representación de los dientes puntiagudos en el hombre lobo (figura 1), en la hormiga (figura 6a) o las representaciones de tigres o leones con este tipo de error de interpretación (figura 7).

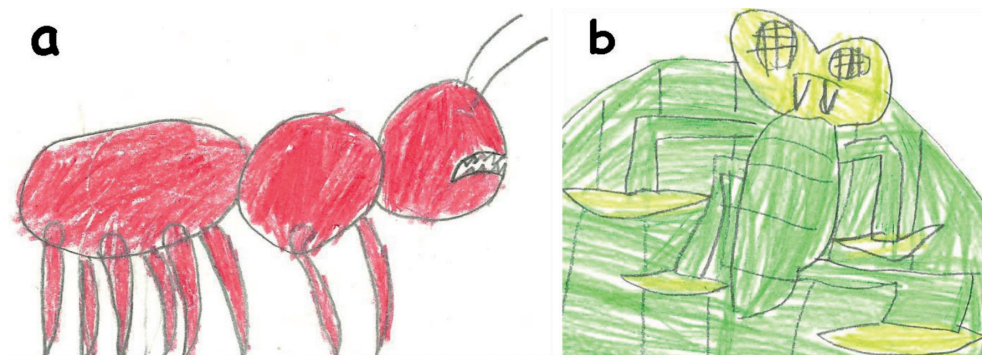


Figura 6: Representaciones pictóricas correspondientes a errores de interpretación: a) Hormiga con características típicas de carnívoro, en este caso dientes puntiagudos, y ojo oblicuo que le da un aspecto de cierta agresividad (IP_409 Varón 10 años); b) Mantis religiosa con adaptaciones morfológicas a la alimentación carnívora (colmillos) (GI_316 Mujer 5 años).

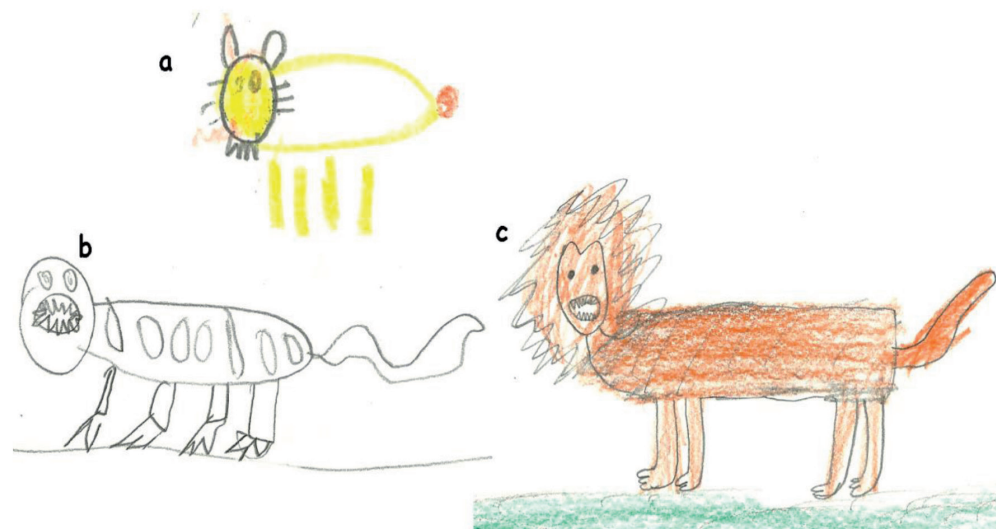


Figura 7: Representaciones pictóricas correspondientes a errores de interpretación: dientes puntiagudos; a) BMP_205 Varón 7 años; b) MP_214 Varón 7 años; c) MP_341 Mujer 8 años.

Un último ejemplo de estas interpretaciones erróneas correspondería al flamenco dotado con dientes puntiagudos y garras en las patas, y cazando peces, posiblemente relacionado con el modelo de águila mostrado durante la sesión didáctica de aula, y que es dibujado por una niña de 8 años (figura 8):



Figura 8: Representación pictóricas correspondientes a errores de interpretación: Flamenco con características típicas de carnívoro (IP_318 Mujer 8 años).

