



TRABAJO FIN DE MÁSTER

CURSO 2015 - 2016

Trabajar ideas alternativas en el proceso de enseñanza-aprendizaje
de la evolución a través de juegos: “Survival & Evolution”

*Dealing with alternative ideas in the teaching-learning process of
evolution through games: “Survival & Evolution”*

Autor: Roberto Vicente Romero

Director: Ángel Luis Cortés Gracia



1542

Universidad
Zaragoza



Facultad de Educación
Universidad Zaragoza

INDICE

Presentación del documento.....	3
1. Introducción	4
2. Estudio exhaustivo de dos actividades realizadas en el Máster	5
2.1. Procesos de Enseñanza-Aprendizaje	6
2.2. Fundamentos de diseño instruccional y metodología de aprendizaje en las especialidades de Física y Química y Biología y Geología	7
3. Tema de aplicación: Proyecto de Innovación <i>Survival & Evolution</i>	8
3.1. Justificación y formulación del problema	8
3.2. Antecedentes	9
3.3. Objetivos	10
3.4. Diseño de la Actividad	10
3.5. Metodología y Secuencia de Actividades	13
3.6. Realización de la Actividad.....	15
3.7. Resultados	16
3.8. Evaluación.....	22
4. Consideraciones finales.....	23
5. Bibliografía	25
6. Anexos	28

Presentación del documento

Esta memoria ha sido elaborada con el objetivo de finalizar con éxito y obtener el título de Máster en Profesorado de Educación Secundaria Obligatoria, Bachillerato, Formación Profesional y Enseñanza de Idiomas, Artísticas y Deportivas.

El presente archivo pretende ser un análisis de los aspectos más relevantes llevados a cabo durante la realización del mismo y ha sido desarrollado siguiendo el formato de la modalidad A del trabajo de fin de máster.

A lo largo de este documento, se detalla todo lo referente a la experiencia vivida durante la realización del máster, incluyendo los correspondientes períodos del Prácticum; que se llevaron a cabo en el CPEIPS Sagrado Corazón de Jesús.

En primer lugar, se expone una justificación y valoración personal de la formación académica recibida así como de los retos profesionales y laborales desde el contexto docente del centro educativo.

A continuación, se desarrolla un análisis crítico de dos de las asignaturas cursadas durante este año y de la relación que las une a la propuesta realizada durante el periodo del Prácticum II y III.

En el siguiente apartado se detalla la actividad que se llevó a cabo durante el período de prácticas (objetivos, desarrollo de la actividad, evaluación, etc.).

Para concluir, se incluyen unas consideraciones finales en lo que concierne a la propuesta didáctica y al máster en general.

1. Introducción

Tras finalizar la Licenciatura en Biología en julio de 2013, conseguí una beca del gobierno francés para volver a París y acabar el Máster en Cancerología (curso 2013 – 2014); cuyo primer curso ya había realizado durante la estancia del Erasmus. Aunque siempre había deseado dedicarme a la investigación, al finalizarlo comprendí que la investigación en biología es un trabajo muy exigente, al que hay que dedicarle mucho tiempo de forma exclusiva y absoluta.

Puesto que no quería, ni quiero, dedicarme laboralmente en totalidad a la investigación, decidí encauzar mi proyecto hacia la educación. Aunque llegué tarde para inscribirme en el Máster de profesorado, durante el curso 2014 – 2015, dediqué parte del tiempo a dar clases en una academia como profesor de genética y a dar clases particulares. La otra parte del tiempo la dediqué a buscar laboratorios internacionales que realizaran un trabajo de investigación de enfoque interdisciplinar en un último intento de encontrar un laboratorio que ofreciera algo más que investigar.

Durante ese año, además de mejorar las aptitudes docentes, que desde mi humilde punto de vista consideraba necesarias, recibí una invitación desde la Universidad de Berlín para llevar a cabo entrevistas personales. Aunque no fui seleccionado, me di cuenta que los laboratorios interdisciplinares no contemplan entre sus objetivos combinar la educación con la investigación.

Decidido a encontrar una combinación investigación–enseñanza que me convenciera, me inscribí al Máster en Profesorado con el objetivo de aprender lo que todo buen docente tiene que saber y la forma que tienen los estudiantes de aprender. Así, recibiría una formación en educación, complementaria y necesaria, a la de biólogo; obteniendo igualmente el certificado que me validara como profesional para trabajar en los centros educativos.

Durante este curso, tuve la oportunidad de desarrollar el Prácticum en el CPEIPS Sagrado Corazón de Jesús de mi barrio. Junto con mi tutor, pude involucrarme en los cursos de 3º y 4º de la ESO, llevando a cabo dos unidades didácticas distintas y enfrentándome por primera vez a grupos de alumnos numerosos. La unidad didáctica de 4º de la ESO era “origen y evolución de los seres vivos”, por lo que el estudio de esta memoria acerca de las ideas alternativas en evolución se pudo realizar en el aula.

Desde el marco teórico del máster, y durante el periodo de prácticas, pude apreciar el reto que supone la profesión docente. Desde las ratios de alumno tan elevadas, como la clase de 4º formada por 35 alumnos de los grupos B y C; hasta las dificultades organizativas desde la administración a fin de impartir la totalidad del temario.

