



CADENAS Y REDES TRÓFICAS EN PRIMARIA



Ismael Gómez Álvaro

Grado en educación Primaria

Curso 2014-2015



UGR

Universidad
de Granada

Agradecimientos

Me gustaría agradecer a todas las personas que me han ofrecido su ayuda, sus conocimientos y su apoyo para realizar este trabajo, ya que sin ellos no podría haberlo conseguido.

En especial, me gustaría agradecer su paciencia, su dedicación y su continua ayuda a mi tutora del TFG, por estar siempre dispuesta a soportarme y a usar el material didáctico, aunque ello le conlleve quitarse tiempo de su descanso personal.

También me gustaría agradecer a mis amigos Alex, Javi Iañez y Elena por aguantarme mientras realizaba el material didáctico y prestarme su ayuda y los utensilios específicos para plastificar, recortar, grabar videos tutoriales, etc.

Agradecerle a mi familia su apoyo, que aunque no hayan sido unos momentos fáciles, siempre han estado ahí para ayudar en todo lo que pudiesen.

Finalmente quiero hacer un agradecimiento especial a David, por renunciar a horas de clase para que yo pudiese realizar el trabajo, y a todos los alumnos y alumnas que han tenido que soportarme mientras realizaba el TFG, en especial a Julia Campos, Erika, Virginia, Sami, Dylan, León y Johanna que tuvieron que realizar más fichas que los demás.

Índice

1. Introducción	6
1.1. La importancia de la energía en los ecosistemas y las cadenas tróficas.....	7
2. Objetivos de la investigación.....	12
3. Material y método	12
3.1. Secuenciación.....	15
4. Resultados	15
4.1. Pre-test.....	15
4.2. Sesiones.....	17
4.3. Post-test	17
4.4. Comparación pre-test y post-test	19
5. Conclusiones.....	21
6. Referencias.....	23
7. Anexos	25

Índice de figuras y tablas

Figura 1.....	8
Figura 2.....	9
Figura 3.....	9
Figura 4.....	10
Figura 5.....	13
Figura 6.....	13
Figura 7.....	14
Figura 8.....	22
Tabla 1.....	16
Tabla 2.....	18
Tabla 3.....	20

1. Introducción

Uno de los objetivos centrales de las Ciencias Naturales es conocer el mundo en el que vivimos para así poder comprender nuestro entorno. Para interpretar las observaciones de la vida diaria, los científicos elaboran modelos con los que se intentan explicar los fenómenos observados. En concreto, los modelos científicos son representación de un fenómeno utilizado para desarrollar explicaciones e ideas abstractas para hacerlas más visibles y poder a partir de ellos desarrollar una explicación acerca del fenómeno estudiado (García García y Rentería Rodríguez, 2011). Una de las características de estos modelos científicos es que son revisados continuamente conforme a criterios empíricos y conceptuales, pudiendo cambiar a lo largo del tiempo de una manera más o menos acentuada (Cartier, Stewart y Zoellner, 2006).

Lo modelos podemos clasificarlos en (Gilbert, 2000; Bravo-Torija, 2012; Passmore y Stewart, 2002):

- **Modelos mentales o teóricos:** representaciones cognitivas privadas utilizadas para para generar representaciones externas.
- **Modelos expresados:** aquellos que se ponen de manifiesto de forma pública de diversas formas de representación.

El que el alumnado comprenda y participe en los procesos por los que estos modelos son generados es tan importante como el que comprendan los conocimientos clave de la disciplina (Gómez Galindo, 2005). Esto es debido a que la utilización de los modelos teóricos genera una mayor implicación del estudiante en el tema a tratar, facilitando la labor de aprendizaje en el alumnado. Implica que los pupilos se vean forzados a realizar acciones cómo predecir, resumir, etc. que facilitan la comprensión y el proceso de aprendizaje. Sin embargo, no es la única ventaja que presenta, cuando se les muestran nuevos modelos teóricos, también se favorece el uso de estrategias cognitivas al mostrarse sus conocimientos previos y cuestionarlos (Bravo-Torija, 2012). La utilización de modelos en biología para explicar fenómenos está muy presente en las aulas debido al grado de abstracción de muchos conceptos y modelos teóricos, desde niveles microscópicos a los macroscópicos. De esta manera, ha ido incrementándose el interés por el estudio sobre cómo el alumnado construye, utiliza y revisa este tipo de procesos (Passmore y Stewart, 2002; Bravo-Torija, 2012).

Sin embargo, a pesar de las ventajas que supone para el alumnado enfrentarse a la creación de modelos, no es frecuente que en clase el alumnado construya modelos y mucho menos que reflexionen acerca del significado de los mismos, ni siquiera a edades más avanzadas como las correspondientes a educación secundaria (Grosslight et al., 1991).

1.1.La importancia de la energía en los ecosistemas y las cadenas tróficas

Las cadenas y redes tróficas son una forma de representar las relaciones interespecíficas entre individuos que conforman un “ecosistema”, en concreto son modelos externos en los que los estudiantes deben de hacer referencia a los niveles tróficos y flujo de energía que da lugar dentro de un ecosistema. Su estudio se encuentra dentro del bloque 3 del currículum básico de primaria LOMCE (*Ley Orgánica de la Mejora de la Calidad Educativa*), tratando directamente con el contenido de “*Las relaciones entre los seres vivos. Cadenas alimentarias. Poblaciones, comunidades y ecosistemas*” a la vez que de forma transversal tocaremos contenidos tan importantes como “*Los seres vivos: Características, clasificación y tipos*” o “*La biosfera, diferentes hábitats de los seres vivos*”.