Un último factor a tener en cuenta para explicar el origen de estos errores de interpretación o misconcepciones parte de la información teóricamente científica que es aportada en el aula: los libros de texto y los profesores.

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 (Hatano & Inagaki, 1997; Köse, 2008; Garrido *et al.*, 2009; Urones *et al.*, 2010; Melero-Alcibar & Gamarra, 2014 (datos no publicados)). Los profesores deben ayudar a los estudiantes en el proceso de generalización, direccionando la atención de los niños hacia lo esencial, en este caso hacia utilidad de las estructuras específicas a la alimentación carnívora en diferentes entidades biológicas, potenciando la reflexión para conseguir interpretaciones de las situaciones o hechos del entorno lo más cercanas a la realidad científica. Si el docente utiliza únicamente ejemplos típicos estos procesos de generalización no se producen fácilmente y pueden inducir a interpretaciones equivocadas.

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.

Es por lo tanto imprescindible profundizar en el estudio de las concepciones científicas que tienen los maestros (y los futuros maestros), para valorar y analizar las posibles concepciones equivocadas, y poder dotarles de las herramientas necesarias para, en definitiva, puedan ayudar a los estudiantes a conseguir mejor rendimiento en su trabajo de aprendizaje, evitando sus interpretaciones erróneas y facilitando un conocimiento más cercano a la realidad científica.

Conclusiones

Las concepciones biológicas analizadas en este estudio, sugieren que los niños de Educación Infantil y Primaria operan con conocimientos de animales carnívoros más o menos amplios dependiendo de su propia experiencia y no tanto de la instrucción recibida a lo largo de su proceso de formación, mostrando unos porcentajes entre creaciones que representan carnívoros y no carnívoros no significativas a lo largo de los niveles educativos. En este sentido es destacable que aún en los niveles superiores de formación primaria, los niños siguen dibujando figuras denominadas generalistas como tetrápodos básicos, pájaros o peces que no presentan características adaptativas a la alimentación carnívora y por lo tanto, alejados del concepto carnívoro aceptado científicamente; de la misma manera, este estudio sugiere, que la falta de experiencia no sólo se basa en la diversidad animal, sino además en la funcionalidad biológica. Un alto porcentaje de representaciones de carnívoros carecen de características morfológicas y/o etológicas que definirían científicamente carnívoro; esta carencia que ha sido definida como bajo contenido biológico se representa de manera regular en los distintos niveles educativos; y apoyaría la idea de que los estudiantes no han generalizado el concepto de carnívoro, y por lo tanto, repiten aquellos modelos de animal con los que han tenido contacto y que en algún momento aprendieron que eran carnívoros, pero sin comprender realmente las razones biológicas y las atribuciones morfológicas y/o etológicas derivadas de la adaptación de los seres vivos a este forma de alimentación.

Así todos los animales que vivan en la selva serán carnívoros o de otra manera, se considerarán carnívoros las identidades biológicas que tengan características anatómicamente similares a estos animales tipo, pero sin tener en cuenta las adaptaciones biológicas que definen a estos animales por su tipo de alimentación; en este sentido es destacable que un porcentaje considerable de los dibujos analizados carecían de estructuras anatómicas adaptadas para el agarre o depredación de presas (adaptaciones morfológicas), o eran atribuidas de forma errónea, como dibujar todos los dientes puntiagudos en un animal, cuando sólo son los colmillos las piezas adaptadas, o representar animales con características de carnívoro cuando no están adaptados a este tipo de alimentación. Estas últimas interpretaciones erróneas o misconcepciones han sido detectadas en un amplio porcentaje de creaciones pictóricas (23,3%) y aparecen