2. Estudio exhaustivo de dos actividades realizadas en el Máster

Todas las asignaturas han permitido cultivar, de una forma u otra, las competencias profesionales y las prácticas docentes. Los proyectos desarrollados como trabajo personal a lo largo del máster han versado sobre temas sociales o de contenido científico de interés personal.

Todos ellos han complementado la formación recibida por este máster; sin embargo, para el análisis crítico de esta parte se han seleccionado los saberes trabajados en dos asignaturas durante el periodo del primer cuatrimestre.

Los dos temas escogidos han sido el aprendizaje significativo a través del constructivismo trabajada en la asignatura de “Procesos de enseñanza y aprendizaje”; y la existencia de ideas alternativas en el alumnado desde la asignatura de “Fundamentos de diseño instruccional y metodología de aprendizaje en las especialidades de Física y Química y Biología y Geología”.

La selección de estos saberes y prácticas en concreto se deben la implicación, aplicación e integración, que estos contenidos han tenido en el proceso formativo y en el desarrollo de las prácticas docentes y de este trabajo. Esta relación entre los contenidos teóricos y la realidad del aula se ha puesto en práctica durante el periodo del Prácticum II–III al desarrollar una propuesta didáctica para tratar las ideas alternativas del alumnado a través de una actividad para favorecer el aprendizaje significativo basado en un punto de vista constructivista.

2.1. Procesos de Enseñanza-Aprendizaje

Dos aspectos importantes se integraron desde esta asignatura en las prácticas.

Por un lado, se estudiaron los modelos actuales de teorías del aprendizaje (Leahey, 2005). De entre estos modelos, el constructivismo propone que el alumno sea quien construya su propio conocimiento desde las propias experiencias. Esta teoría considera el aprendizaje como una interpretación personal no compartida; un proceso en el que el niño construye una representación interna del conocimiento. Para que el proceso se desarrolle correctamente, las estrategias de aprendizaje deben tener en cuenta el nivel del niño previo, tratarse de aprendizajes funcionales y por descubrimiento, para el que los aprende. (García Aretio, 1989; García Garrido, 2005)

Teniendo en cuenta todo esto, se planteó una actividad en las que los propios alumnos experimentaran con la evolución. Se realizó una evaluación previa al inicio de la unidad didáctica, y se tuvo en cuenta los resultados obtenidos para dirigir la actividad. En la propuesta, se estructuró de forma que los alumnos descubrieran los procesos de la evolución, estableciendo una puesta en común al final de la actividad para asegurar el correcto aprendizaje de los contenidos tratados.

Por otro lado, en el tema de tratamiento de las tecnologías de la información y la comunicación de esta misma asignatura, trabajamos los nuevos modelos de aprendizaje inmersos en las nuevas tecnologías (García, Portillo, Romo y Benito, 2007).

De acuerdo a la teoría constructivista, aquellas actividades que implicaran una mayor interactividad por parte del alumnado, favorecen el aprendizaje significativo (Majó y Marqués, 2002; Coll, Mauri, y Onrubia, 2008). Ejemplos de estas actividades son los simuladores, los videojuegos, las wikis, los blogs, las webquest o los mapas digitales, entre otros (García, Portillo, Romo y Benito, 2007).

Teniendo en cuenta esta aproximación, el diseño de la actividad se planteó para que el alumnado simulara y viviera el proceso evolutivo a través de un juego. Pudiendo así crear experiencias para que ellos construyeran su propio aprendizaje.

2.2. Fundamentos de diseño instruccional y metodología de aprendizaje en las especialidades de Física y Química y Biología y Geología

Desde la asignatura de fundamentos trabajamos en profundidad la didáctica de las ciencias así como algunas dificultades que pueden presentar los estudiantes en el aprendizaje de la ciencia. Distintos aspectos como la transposición didáctica, la indagación científica, los modelos integradores, la alfabetización científica, las ideas alternativas y el trabajo en equipo, entre otros, fueron los temas abordados desde la asignatura.

De entre ellos, la existencia de concepciones alternativas en el alumnado es una de las principales dificultades en la docencia de las ciencias (Driver, Guesne y Tiberghien, 1985). En general, las ideas alternativas que el alumno trae al aula no son tomadas en cuenta en el modelo que persiste de enseñanza tradicional: el alumno es un lienzo en blanco sobre el cuál plasmar los nuevos conocimientos. Pese al esfuerzo para corregir este hecho, los contenidos mínimos de biología son establecidos en el currículum y las editoriales desarrollan sus textos a partir de éstos sin tener en cuenta las propuestas que se llevan realizando desde el ámbito de la investigación en didáctica de la biología. (Íñiguez Porraz, 2005)

Para este caso, el tema de la evolución contiene abundantes esquemas conceptuales previos, al ser un tema muy recurrente en los medios. Generalmente, muchas de las ideas previas del cambio biológico se encuentran enraizadas en las ideas alternativas de la herencia genética (Banet y Ayuso, 2003; Duncan, Rogat y Yardner, 2009; Hackling y Treagust, 1984; Ibáñez y Martínez Aznar, 2005; Íñiguez Porraz y Puigcerver Oliván, 2013; Longden, 1982; Wood-Robinson, Lewis, Leach, y Driver, 1998). Las concepciones erróneas de los alumnos suele estar derivada en gran parte por los libros de texto; ya sea tanto por los textos (Cho, Kahle y Nordland, 1985) como por las ilustraciones o esquemas (García Cruz, 1990).