Los seres vivos necesitan energía no solo para mantener sus estructuras organizadas sino también para desplazarse, relacionarse, reaccionar ante estímulos, etc. Los seres vivos son sistemas organizados por células y como tales necesitan un aporte constante de energía para realizar todas sus funciones vitales. De esta manera, aparece una cuestión esencial, conocer de dónde los seres vivos obtienen esa energía.

Una idea clave es que el alumnado debe entender que todos los ecosistemas se mantienen gracias a la energía procedente del sol, a excepción de ecosistemas como las fuentes hidrotermales o zonas afólicas marinas en las que los microorganismos obtienen la energía a partir de la reducción de compuestos inorgánicos (quimiosíntesis). La energía almacenada en la materia puede ser utilizada por los seres vivos gracias a la respiración celular, proceso que se lleva a cabo dentro de las células y que consiste en la oxidación de las moléculas orgánicas y la obtención de energía.

Del total de la energía que llega a un ecosistema determinado, las plantas solo absorben una pequeña parte, menos del 1% de la energía. De toda ella, solo pasará una pequeña porción al siguiente nivel trófico, ya que parte es empleada por la planta para realizar sus funciones vitales. Solo el 10% de esa energía es aprovechado por el siguiente nivel trófico. El resto (90%) se disipa como energía en forma de calor y no

puede ser aprovechado de nuevo por ningún organismo. A esta transferencia de energía a lo largo del ecosistema se le denomina **flujo de energía**.

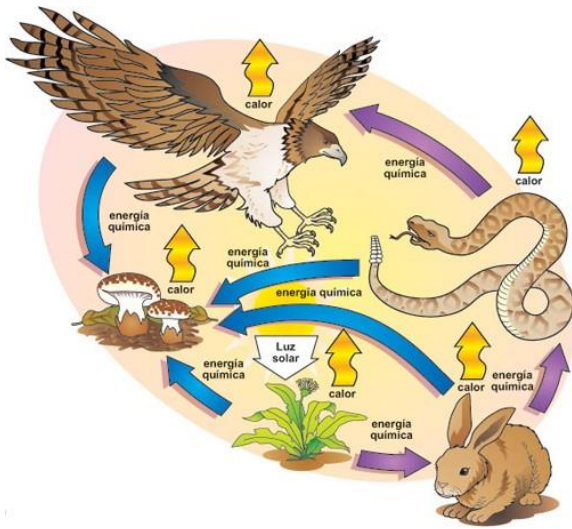


Figura 1. Red trófica en la que se puede observar el flujo de energía y cómo parte de esa energía se disipa en forma de calor.

La representación de ese flujo de energía dado entre diferentes organismos, desde los que lo producen hasta todos los que los consumen, es lo que se conoce como **cadena trófica**. Esta representación se caracteriza por ser un diagrama descriptivo compuesto por una serie de flechas, cada una apuntando desde la especie que produce la energía, hasta aquella que la consume (fig. 2).

En la naturaleza, las relaciones tróficas no existen como cadenas tróficas simples y lineales, sino que en un mismo ecosistema existen numerosas cadenas tróficas combinadas en una **red trófica**. Es decir, que un mismo organismo puede ser fuente de energía de más de un organismo (puede ser alimento de más de un tipo de consumidores). Normalmente, los ecosistemas presentan relaciones complejas entre los diferentes organismos que las componen y que por tanto, el nivel de complejidad será mayor conforme aumente la biodiversidad en ese ecosistema.

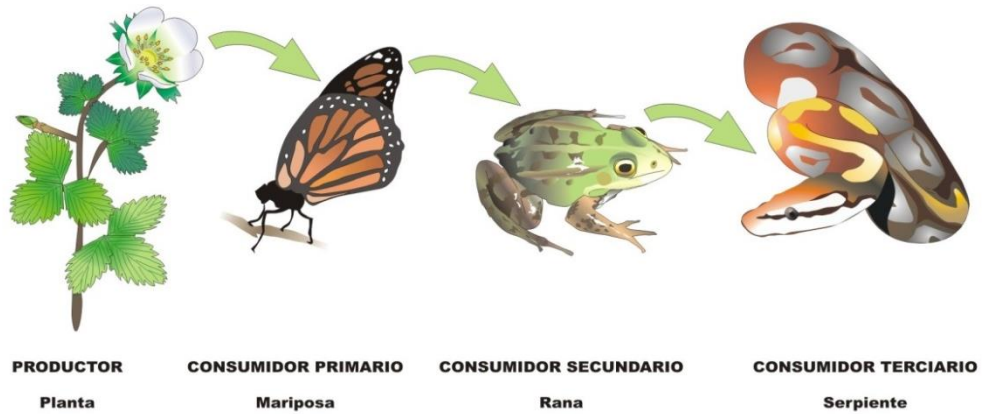


Figura 2. Ejemplo de cadena trófica.

En las redes tróficas es fácilmente observable cómo los cambios o fluctuaciones en una especie determinada, pueden afectar no solo a la que está relacionada con ella de forma directa, sino también a otras situadas a niveles tróficos diferentes y no relacionados con ellas (fig. 3).