en todos los niveles educativos siendo no significativo el grado de dependencia respecto al grado formativo que cursan los alumnos, lo que daría una idea de la perdurabilidad a lo largo del tiempo de estas interpretaciones equivocadas sobre el concepto de carnívoro. En la mayoría de estos casos el error tiene que ver con la atribuciones no correctas de estructuras dentarias a animales no carnívoros o a interpretaciones no correctas sobre la morfología de los picos de las aves, lo que apoyaría la idea de que los niños basan sus concepciones realizando analogías morfológicas sobre la experiencia con los distintos animales que ya poseen, de tal manera que, como ya se ha comentado, si el niño carece de aquellos elementos necesarios para realizar una interpretaciones cercanas a la realidad científica tales como conocer que cualquier pieza de agarre y sujeción de presas podría indicar la adaptación del animal al sistema de alimentación carnívora, y únicamente su experiencia se reduce a los grandes depredadores mamíferos, por ejemplo, buscará analogías morfológicas en animales similares, considerando en este caso, de forma equivocada al toro como carnívoro atribuyéndole incluso garras en sus representaciones.

Sugerencias metodológicas

Si tenemos en cuenta que las concepciones mentales de los individuos se basan sobre todo en las propias perspectivas, ideas personales y experiencia (Kubiátko & Prokop, 2007) es fácil concluir que los docentes, en general, deberían aumentar estas posibilidades de experiencia, favoreciendo el contacto directo desde diferentes perspectivas o situaciones, dándoles la posibilidad de contrastar sus propias creencias y ayudando a los niños a definir correctamente el conjunto representaciones simbólicas que podría utilizar para explicar cómo interaccionan entre sí el concepto en cada una de las situaciones. De otra forma: potenciando a los niños para que avancen progresivamente en el dominio del concepto que estemos trabajando en cada momento, convirtiendo los conceptos cotidianos o creencias propias, basadas en interpretaciones personales del entorno, en conceptos aceptados por la comunidad científica, promoviendo que esta conversión se realice correctamente, evitando así las misconcepciones.

Desde esta perspectiva aportamos una serie de ideas que ayudarían a la construcción de los conocimientos científicos en el aula, promoviendo ese dominio del campo conceptual, en este caso de carnívoro, pero que consideramos puede ser aplicado a cualquier aspecto de trabajo en ciencias en las aulas:

A/ Aumentar las experiencias en los alumnos, presentándoles situaciones diversas con las que se pueden encontrar. No quedarse en los ejemplos típicos como los leones o los tigres, favorecer que los alumnos experimenten con animales carnívoros de diferentes posiciones taxonómicas: peces, insectos, invertebrados no artrópodos.

B/ Aumentar el contacto directo con cada una de las experiencias presentadas. Las nuevas tecnologías de las que disponemos en el aula, nos ayudarán a buscar fotografías en donde los diferentes atributos esenciales de carnívoros en entidades biológicas que son difíciles de experimentar de otra manera; siempre que sea posible se fomentará el contacto directo: Las merluzas por ejemplo son fáciles de llevar a la escuela y en sus bocas se pueden tocar y sentir cómo tienen los dientes; de la misma la experimentación directa del pico de loro diseccionando unos calamares, o mirando con una lupa binocular cómo son las mandíbulas de las avispas o de los escarabajos carnívoros.

C/ Promover la investigación escolar para que sean los alumnos los que sientan la necesidad de acomodar sus estructuras cognitivas al intentar interpretar las nuevas situaciones presentadas: ¿Para qué le sirve a un animal tener una estructura que pincha?, ¿Encontraré algún otro animal diferente que tenga algo parecido? ¿Qué comen esos animales? Darles las herramientas para que ellos aprendan a aprender, promoviendo la calidad de los contenidos y no tanto la cantidad de los mismos.

D/ Favorecer las discusiones entre iguales y con el profesor, como herramienta de ayuda para las reflexiones; el profesor como moderador experto favorece que los niños vayan recabando información relevante, lográndose un “feed-back” entre el grupo clase.