Por ello, al inicio de la unidad didáctica se realizó un test de ideas previas, para conocer de primera mano las impresiones, que tenía el alumnado sobre la evolución, y para modificar los contenidos aprendidos necesarios y construir los nuevos sobre estos últimos. Estos resultados se tuvieron en cuenta, a la hora de desarrollar la unidad didáctica y la segunda parte de la propuesta didáctica; la puesta en común.

3. Tema de aplicación: Proyecto de Innovación *Survival & Evolution*

La actividad didáctica consiste en un juego para profundizar en el aprendizaje de la evolución y en la puesta en práctica de las teorías darwinistas. Esta tarea está contextualizada en la unidad didáctica correspondiente al “origen y la evolución de los seres vivos” para el 4º curso de la ESO. La propuesta didáctica pudo realizarse en el Colegio Sagrado Corazón de Jesús en la clase de biología que consta de 35 alumnos pertenecientes a los grupos B y C.

3.1. Justificación y formulación del problema

Típicamente, el tema de evolución se desarrolla en el aula siempre mirando hacia el pasado, trabajando la historia evolutiva desde la actualidad. La metodología de trabajo suele utilizar filogenias claras y bien definidas de ejemplos, como la equina, y explican las diferencias entre Lamarckismo y Darwinismo recurriendo al ejemplo del cuello de las jirafas, todo un clásico ya de la asignatura (Torreblanca, Lia, Merino, 2014). Este juego ambiciona abordar los aspectos ideológicos más arraigados entre alumnado y docentes en el tema de la evolución. De entre los cuales destacan:

a) Los pensamientos vitalistas; por los cuales existe una fuerza o plan superior que da dirección a la evolución. Esto puede darse desde que existe un objetivo en la evolución, hasta que la evolución “*tenía que ser así*”. (Ayuso y Banet, 2002; Grau y Manuel, 2002; Jiménez Aleixandre, 1991).

b) Las ideas finalistas; en tanto en que todos los seres vivos evolucionan en complejidad, siempre mejorando y superándose, por lo que las especies que no han sobrevivido son responsables de ser menos útiles o adaptadas que las actuales. (Ayuso y Banet, 2002; De La Gándara y Gil Quílez, 2002)

c) Los puntos de vista antropocentristas; que focalizan al hombre en el centro de la investigación. Son más recurrentes las ideas finalistas en la especie humana mezcladas con ideas de superioridad o haber sido elegidos. (Gutiérrez, 2009; Grau y Manuel, 2002).

d) El concepto de extinción; no como un proceso destructivo y eliminador de las especies peor adaptadas sino como un proceso natural de destrucción y formación de diversidad y facilitador en el proceso evolutivo de las especies al dejar nichos ecológicos libres para que sean ocupados. (Barberá, 2009)

e) Igualmente, al tratarse de un tema recurrente y generalizado en los medios de comunicación, existen abundantes ideas alternativas en el alumnado. El uso en la televisión y el cine de términos como mutación o el uso de términos o expresiones corrientes (“Adaptarse o morir”, “adaptarse a las consecuencias”) conllevan a que el alumnado construya sus propias ideas acerca del proceso evolutivo y que cuando comience el tema de origen y evolución de la vida acuda con ideas previas. (Ayuso y Banet, 2002; Grau y Manuel, 2002; Jiménez Aleixandre, 1991).

3.2. Antecedentes

En la bibliografía sobre didáctica de la evolución abundan los estudios acerca de las dificultades y las ideas alternativas del alumnado al enfrentarse al tema de evolución (De La Gándara, Gil Quílez y Sanmartí, 2002; De la Gándara, y Gil Quílez, 1995; Jiménez Aleixandre, 2004; Jiménez Aleixandre y Fernández, 1989). Sin embargo es sorprendente la ausencia de propuestas didácticas para tratar un concepto tan estudiado. Entre los artículos publicados, la gran mayoría proponen actividades de indagación y reflexión, fomentando el aprendizaje constructivista. (Jimenez Aleixandre, Brañas y Pizarro, 1992; García Barrios, Martínez Losada y Del Carmen Tiburzi, 2011; Jiménez Aleixandre, 2007)

Algunos artículos como el de Torreblanca (Torreblanca, Lia y Merino, 2014) sugieren, ya que el alumnado tiene los mismos problemas que los científicos contemporáneos a Darwin, realizar un recorrido histórico en la explicación de su teoría. Por otra parte, (Mengascini y Menegaz, 2005) proponen utilizar ejemplos más próximos a la realidad, como pueden ser la resistencia de los piojos o la pérdida del olfato en humanos para trabajar de forma constructiva el aprendizaje.

Excepcionalmente existen algunas actividades de simulación para trabajar el cambio biológico. En el artículo “el juego de las mariposas” (Mengascini y Menegaz, 2005), nos proponen trabajar el concepto de cambio biológico a través del ejemplo de la mariposa *Biston betularia*. En él se utilizan fichas de color negro y blanco representando las mariposas y dos fondos de los mismos colores siendo de forma figurada los ecosistemas. El juego trata de que los alumnos, emulando las aves, se dediquen a cazarlas.