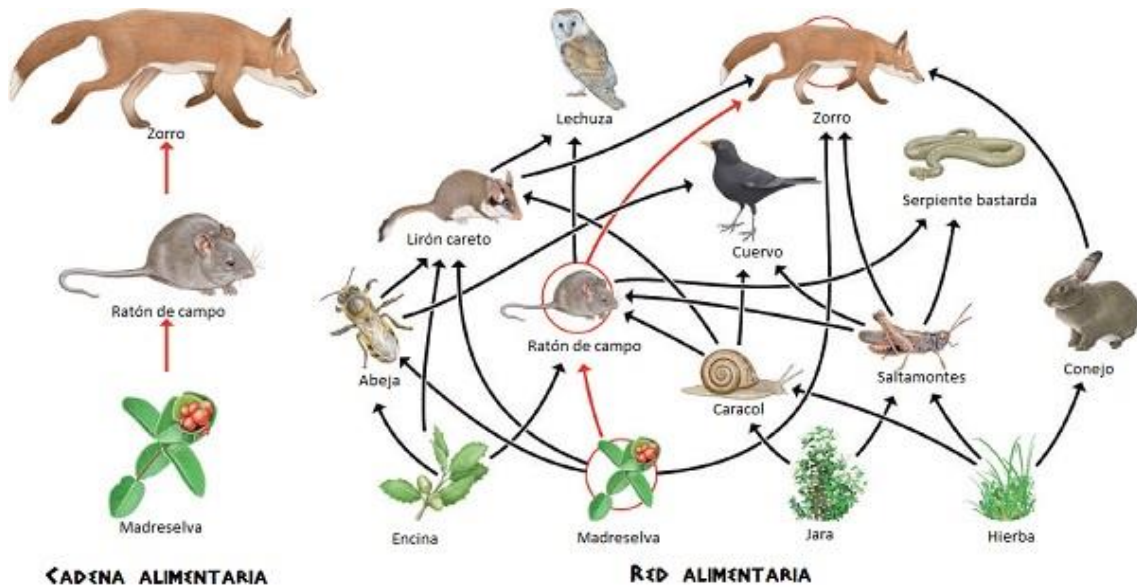
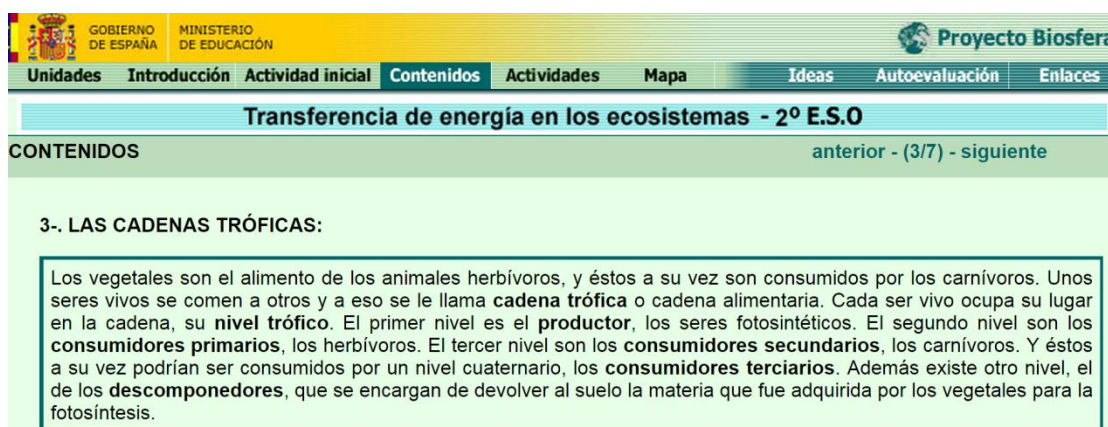


Figura 3. Representación de cadena y red trófica de un bosque mediterráneo.

Como se ha podido observar, la representación gráfica de las cadenas y redes tróficas, constituye una herramienta esencial para entender estas relaciones al hacer visible las consecuencias que tiene la disminución de la disponibilidad de energía trófica de un nivel a otro. La construcción de las representaciones sigue unas reglas específicas

conocidas como su gramática, como son la dirección de las flechas del flujo y la posición de cada organismo.

La construcción de estas cadenas y redes es esencial para la resolución de problemas que implican una interpretación del mundo real. Ello implica reconocer que son representaciones del flujo de energía transferida de unos individuos a otros. Comprender cómo se da ese flujo de energía es uno de las principales dificultades que presentan los estudiantes. Normalmente se ven representadas como una relación depredador-presa, se interpreta como quién come a quién y en el mejor de los casos como quién es comido por quién (Bravo-Torija, 2012). Esta forma errónea de interpretarlo es tan frecuente que podemos incluso encontrarlo en fuentes como el Proyecto Biosfera del Ministerio de Educación (fig. 4).



The image is a screenshot of a web page from the 'Proyecto Biosfera' website. At the top, there is a header with the Spanish flag, 'GOBIERNO DE ESPAÑA', 'MINISTERIO DE EDUCACIÓN', and the 'Proyecto Biosfera' logo. Below the header is a navigation menu with tabs: 'Unidades', 'Introducción', 'Actividad inicial', 'Contenidos', 'Actividades', 'Mapa', 'Ideas', 'Autoevaluación', and 'Enlaces'. The main content area has a title 'Transferencia de energía en los ecosistemas - 2º E.S.O' and a sub-header 'CONTENIDOS' with a link 'anterior - (3/7) - siguiente'. The text under the heading '3-. LAS CADENAS TRÓFICAS:' defines a trophic chain as follows: 'Los vegetales son el alimento de los animales herbívoros, y éstos a su vez son consumidos por los carnívoros. Unos seres vivos se comen a otros y a eso se le llama **cadena trófica** o cadena alimentaria. Cada ser vivo ocupa su lugar en la cadena, su **nivel trófico**. El primer nivel es el **productor**, los seres fotosintéticos. El segundo nivel son los **consumidores primarios**, los herbívoros. El tercer nivel son los **consumidores secundarios**, los carnívoros. Y éstos a su vez podrían ser consumidos por un nivel cuaternario, los **consumidores terciarios**. Además existe otro nivel, el de los **descomponedores**, que se encargan de devolver al suelo la materia que fue adquirida por los vegetales para la fotosíntesis.'