E/ 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: adaptación a la alimentación carnívora. Estas estructuras no son parte característica de una entidad animal aislada: no todos los peces tienen dientes puntiagudos, sólo los carnívoros, y no todos los carnívoros son peces.

F/ Dirigir la atención de los alumnos sobre lo esencial, reconstruyendo desde el principio, independientemente de la edad o del nivel educativo, promoviendo una generalización correcta, partiendo incluso desde los errores de interpretación que muestren los alumnos, favoreciendo la comprensión de la utilidad de esas características de carnívoro análogas en los diferentes grupos animales. Los carnívoros son carnívoros porque están adaptados a ese tipo de alimentación y por lo tanto muestran estructuras biológicas (morfológicas o etológicas) que le sirven para cazar y comer. En este caso mostrar a los alumnos animales no conocidos, que impliquen un problema que tengan que resolver favorecerá la reflexión y un mejor acercamiento a lo esencial del concepto a trabajar.

G/ Cuidar específicamente los contenidos relacionados con el campo conceptual que se está trabajando en el aula en cada momento, intentando no mezclar contenidos para no inducir generalizaciones no correctas, errores de interpretación de las situaciones mostradas: si trabajamos el dominio concep-

tual de carnívoro no incluir otros aspectos no relacionados, como características anatómicas o morfológicas relacionadas con el vuelo, o con la cubierta corporal de los animales: pelos o plumas por ejemplo.

H/ Cuidar de la misma manera el lenguaje reduccionista del profesor utilizando explicaciones no simplistas del tipo "Un carnívoro es un animal grande que es agresivo"; y los ejemplos pictóricos que se utilizan en las sesiones de aula que puedan inducir a interpretaciones equivocadas.

I/ Es fundamental de la misma manera una reorganización curricular para poner el énfasis en las adaptaciones al medio favoreciendo las relaciones jerárquicas de los conceptos y el dominio progresivo del concepto de "carnívoro", en este caso y no una lista de animales carnívoros típicos.

Lo esencial es que los alumnos entiendan el cómo los animales se relacionan con su medio con las posibilidades que tienen. No hay que buscar carnívoros en la selva, ni leones como ejemplo de carnívoro, ni siquiera colmillos o dientes puntiagudos, hay que trabajar para que los niños entiendan que cada uno de los animales (o plantas si se diera el caso) están adaptados a un tipo de alimentación en la que se requieren determinadas estructuras para la depredación, tanto de agarre como de aprovechamiento de esa presa (ingestión), similares entre ellas porque la utilidad es la misma (estructuras análogas), pero diferentes en cuanto a la forma, la composición, o los modos de utilizarlas.

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 (Sanmartí, Burgoa y Nuño, 2011; Cortés et al. 2012).

Referencias bibliográficas

Cardak, O. (2009). Student's ideas about dangerous animals. *Asia-pacific Forum on Science Learning and Teaching*, 10(2), 1-15. Recuperado el 1 de julio de 2014 de http://www.ied.edu.hk/apfs/tdownload/v10_issue2_files/cardak.pdf?origin=publication_detail.

Cortés A.L.; de la Gándara, M.; Calvo, J.M.; Martínez, M.B.; Ibarra, J.; Arlegui, J. & 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.

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 11 julio de 2014 de <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/summary?doi=10.1.1.134.683>

Garrido, M^a, García, S.; 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. Recuperado 1 julio de 2014 de <http://www.educacion.udc.es/grupos/gipdae/documentos/congreso/xcongreso/pdfs/t3/t3c58.pdf>

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

Hatano, G. & 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. Recuperado el 1 de julio de 2014 de [http://www.idosi.org/wasj/wasj3\(2\)/20.pdf?origin=publication_detail](http://www.idosi.org/wasj/wasj3(2)/20.pdf?origin=publication_detail).