En el artículo “Aplicar la idea del cambio biológico: ¿por qué hemos perdido el olfato?” (Jiménez Aleixandre, 2002), se nos propone una variante del juego anterior pero

con escarabajos como animal y los colores rojo y azul. Incorporan que en cada ronda, los escarabajos que quede tendrán dos larvas de su mismo color.

3.3. Objetivos

La metodología desarrollada en *Survival & Evolution* ofrece un punto de vista de trabajo que permite al alumnado tratar la historia evolutiva desde el presente.

Al trabajar el tema de la evolución con este juego, se pretende crear un hipotético futuro que les ayude a entender y experimentar los mecanismos de la evolución. De esta forma, el alumnado es el actor principal de la actividad, pasando el docente a un segundo plano como guía en el proceso de aprendizaje, reforzando y asegurando el correcto desarrollo de la actividad. Los objetivos generales y específicos trabajados en el aula gracias a la actividad se encuentran resumidos en la tabla adjunta. (Ver *tabla 1*)

○ OBJETIVOS GENERALES
● OBJETIVOS ESPECÍFICOS
○ Tratar las ideas vitalistas del alumnado
● <u>La evolución no está dirigida. Cualquier resultado podría ser posible.</u>
● <u>Es el medio ambiente el que determina qué es funcional o no.</u>
● La evolución es un proceso lento que se mide en tiempo geológico.
● No hay un plan ni razón por el cual estamos sobre la Tierra.
○ Tratar las ideas finalistas del alumnado
● <u>Las especies actuales no son mejores a las precedentes.</u>
● Estar adaptado significa sobrevivir. No ser mejor que las demás.
● <u>No todas las especies que sobreviven en la actualidad son complejas.</u>
● Los individuos no mutan por necesidad.
○ Tratar las ideas Antropocentristas del alumnado
● La inteligencia no tenía que aparecer.
● Todas las especies son las mejores adaptadas a su medio. No somos nosotros los mejores ni únicos.
Tabla 1. <i>Objetivos generales y específicos de la propuesta didáctica.</i> Se encuentran subrayados los objetivos que se trataron con esta actividad en el aula.

3.4. Diseño de la Actividad

La propuesta *Survival & Evolution* está dividida en dos partes. Por un lado, el desarrollo de la actividad en sí; y por otro lado, una puesta en común de lo trabajado en clase al finalizar el juego. El material de apoyo aportado para el desarrollo de la actividad consta de: la ficha del profesor, la ficha del jugador y la guía del jugador.

Para la puesta en común, se aconseja realizar una evaluación previa de las ideas alternativas del alumnado. Esta información debería utilizarse para orientar, trabajar y profundizar las cuestiones y aspectos más complicados del alumnado.

A través del juego *Survival & Evolution* el aula se transforma en un ecosistema en el cual cada jugador es una especie creada propia. Este ecosistema, junto con las especies que en él se encuentran, sufrirá una serie de eventos al azar de diversa magnitud a lo largo del tiempo. Estos eventos afectarán a unas u otras especies, en función de las características de cada una, y tendrán que comprobar si sobreviven, o no, al evento. De esta forma, al acabar el juego, deberán ser capaces de dibujar y establecer la línea evolutiva de su especie.

3.4.1. Ficha del Profesor

La ficha consta del orden de juego (ver *figura 1*) utilizado en la actividad, varios eventos extras, la ficha con las características a recortar para repartir aleatoriamente y un listado de pautas para que el docente pueda orientar adecuadamente la actividad.

El orden de juego utiliza 6 eventos que fueron seleccionados para que todos los jugadores, al margen de cómo fuera su especie, se vieran afectados en un punto o en otro del desarrollo de la actividad. El intervalo de duración de los eventos también fue seleccionado para que les saliera una escala fácil de realizar en la línea temporal.

1)	<p style="text-align: center;">LEVE</p> <p>TÍTULO: LA CARRERA ARMAMENTÍSTICA</p> <p>TEXTO: <i>Entre los depredadores han aparecido mutantes que son capaces de ver en longitudes de onda del infrarrojo. El mimetismo ya no supone una barrera contra la depredación.</i></p> <p>AFECTADOS: MIMETISMO</p>	2)	<p style="text-align: center;">MODERADO</p> <p>TÍTULO: ESPECIE VEGETAL INVASIVA</p> <p>TEXTO: <i>Una nueva especie vegetal ha entrado en el ecosistema. Se reproduce demasiado rápido. Esta planta enredadora tiene largas espinas muy duras que producen una fuerte reacción alérgica.</i></p> <p>AFECTADOS: GRAN TAMAÑO y PIEL FINA</p>
3)	<p style="text-align: center;">MODERADO</p> <p>TÍTULO: SUPERDEPREDADORES</p> <p>TEXTO: <i>Un superdepredador ha llegado al ecosistema. Sin nadie con quién competir por el alimento ni nadie de quién huir causa estragos entre las poblaciones más vulnerables.</i></p> <p>AFECTADOS: MALA VISIÓN y FÁCIL DE DETECTAR</p>	4)	<p style="text-align: center;">MODERADO</p> <p>TÍTULO: HORA DE LA CAZA</p> <p>TEXTO: <i>Una especie de homínidos arrasan con las especies que ven en busca de utensilios y herramientas que puedan serles útiles para su supervivencia.</i></p> <p>AFECTADOS: GARRAS/CUERNOS y TÓXICO</p>