Figura 4. Definición de cadena trófica dada por el proyecto Biosfera del Ministerio de Educación (pág. 3).

Los estudiantes tienen que saber que la principal fuente de energía es el sol por el cual las plantas obtienen sus nutrientes y que esas moléculas forman los organismos vivos. No obstante, una de las grandes dificultades que presenta el alumnado es la de no reconocer que la energía es transformada por los productores a través de la fotosíntesis. Hogan y Fisherkeller, (1996) comprobaron que el alumnado no es capaz de comprender que la energía se encuentra en el alimento y que se necesita para poder realizar las funciones vitales. En otro estudio, estos autores comprobaron con estudiantes de 5-16 años las dificultades que se tenían a la hora de conectar a los productores y su papel biológico en el ecosistema. Tampoco fueron capaces de reconocer la relación existente entre los diferentes niveles tróficos y por tanto no comprenden cómo fluye la energía a través de las cadenas o redes tróficas. Este hecho se debe a que no comprenden cómo es posible que se transforme la energía lumínica en energía química durante la fotosíntesis

(Leach et al., 1996). Esa transformación a energía química y su traspaso de un individuo a otros es otra de las dificultades que se mantiene incluso en cursos superiores. Eilam (2002) demostró que el alumnado de 14-15 años no reconoce como componentes de una cadena trófica a los organismos que no se alimentan de forma directa de los productores de la fotosíntesis.

Por otro lado, en un trabajo de Ozar y Oztas (2003), incluso tras realizar diversas intervenciones, siguen insistiendo en que las plantas solo son productores porque producen oxígeno y pocos lo relacionan con la capacidad de producir materia orgánica. En general predomina la idea de que el sol solo sirve para mantener a las plantas calientes y sanas (predominio de la visión antropocentrista), siendo muy pocos los que indican que la energía del sol es captada por las plantas para poder realizar la fotosíntesis.

Más tarde, Gotwals y Songer (2010) observan que los pupilos no son capaces de reconocer el significado de las flechas (transferencia de energía) en las representaciones de las cadenas y red trófica en contextos que no sean familiares para ellos. En general, relacionan a los depredadores como aquellos que son más fieros y de mayor tamaño. Este pensamiento dificulta a su vez la capacidad para comprender la interacción que se da entre los individuos de la misma especie (relaciones intraespecíficas) y entre los de diferentes especies (relaciones interespecíficas) (Bravo-Torija, 2012).

La relación entre los individuos se mantiene lineal, la perturbación de un organismo afecta al que está directamente relacionado con él. De esta manera lo que ocurre es que cuando se retira o se altera el número de productores, solo se ven afectados aquellos de los que depende directamente del productor, no siendo capaces de ver que puede afectar otros organismos que a su vez dependen de los organismos dependientes del productor (Bravo-Torija, 2012).

Una correcta construcción de cadena trófica conlleva la comprensión de la transferencia de energía y de la relación existente entre los individuos que la conforman.

También se encuentran dificultades en la comprensión de la descomposición y la importancia de estos organismos dentro del proceso de flujo energético (Leach et al., 1996; Bravo-Torija, 2012). Esto es debido a varias razones:

- Hay alumnos y alumnas que consideran que el suelo es el que absorbe, chupa o se alimenta de sustancias, es decir llegan a identificar al suelo como un ser vivo.

- Los organismos que forman parte de este nivel trófico son menos conocidos por el alumnado, por ejemplo hongos y bacterias, que los organismos que forman parte de los productores o los consumidores.

2. Objetivos de la investigación

- Identificar cuáles son los modelos de cadena y red trófica del alumnado de educación primaria.
- Identificar las dificultades que presenta el alumnado respecto a la representación de las cadenas y redes tróficas así como la relación entre los diferentes organismos que las componen.
- Evaluar en el aula la eficacia de un juego diseñado para la superación de las principales ideas previas y dificultades observadas.

3. Material y método

1. Para el desarrollo de la investigación se ha contado con la colaboración de un curso de tercero de educación primaria de un colegio de Granada capital, compuesto por 25 alumnos y alumnas con edades comprendidas entre los 8 y 9 años. Se han codificado con letras mayúsculas al alumnado de la muestra escogida.
2. Para la realización de la experiencia se contó con los siguientes materiales:
 - a. Pre-test: El pre-test (anexo 1) consta de una relación de cuatro preguntas abiertas sobre conceptos o ideas de cadena y red alimentaria.