Kubiátko, L. & Prokop, P. (2007). Pupils' misconceptions about mammals. *Journal of Baltic Science Education*, 6(1), 5-14. Recuperado el 2 de julio de 2014 de http://www.kubiátko.eu/clanky_pdf/pupils_misconceptions_about_mammals.pdf

Kubiátko, L. & Prokop, P. (2009). Pupils' understanding of mammals: An investigation of the cognitive dimension of misconceptions. *Orbis scholae*, 3(2), 97-112. Recuperado el 1 de Julio de 2014 de http://www.orbisscholae.cz/archiv/2009/2009_2_07.pdf

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 el 2 de julio de 2014 de <http://www.ajol.info/index.php/ajce/article/download/84852/74838>.

Mateos Jiménez, A. (1998). Concepciones sobre algunas especies animales: ejemplificaciones del razonamiento por categorías. Dificultades de aprendizaje asociadas. *Enseñanza de las Ciencias*. 16(1): 147-157.

Nguyen, S.P. & Murphy, G.L. (2003). An Apple is more than just a fruit: Cross-classification in children's concepts. *Child Development*, 74(6), 1783-1806.

Prokop, P.; Kubiátko, L. & Fančovičová, J. (2007). Why do crows crow? Children's concepts about bird. *Research in Science Education*, 37, 393-405.

Prokop,P.; Prokop, M.; Tunnicliffe, J.D. & Diran, C. (2007). Children's ideas of animals' internal structure. *Journal of Biological Education*. Vol. 41(2): 62-67.

Prokop,P.; Tunnicliffe, J.D. (2008). "Disgusting" Animals: Primary school children's attitudes and myths of bat and spider. *Eurasian Journal of Mathematics, Science & Technology*. Vol. 4(2): 87-97. Recuperado el 2 de julio de 2014 de http://www.ejmste.com/v4n2/Eurasia_v4n2_Prokop.pdf

Prokop, P.; Usask, M.; Özel, M. & 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. Recuperado el 2 de julio de 2014 de <http://www.zoo.sav.sk/prokop/articles/Prokop-Usak-et%20al.Breathe%20JBSE-2009.pdf>

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.

Sanmartí, N., Burgoa, B. & 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., & Harbor, J. (2007). What is a watershed? Implications of student conceptions for environmental Science Education and the National Science Education Standards. *Science Education*, 91(2), 523-553.

Tekkaya, C. (2002). Misconceptions as barrier to understanding biology. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*. 23: 259-266. Recuperado el 1 de julio de 2014 de <http://www.efdergi.hacettepe.edu.tr/200223CEREN%20TEKKAYA.pdf>

Thompson, F. & Logue, S. (2006). An exploration of common student misconceptions in science. *International Education Journal*, 7(4), 553-559.

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 el 1 de Julio de 2014 de <http://paduaresearch.cab.unipd.it/693/>

Trowbridge, J.E. & Mintzes, J.J. (1985). Students' alternative conceptions of animals and animal classification. *School, Science and Mathematics*, 85 (4), 304-316.

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.

Tunnicliffe, S.D.; Gatt, S.; Agius, C. & Pizzuto, S.A. (2008). Animals in the lives of young Maltese Children. *Eurasia Journal of Mathematics, Science & Techno-*

logy Education, 4(3), 215-221. Recuperado el 1 de julio de 2014 de http://www.ejmste.com/v4n3/eurasia_v4n3_tunnicliffe.pdf

Urones, C.; Vacas, J.M. & M. Sánchez-Barbudo (2010). Preservice teachers' conceptions about animals and particularly about spiders. *Electronic Journal of Research in Educational Psychology*, 8(2), 787-814. Recuperado de 2 de julio de 2014 de <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=293122002017>

Yen, C.F.; Yao, T.W. & 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. & Prokop, P. (2007). Primary pupils' preconceptions about Child Prenatal development. *Eurasian Journal of Mathematics, Science & Technology Education*, 3(3), 239-246. Recuperado el 2 de julio de 2014 de http://www.ejmste.com/v3n3/EJMSTE_v3n3_Zoldovska_Prokop.pdf

Anexo 1

Fotografías mostradas a los alumnos durante la sesión didáctica