5)	MODERADO	6)	CATASTRÓFICO
	TÍTULO: SIN RECURSOS		TÍTULO: GLACIACIÓN
	TEXTO: <i>La desertización ha llevado a que los productores del ecosistema se vean reducidos en número. Los recursos escasean y la energía hay que invertirla bien.</i>		TEXTO: <i>La entrada de la Tierra en un periodo glacial ha bajado las temperaturas drásticamente. Los casquetes polares se expanden hasta casi alcanzar los trópicos. Regular la temperatura se vuelve esencial.</i>
AFECTADOS: ELEVADA REPRODUCCIÓN y ALIMENTACIÓN ESPECIALIZADA		AFECTADOS: ESCAMAS Y PIEL LISA	

Figura 1. Orden de Juego. Los números indican la ronda en la que se llevaban a cabo. El color indica la intensidad del evento, los eventos tienen un título, un texto descriptivo que acompaña y los individuos por cuyas características se ven afectados.

Los eventos extras (ver *anexo 1*) se clasifican en eventos de distinta intensidad: leve, moderado y catastrófico. Se encuentran caracterizados según la intensidad. Estos eventos extras, y cualquier otro que se pudiera crear, servirían como sustitución en el orden de juego como el propio docente considerase oportuno (ver *tabla 2*).

Intensidad	Color	Nº de Características afectadas	Tipo de Característica Afectada	Intervalo de Duración (años)
Leve	Amarillo	1	Escogida (D)	300.000
Moderado	Naranja	2	Escogida (D)	200.000
Catastrófico	Rojo	2	Aleatoria (B)	100.000

Tabla 2. Características y tipología de los eventos.

3.4.2. Ficha del Jugador

La ficha, de tamaño Din A3, consta de 3 partes (ver *anexo 2*). En una cara de la hoja se encuentran: las normas del juego y la ficha de la especie; y en la otra cara la línea evolutiva. Las normas del juego están explicadas para que los estudiantes puedan leerlas individualmente y comprender el funcionamiento del juego. Además contiene cómo desarrollar los distintos apartados de la ficha de la especie (ver *tabla 3*).

Apartado	Título	Asignación	Opciones			
A	Extremidad	Azar	Sin extremidad	Aletas	Patas	
B	Cubierta	Azar	Piel Lisa	Plumas	Escamas	Pelo
C	Respiración	Azar	Pulmones	Branquias	Cutánea	
D	Ventaja – Desventaja	Escoger	8 pares de características a elegir 1			
E	Realizar un dibujo personal y ponerle nombre científico					
F	Realizar una reflexión ayudado de preguntas sobre la ecología de la especie.					

Tabla 3. Ficha de la especie.

EVALUACIÓN DE LAS IDEAS PREVIAS

Contesta al siguiente formulario con sinceridad, lo que de verdad pienses o consideres que tiene sentido. Piensa las respuestas antes de contestar.

Si te parece que la frase tiene sentido selecciona verdadero, si te parece que no selecciona falso. Si no estás seguro o no entiendes lo que lees marca NS/NC.

Este formulario no será calificado de ninguna forma.

Este formulario servirá al profesor para conocer lo que sabéis sobre el tema que trataremos, para así poder adaptar la clase que recibiréis a vuestras necesidades educativas.

1) Sobre la evolución de los seres humanos, los seres humanos comparten un mismo ancestro común con:	V	F	NS/ NC
a. Los chimpancés.			
b. Las ardillas.			
c. Las cigüeñas.			
d. Los mamíferos.			
e. Los peces.			
f. Los dinosaurios.			
2) Sobre la evolución de las especies:	V	F	NS/ NC
a. Los seres humanos son los seres más evolucionados.			
b. Los seres humanos son los mejor adaptados.			
c. Las especies actuales son las más evolucionadas.			
d. Las especies actuales son las mejor adaptadas.			
3) Sobre la evolución de las jirafas:	V	F	NS/ NC
a. Desarrollaron un cuello largo para comer de las hojas de los árboles.			
b. Desarrollaron un cuello largo para estar más adaptadas.			
c. Desarrollaron un cuello largo para sobrevivir.			
d. Las de cuello largo sobrevivieron mejor.			
e. Las de cuello corto no estaban mejor adaptadas.			
4) Con respecto a la alimentación, los carnívoros tienen grandes colmillos como los leones y los herbívoros tienen grandes molares como los caballos, por lo tanto:	V	F	NS/ NC
a. La dentadura depende del tipo de alimentación.			
b. La alimentación depende del tipo de dentadura.			
c. Si modifico mi alimentación mi dentadura cambiará a lo largo de los años.			
d. Si cambio mi alimentación la dentadura se adaptará con el paso de los años.			
e. Si modifico mi alimentación, la dentadura de mi hijo será distinta al nacer.			