En primer lugar se presentan dos cadenas alimentarias en la que la única diferencia se encuentra en el sentido de las flechas, posteriormente se les pregunta por la opción correcta y la razón por la que es seleccionada. Para profundizar en este tema, se les pregunta por la representación que tiene dicha cadena y por el significado de las flechas. En la siguiente actividad se muestra una red alimentaria en la que se puede observar un individuo (la musaraña), que no recibe energía de ningún ser vivo. A continuación, se pregunta por las consecuencias de un hipotético caso en el que un ser vivo de la red trófica desapareciese (caracol). Seguidamente se les pregunta si ven algún error dentro de la red alimentaria.

- b. Post-test: El post-test (anexo 2) es idéntico al pre-test en las cuatro primeras preguntas. La única variación es la inclusión de una quinta pregunta concreta sobre el traspaso de la energía en los animales.
- c. Juego de cartas: Se pretende que el alumnado detecte e intente superar las principales ideas previas y dificultades observadas. Consta de un número de 7 u 8 cartas de seres vivos en función de la baraja con la que se trabaje con las parejas o tríos de pupilos, 6 energías individuales (fig.5) para cada estudiante que participe en la partida, y otras 8 cartas de energía, por grupo, llamadas energías especiales (fig. 6) con la intención de diferenciar las energías que se necesita gastar en el movimiento, respiración, etc. de la que se obtiene al alimentarse.
- Al iniciar el juego se les proporcionó al alumnado un folio A3 con un sol dibujado para mostrar la fuente de energía de los productores.



Figura 5. Carta de energía



Figura 6. Carta de energía especial

Las cartas de los seres vivos constan de; una imagen central en la que aparece el animal al que representa la carta, una breve descripción debajo de la imagen sobre el alimento que consumen o un aspecto representativo del mismo, y el nombre del ser vivo. Además, el lugar que ocupa en la cadena trófica (nicho), así como el hábitat al que pertenece en la parte superior de la carta. El color de la carta depende del ecosistema del individuo, siendo azul los de ecosistema marino, verde los de ecosistema terrestre y en amarillo se identifican los descomponedores, existiendo una única excepción en la carta del halcón (color rojo), la cual se

representa con dicho color debido a que este ser vivo, consumidor terciario, se alimenta de otros consumidores de su mismo nivel alimenticio (fig. 7), es decir se alimenta de otros consumidores terciarios.



Figura 7. Carta del halcón.

Para el estudio e identificación de las ideas previas de las redes tróficas, se utilizaron las mismas cartas ya descritas, con el objetivo de que el alumnado las uniera formando una red trófica, viendo los diferentes individuos que la conforman, y conectando con flechas que indiquen el paso de energía.

3. Secuenciación de las actividades: Todas las actividades se realizaron mientras se desarrollaba las clases prácticas. La secuenciación es la siguiente: Pre-test, juego 1, juego 2 y post-test.

Para presentar el juego de las cartas se desarrolló la elaboración de tres videos tutoriales de una de las dos actividades planeadas con las cartas, en la cual se observaron tres partidas diferentes. Al finalizar cada vídeo se aclararon posibles dudas, de tal forma que al finalizar los tres vídeos, todos los alumnos y alumnas pudieron jugar a la primera actividad de forma correcta.

Debido a la incompatibilidad de horarios durante la realización de esta investigación en el periodo de prácticas, la segunda sesión sólo la pudieron realizar 7 estudiantes que pertenecían a la asignatura de educación alternativa.

Todos los resultados obtenidos en este trabajo, así como el diseño del material utilizado ha sido publicado en el congreso internacional de educación ERPA (Educational Researches and Publications Association) celebrado del 4-7 de junio de 2015 en Atenas, Grecia (Anexo 3).

3.1. Secuenciación

La realización de las actividades se desarrolló en dos sesiones, el tiempo que transcurre de una sesión a otra es de dos semanas.

Primera sesión

La duración de la primera sesión es de 45 minutos, la secuenciación de esta primera sesión es: Realización del Pre-test, visualización del video aclaratorio del primer juego de cadenas tróficas y explicación de cadenas y flujo de energía.

Segunda sesión

La duración de la segunda sesión es de 45 minutos, la secuenciación de esta sesión es: Segundo juego de las redes tróficas, realización del post-test y explicación de cadenas y redes tróficas.

4. Resultados

4.1. Pre-test

En total se han obtenido 25 pre-test que servirán para identificar las dificultades e ideas previas que el alumnado presenta respecto a la representación de cadenas y redes tróficas.

A continuación se mostrará una tabla en la que se pueden observar las respuestas más utilizadas por el alumnado de tercero de educación primaria. El alumnado entiende la relación entre los individuos de las redes y cadenas tróficas como depredador-presa. En el que la dirección de las flechas indica quién come a quién, otros explican que esa relación depredador-presa es debida al tamaño de los individuos. El grande se come al pequeño.

La investigación demuestra que aproximadamente el 50% del alumnado responde a la actividad 4 de forma correcta, porque opinaban que a unos les faltaba alimento, que otros tenían sobrepoblación y por falta de alimento se morían, un cuarto de la clase aproximadamente concuerda con los resultados por Bravo-Torija (2012) en relación a que la perturbación de un organismo sólo afecta al que está directamente relacionado con él, encontrando frases como “*Sapo muere y en consecuencia el halcón*” o “*Paloma y sapo podrían morir*”.

Tabla 1. Respuestas más utilizadas por el alumnado en el pre-test y nº de estudiantes que la han dado.