5) Con respecto a las alergias y el polen:	V	F	NS/ NC
a. Las altas temperaturas están haciendo más agresivo el polen.			
b. Las altas temperaturas están haciendo pólenes más resistentes.			
c. Las plantas se están adaptando para sobrevivir produciendo mayor cantidad de polen.			
d. Las plantas se defienden modificando su polen para que sea más resistente y por lo tanto más agresivo para el cuerpo humano.			
6) Sobre los cambios que sufren los seres vivos, las mutaciones:	V	F	NS/ NC
a. Tienen siempre un efecto.			
b. Son siempre perjudiciales.			
c. Puede ser o beneficiosas o perjudiciales.			
d. El efecto de las mutaciones no dependen de nada.			
e. Los efectos de las mutaciones dependen del medio.			
7) Con respecto a la teoría de la evolución, estoy de acuerdo con la visión de:	V	F	NS/ NC
a. Lamarck			
b. Darwin			

¿Qué entiendes por los conceptos de: adaptación, selección y evolución?

La propuesta didáctica se planteó para realizarla en una sesión (1h.), justo después de haber dado la parte del temario correspondiente a las diferencias entre Lamarckismo y Darwinismo. Durante la clase previa al juego, se hizo entrega de las fichas para los alumnos y se repartieron al azar las características con la ayuda de cajas. Se realizó una breve explicación a los alumnos de en qué consistía la actividad, haciendo hincapié en la forma de rellenar la ficha y en que trajeran el material necesario para realizar el juego.

Al día siguiente se comenzó comprobando que todos habían traído el material (la ficha de su especie completada y el dado), se formaron parejas para que todos pudieran tirar un dado y se proyectó el PowerPoint. Los eventos se sucedieron y los estudiantes anotaron la información y comprobaron los efectos de los eventos sobre ellos. Se dio de tiempo hasta el día siguiente para que acabaran la línea evolutiva y los dibujos.

3.6. Realización de la Actividad

La actividad se realizó con los 35 alumnos a última hora de la mañana (13:05 – 14:00). Ese día, los tutores tenían cursos de formación, por lo que tuvieron la mañana con

horas de estudio libres. Sin embargo, estaban especialmente cansados y no se pudo desarrollar la actividad en su totalidad. No todos trajeron dados e hicieron trampas para que sus especies sobrevivieran. No todos se habían leído las normas del juego y en muchas ocasiones estaban perdidos sin saber qué hacer. Lo que más perjudicó el desarrollo de la actividad era que, al estar hablando entre ellos, constantemente teníamos que parar la actividad. Finalmente, sólo pudimos hacer una breve puesta en común al final de 5 min.

Al día siguiente se recogieron las producciones de los alumnos sin problema.

3.7. Resultados

3.7.1. Resultados del test inicial

Los resultados del test inicial (ver *tabla 5*) se encuentran desarrollados en la gráfica contigua (ver *figura 3*). Entre las ideas alternativas que se encontraron, cabe destacar por la gran proporción de estudiantes que las presentaban:

- Grandes dificultades en el concepto de antepasado común
- Ideas de superioridad de las especies actuales frente a las del pasado
- Uso y aplicación de justificaciones Lamarckistas en los fenómenos actuales
- Las mutaciones que se producen siempre tienen algún efecto (positivo o negativo) pero no existen las mutaciones neutras.
- Estar de acuerdo con la visión de Darwin sin reconocerla, aplicarla o conocerla.

Toda esta información se utilizó para orientar la puesta en común posterior.

1) Sobre la evolución de los seres humanos, los seres humanos comparten un mismo ancestro común con:	V	F	NS/ NC
a. Los chimpancés.	27	0	1
b. Las ardillas.	1	24	5
c. Las cigüeñas.	0	27	3
d. Los mamíferos.	25	3	2
e. Los peces.	4	25	1
f. Los dinosaurios.	0	22	8
2) Sobre la evolución de las especies:	V	F	NS/ NC
a. Los seres humanos son los seres más evolucionados.	27	1	2
b. Los seres humanos son los mejor adaptados.	12	10	8
c. Las especies actuales son las más evolucionadas.	8	16	6
d. Las especies actuales son las mejor adaptadas.	15	8	7
3) Sobre la evolución de las jirafas:	V	F	NS/ NC
a. Desarrollaron un cuello largo para comer de las hojas de los árboles.	28	2	0
b. Desarrollaron un cuello largo para estar más adaptadas.	24	0	6
c. Desarrollaron un cuello largo para sobrevivir.	19	6	5
d. Las de cuello largo sobrevivieron mejor.	17	9	4
e. Las de cuello corto no estaban mejor adaptadas.	18	5	7
4) Con respecto a la alimentación, los carnívoros tienen grandes colmillos como los leones y los herbívoros tienen grandes molares como los caballos, por lo tanto:	V	F	NS/ NC
a. La dentadura depende del tipo de alimentación.	25	3	2
b. La alimentación depende del tipo de dentadura.	2	24	4
c. Si modifico mi alimentación mi dentadura cambiará a lo largo de los años.	13	13	4
d. Si cambio mi alimentación la dentadura se adaptará con el paso de los años.	24	5	1
e. Si modifico mi alimentación, la dentadura de mi hijo será distinta al nacer.	0	25	5
5) Con respecto a las alergias y el polen:	V	F	NS/ NC
a. Las altas temperaturas están haciendo más agresivo el polen.	11	2	17
b. Las altas temperaturas están haciendo pólenes más resistentes.	4	5	21
c. Las plantas se están adaptando para sobrevivir produciendo mayor cantidad de polen.	12	0	18
d. Las plantas se defienden modificando su polen para que sea más resistente y por lo tanto más agresivo para el cuerpo humano.	6	4	20
6) Sobre los cambios que sufren los seres vivos, las mutaciones:	V	F	NS/ NC
a. Tienen siempre un efecto.	24	0	6
b. Son siempre perjudiciales.	2	25	3
c. Puede ser o beneficiosas o perjudiciales.	26	2	2
d. El efecto de las mutaciones no dependen de nada.	0	18	12
e. Los efectos de las mutaciones dependen del medio.	18	2	10
7) Con respecto a la teoría de la evolución, estoy de acuerdo con la visión de:	V	F	NS/ NC
a. Lamarck	0	2	28
b. Darwin	21	0	9