Actividad del pre-test	Contenido de la actividad	Respuestas en blanco	Nº alumnado que responden		Respuestas más utilizadas
1	Imagen de red trófica	2	Contestado bien	2	<i>Es la comida de la más grande.</i>
			Contestado mal	21	<i>Una planta no se puede comer una hormiga, etc. La otra opción no tiene sentido.</i>
2	Representación de red trófica	5	15		<i>Quién se come a quién.</i>
			2		<i>Que es su alimento.</i>
			2		<i>Animal más pequeño es la comida del más grande.</i>
			1		<i>Qué animal se come cada uno.</i>
3	Significado de las flechas	3	14		<i>Que un animal se come a otro.</i>
			3		<i>Señala al animal que se come.</i>
			2		<i>Que cada uno se come a alguien.</i>
			1		<i>Orden en el que se comen.</i>
			1		<i>Que un animal (o planta) es la comida de otro más grande.</i>
4	Desaparición de un ser vivo en una red alimentaria	4	11		<i>Todos los animales mueren.</i>
			3		<i>Sapo muere y en consecuencia el halcón.</i>
			2		<i>Cadena alimentaria se deformaría.</i>
			2		<i>Los demás animales no se podrían comer a sus presas.</i>
			1		<i>Paloma y sapo podrían morir.</i>
			1		<i>Todos nosotros nos moriríamos.</i>
			1		<i>Caracol, sapo y halcón desaparecen, mientras que las plantas se multiplican.</i>

4.2. Sesiones

Algunos estudiantes tuvieron dudas sobre como obtenían energía los productores. No vieron la relación entre el sol del folio dado y la energía de los productores. Estos resultados concuerdan con los obtenidos por Leach et al. (1996) y Eilam (2002).

Por otro lado, durante la primera actividad surgieron simples dudas de si el zorro se alimenta del conejo.

Sin embargo, se entendió el papel de los descomponedores desde un principio, aunque el alumnado lo colocaba al final de las cadenas tróficas, tras una breve explicación, el alumnado comenzó a colocarlo en todas las posiciones, llegando a comentar que necesitaban más cartas de descomponedores.

4.3. Post-test

Los resultados obtenidos de los siete estudiantes que pudieron completar la secuencia planteada para este estudio, el cual se muestra en la siguiente tabla, podemos destacar que tras el post-test se puede ver cómo el alumnado entiende que los productores obtienen energía del sol, y además que parte de ella pasa a los consumidores. También se mejora la comprensión de cómo se gasta energía cuando se mueven para cazar y en la respiración, también entienden que al alimentarse obtienen energía en menor cantidad.

Tabla 2. Respuestas más utilizadas por el alumnado en el post-test y nº de estudiantes que la han dado.

Actividad del post-test	Contenido de la actividad	Respuestas en blanco	Nº alumnado que responden		Respuestas más utilizadas
1	Imagen de red trófica	0	Contestado bien	0	
			Contestado mal	7	<i>Cada uno se come a otro</i>
					<i>Una planta no puede comerse a una hormiga</i>
				<i>Un animal más pequeño no puede comerse a otro más grande</i>	
2	Representación de red trófica	0	2		<i>Animal se come al otro</i>
			2		<i>Una cadena de comer</i>
			1		<i>Los depredadores de unos animales, son las presas de otros.</i>
			1		<i>Si desaparece un animal, desaparecen todos</i>
			1		<i>Cada ser vivo se come a uno</i>
3	Significado de las flechas	0	3		<i>Quién se come a quién</i>
			2		<i>Cigüeña come al sapo, el sapo a la hormiga y la hormiga a la planta</i>
			1		<i>Quién se come al otro</i>
			1		<i>Un animal se come a otro</i>
4	Desaparición de un ser vivo en una red alimentaria	0	3		<i>Todos morirían</i>
			2		<i>Todos se morirían, no come ninguno</i>
			1		<i>Todos morirían y los animales desaparecerían</i>
			2		<i>Todos se morirían y las plantas aumentarían</i>
5	Energía	1	2		<i>Los animales obtienen energía cuando se alimentan de otro ser vivo</i>
			2		<i>Gastas en ir a por la presa y consigues energía en menos cantidad</i>
			1		<i>Había que gastar para comer y se gasta más energía</i>
			1		<i>Ayuda a los animales para comer, cazar y escalar</i>

4.4. Comparación pre-test y post-test

Al comparar el pre-test y el post-test destacamos al estudiante F en la actividad 1, el cual cambia la opción correcta por la incorrecta dando una explicación similar, este cambio puede ser debido a que el alumno no supiese qué opción seleccionar escogiendo de esta forma una opción diferente pero con el mismo argumento.

En las siguientes preguntas observamos que los estudiantes mantienen la idea previa o la modifican para corregir el concepto erróneo.

En cuanto a la pregunta 5, que solo se realiza en el post-test, solo un alumno no contesta, otro alumno da una respuesta abierta y cinco estudiantes comprendían el paso de energía de los cuales 2, además comprendían que la energía obtenida era menor que la gastada. El alumno E comenta que *“Gastas en ir a por la presa y consigues al comértela en menos cantidad”*. Por su parte el alumno F responde: *“Un animal se comía a otro y conseguía energía. Había que gastar para comer y se gasta más energía”*.

Actividad	Alumnado						
	A	B	C	D	E	F	G
1	Mantiene la misma idea previa de que las flechas indica al que se come	Mantiene la misma idea previa de que las flechas indica al que se come	Mantiene la misma idea previa de que las flechas indica al que se come	Mantiene la misma idea previa de que las flechas indica al que se come	Mantiene la misma idea previa de que las flechas indica al que se come	Este caso es el más curioso porque el alumno pasa de seleccionar la opción correcta a la incorrecta, dando una similar explicación para dicha selección	Mantiene la misma idea previa de que las flechas indica al que se come
2	Mantiene la misma idea de la representación (quién se come a quién)	Mantiene la misma idea de la representación (qué animal se come cada uno)	Mantiene la misma idea de la representación (quién se come a quién)	Mantiene la misma idea de la representación (quién se come a quién)	Cambia la idea de “quién se come a quién” a que “los depredadores de unos animales son presas de otros”	En este caso, se cambia la idea del “quién come a quién” al “si desaparece uno, desaparecen todos”	Mantiene la misma idea de la representación (quién se come a quién)
3	Mantiene la misma idea de la dirección de la flecha (indican a quién se come)	Mantiene la misma idea de la dirección de la flecha (indican a quién se come)	Mantiene la misma idea de la dirección de la flecha (indican quién se come a quién)	Mantiene la misma idea de la dirección de la flecha (indican quién se come a quién)	Mantiene la misma idea de la dirección de la flecha (indican quién se come a quién)	Mantiene la misma idea de la dirección de la flecha (indican quién se come a quién)	Mantiene la misma idea de la dirección de la flecha (indican quién se come a quién)
4	Mantiene la idea correcta de que si un ser vivo desaparece, todos los organismos desaparecen	Realiza una modificación en relación al “todos morirían” del pre-test, aparte incluye que las plantas aumentarían ya que nadie se alimenta de ellas	Mantiene la idea correcta de que si un ser vivo desaparece, todos los organismos desaparecen	Mantiene la idea correcta de que si un ser vivo desaparece, todos los organismos desaparecen	Mantiene la idea correcta de que si un ser vivo desaparece, todos los organismos desaparecen	Cambia de respuesta de la relación directa a “todos morirían, ya que no come ninguno”	Cambia de idea en relación a su respuesta anterior, pensando que ahora podrían llegar a desaparecer
5. Respuesta <i>(¿Qué pasa con la energía?)</i>	<i>La energía ayudaba a los animales para comer, cazar y escalar.</i>	<i>Los animales obtienen energía cuando se alimentan de otro ser vivo</i>	<i>Los animales obtienen energía cuando se alimentan de otro ser vivo</i>	<i>Tenías que tener plantas e intentar tener alguno que se pueda comer a la planta (gusano de seda)</i>	<i>Que gastas en ir a por la presa y consigues al comértela en menos cantidad</i>	<i>Había un productor y cada vez que un animal se comía a otro conseguía energía. Había que gastar para comer y se gasta más energía</i>	NS/NC

Tabla 3. Conocimiento del alumnado tras el pre-test y post-test

5. Conclusiones

Los errores comunes que nos encontramos son los confirmados por otros autores citados con anterioridad, aunque observamos una excepción con relación a las redes tróficas, en la que la mayoría de los estudiantes comprenden que la eliminación de un organismo en la red trófica causa la extinción de toda la red. No obstante, sí que se coincide en el fallo conceptual relacionado con el sentido de las flechas, en el cual la mayoría del alumnado piensa que la dirección correcta es la contraria.

En cuanto al material didáctico elaborado para la superación de las principales ideas previas y las dificultades observadas en el alumnado, se puede mencionar que no se han conseguido todos los objetivos planteados, aunque se comprueba que la idea de consumo y obtención de energía se ha asimilado correctamente. Del mismo modo se puede decir que se ha comprendido el papel de los descomponedores, encontrándose en cualquier nivel alimenticio y no sólo al finalizar la cadena trófica en un consumidor terciario. Por último, se ha podido observar cómo el alumnado pensaba que al desaparecer un organismo solo afectaría al que directamente estuviese relacionado con él. Con el uso del juego diseñado ambos estudiantes cambiaron su respuesta a una más aproximada *“Todos morirían, ya que no come ninguno”*. Por lo tanto este material es útil para la comprensión de las relaciones entre individuo-ecosistema.

Por otro lado, la principal dificultad que no se ha podido superar es la idea de que en las redes tróficas las flechas siguen indicando quién come a quién.

Los resultados obtenidos, aunque son muy positivos, deberían de ampliarse la muestra del alumnado para asegurarnos su utilidad y así superar e identificar las ideas previas relacionadas con las cadenas y redes tróficas.

Una de las posibles causas de los errores cometidos por el alumnado puede ser debido a la pruritud en el momento de realizar esta tarea, ya que es en tercero de primaria cuando el curriculum dice que hay que trabajar dicho tema de ecología. Se ha podido comprobar que el material que se ha dado en este curso ha sido escaso (fig. 8) debido a que sólo se ha hablado de las cadenas alimentarias.



Figura 8. Materia dada sobre ecología en 3º de ed. primaria.

Las propuestas de mejora que se podrían incluir en el material didáctico son en relación a la forma de jugar y a la hora de organizar las sesiones. En primer lugar, y tras observar una partida de estudiantes, se vio cómo jugaban de forma diferente a lo pensado inicialmente y, por ende, se comprobó que la forma de utilizar las cartas de “energía” era mucho más eficiente de su modo que del previsto en un inicio. Este modo consistía en echar las dos cartas de “energía” encima de la carta del organismo que se iba a tapar. Esta idea es buena ya que se observa el uso de energía antes de colocar la carta encima, simulando las funciones vitales.