Tabla 5. Datos obtenidos del análisis del cuestionario. Un total de 31 alumnos realizaron el test para evaluar sus ideas previas al tema. 1 de los alumnos no fue tenido en cuenta para el análisis ya que por circunstancias personales no partía de la misma posición que el resto en cuanto a conocimientos de la materia.

Resultados del cuestionario inicial

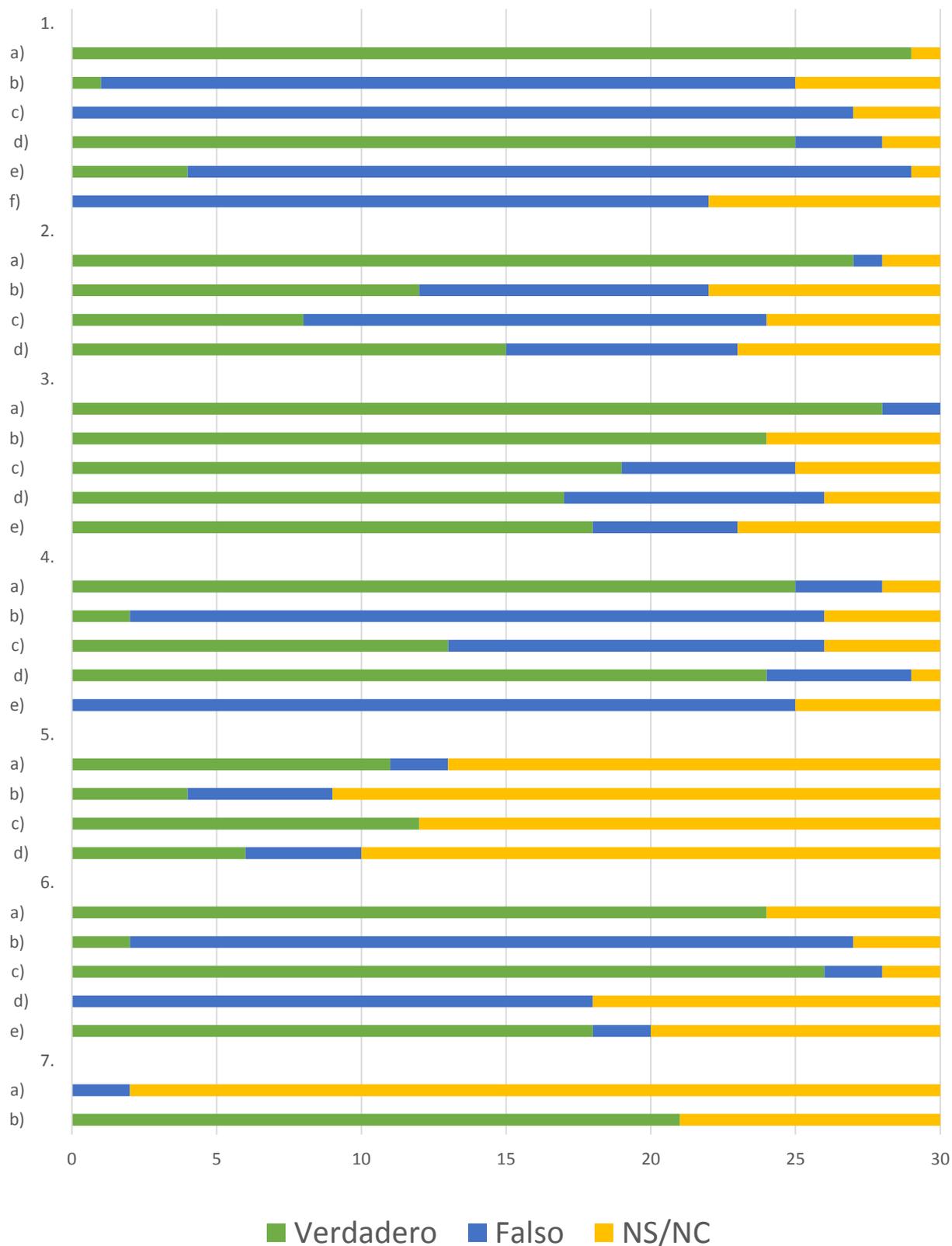
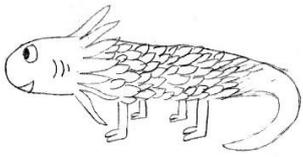


Figura 3. Número de respuestas encontradas en cada apartado.