Por otro lado, la propuesta de mejora en relación a la organización de las sesiones vendría dada por una reducción del número de alumnos y alumnas, para así poder explicar con mayor detenimiento los procesos que ocurren en las redes y cadenas tróficas. También realizar sesiones más próximas en el tiempo para evitar así tener que recordar conceptos dados anteriormente y no perder parte de la segunda sesión en recordarlo. Para finalizar este párrafo, sería conveniente realizar con el alumnado una red trófica usando la base que ellos realizaron en la segunda actividad del material didáctico y así afianzar los contenidos.

Finalizando este trabajo, me gustaría hacer mención a la actitud positiva que tuvo el alumnado con relación al juego, el cual era demandado por ellos para poder jugar sin saber que indirectamente estaban aprendiendo y asumiendo el traspaso de energía que existe en las cadenas y redes tróficas, información de los seres vivos y su nutrición, hábitats donde se encuentran, etc.

6. Referencias

- Aduriz-Bravo, A. & Izquierdo-Aymerich, M. (2004). Un modelo de modelo científico para la enseñanza de las ciencias naturales. *Revista electrónica de investigación en educación en ciencias*. Bellaterra. Especial 1. (pp. 40-49).
- Andalucía. Real Decreto Ley 97/2015, de 3 de Marzo, por el que se establece la ordenación y el currículum de la educación primaria en la comunidad autónoma de Andalucía. *Boletín Oficial de la Junta de Andalucía*. 13 de Marzo de 2015, num. 50, (pp. 11-22).
- Arredondo, A. (1992). Análisis y reflexión sobre modelos teóricos del proceso salud-enfermedad. *Cad. SaúdePúbl.*, Rio de Janeiro. 8(3) (pp. 254-261).
- Bermudez, J. A. Articles-2275_recurso_jpg., ca. Imagen tomada de http://www.curriculumenlineamineduc.cl/605/articles-22755_recurso_jpg.jpg
- Bravo-Torija, B. (2012). El desempeño de las competencias científicas de uso de pruebas y modelización en un problema de gestión de recursos marinos. *Tesis doctoral*. Santiago de Compostela. Universidade de Santiago de Compostela. (pp. 199-243).
- Cartier, J. L., Stewart, J. & Zoellner, B. (2006). Modeling and inquiry in a high school genetics class. *The American Biology Teacher*, 68(6), (pp. 334-340).
- Ceja López, G. Trama-alimenticia-o-red-alimentaria-la. 2014. Imagen tomada de <http://gladiscejalopez.blogspot.com.es/2014/05/trama-alimenticia-o-red-alimenticia-la.html>
- Eilam, B. (2002). Strata of comprehending ecology: looking through the prism of feeding relations. *Science Education*. 86(5). (pp. 645-671).
- Enilba Galindo, G. Cadena Alimentaria. 2014. Imagen tomada de <https://ticsdiplomado.files.wordpress.com/2014/04/cadena-alimentaria.jpg>
- Galagovsky, L. & Aduriz-Bravo, A. (2001). Modelos y analogías en la enseñanza de las ciencias naturales. El concepto de modelo didáctico analógico. *Enseñanza de las ciencias*. Buenos Aires. 19(2), (pp. 231-242).
- García García, J. J. & Rentería Rodríguez, E. (2011). Resolver problemas para aprender sobre los modelos. *Revista Educación Comunicación Tecnología*, 6(11), (pp. 1-28).
- Gilbert, S. F. (2000). *Developmental Biology*. Sunderland: Sinauer Associates.

- Gómez Galindo, A. A. (2005). La construcción de un modelo de ser vivo en la escuela primaria: una visión escalar. *Tesis doctoral*. Universitat autònoma de Barcelona. (pp. 7-51).
- González García, F. (Coord.). (2015). *Didáctica de las ciencias para la educación primaria II: Ciencias de la vida*. España: Ediciones Pirámide.
- Gotwals, A. W. & Songer, N. B. (2010). Reasoning up & down a food chain: Using an assessment framework to do cognitive research. *Science Education*. 94(2). (pp. 259-281).
- Grosslight, L., Unger, C., Jay, E. & Smith, C. (1991). Understanding models and their use in science: conceptions of middle and high school students and experts. *Journal of Research in Science Teaching*. 28(9). (pp. 799-822).
- Hogan, K. & Fisherkeller, J. (1996). Representing students thinking about nutrient cycling in ecosystems: Bidimensional coding of a complex topic. *Journal of Research in Science Teaching*. 33. (pp. 941-970).
- Leach, J., Driver, R., Scott, P. & Wood-Robinson, C. (1996). Children's ideas about ecology 2: Ideas found in children aged 5-16 about the cycling of matter. *International Journal of Science Education*. 18. (pp. 19-34).
- Ministerio de Educación. (2015). *Proyecto Biosfera*. Recursos.cnice.mec.es. Recuperado el 19 de abril de 2015 de: http://recursos.cnice.mec.es/biosfera/alumno/2ESO/Energia_ecosistemas/contenidos3.htm.
- Özar, E. & Öztas, H. (2003). Secondary students' interpretations of photosynthesis and plant nutrition. *Journal of Biological Education*. 37(2). (pp. 68-70).
- Passmore, C. & Stewart, J. (2002). A modeling approach to teaching evolutionary biology in high schools. *Journal of Research in Science Teaching*. 39. (pp. 185-204). doi: 10.1002/tea.10020.
- Rodríguez, J. (1999). *Ecología*. Madrid: Ediciones Pirámide