3.7.2. Resultados de las producciones de los alumnos

Las producciones de los alumnos se entregaron para su evaluación sobre 1 punto y su incorporación a la puntuación de la prueba escrita. Se han seleccionado una muestra de los dibujos y filogenias mejor presentados (ver *figura 4 y 5*; ver *anexo 4*) que reflejan el desarrollo de la propuesta didáctica así como el interés del alumnado por la misma.



Nombre científico: *Tamagotium Purnium*

F. DESCRIPCIÓN DE LA ESPECIE: ¿En qué tipos de ecosistema podría vivir? ¿Qué hábitos alimenticios podría tener? ¿Sería gregario o viviría en comunidad? ¿Por quién podría sufrir depredación? ¿Migraría? ¿Hibernaría? ¿Habrá diferencias entre machos y hembras?

Vive en el agua. Es herbívoro. Gregario. Por todos pero tienen que tener cuidado porque tiene una cola terminada en un pincho que desprende veneno. No migra. No hiberna. Las hembras tienen alargaciones a partir de la cabeza que parece una melena.

0,2

LINEA EVOLUTIVA

0	2		Evento n°6: Título: <i>Glaciación Baja Temperatura</i> Hace: 03.04 Resumen: <i>Glaciación Baja Temperatura</i> Afectado: <input checked="" type="checkbox"/> SI <input checked="" type="checkbox"/> SI <input checked="" type="checkbox"/> No <input checked="" type="checkbox"/> SI <input checked="" type="checkbox"/> No
1	2		Evento n°5: Título: <i>Desventajados</i> Hace: 2.04 Resumen: <i>Open a Glaciación reproducción y supervivencia</i> Afectado: <input checked="" type="checkbox"/> SI <input checked="" type="checkbox"/> SI <input checked="" type="checkbox"/> No <input checked="" type="checkbox"/> SI <input checked="" type="checkbox"/> No
2	4		Evento n°4: Título: <i>Gran masa de agua</i> Hace: 17.04 Resumen: <i>Gran masa de agua formada y hacia adelante</i> Afectado: <input checked="" type="checkbox"/> SI <input checked="" type="checkbox"/> No <input checked="" type="checkbox"/> No <input checked="" type="checkbox"/> SI <input checked="" type="checkbox"/> No
3			Evento n°3: Título: <i>Forma de desechos y modo usar</i> Hace: 15.04 Resumen: <i>Forma de desechos y modo usar con abstracción un depredador puede comerlo</i> Afectado: <input checked="" type="checkbox"/> SI <input checked="" type="checkbox"/> SI <input checked="" type="checkbox"/> No <input checked="" type="checkbox"/> SI <input checked="" type="checkbox"/> No
4	4		Evento n°2: Título: <i>Especie vegetal acuática</i> Hace: 21.04 Resumen: <i>Especie vegetal acuática a partir de la y gran masa</i> Afectado: <input checked="" type="checkbox"/> SI <input checked="" type="checkbox"/> No <input checked="" type="checkbox"/> No <input checked="" type="checkbox"/> SI <input checked="" type="checkbox"/> No
5	4		Evento n°1: Título: <i>Gran biodiversidad</i> Hace: 23.04 Resumen: <i>Gran biodiversidad</i> Afectado: <input checked="" type="checkbox"/> SI <input checked="" type="checkbox"/> SI <input checked="" type="checkbox"/> No <input checked="" type="checkbox"/> SI <input checked="" type="checkbox"/> No
6	1		Inicio: EXPLOSIÓN DE BIODIVERSIDAD Hace: 2.7 Ma. Resumen: <i>Las nichos ecológicos vacíos han permitido una proliferación de las especies supervivientes. En ausencia de competidores se produce un aumento explosivo de biodiversidad en el ecosistema.</i>

Figura 4. Ejemplo de Ficha del Jugador completada. De izquierda a derecha: dibujo y descripción de la especie. Línea Evolutiva completada tras la realización de la propuesta didáctica.

Nombre científico: <i>Tamagotium Purnium</i>	Nombre científico: <i>Rana</i>	Nombre científico: <i>pez tamagotium con patitas</i>
E. DIBUJO 	E. DIBUJO - 7 FEM. VENTOS 	
Nombre científico: <i>GYRADIUS</i>	Nombre científico:	Nombre científico: <i>Logotus plompedus</i>
E. DIBUJO 	E. DIBUJO 	
Nombre científico: <i>AQUARIUS</i>	Nombre científico: <i>Peleus Omnia</i>	Nombre científico: <i>Caomus grominid</i>
		Nombre científico: <i>Szyonius pipis</i>

Figura 5. Otros diseños de especies.

Estas producciones fueron evaluadas a partir de la siguiente rúbrica:

Nivel	Puntos	Paladín	Capitán	Espadachín	Escudero	
Preparación de la ficha:	Dibujo	0.1	Ha realizado un dibujo original y propio. Puede aparecer pintado.	Ha realizado un dibujo original y propio.	Ha realizado un dibujo copiado.	Ha dibujado un garabato o nada.
	Nombre	0.1	Ha nombrado su especie usando una clave binomial.	Ha nombrado su especie usando sólo una palabra haciendo referencia a la especie.	Ha nombrado su especie con una palabra cualquiera.	No ha nombrado a la especie.
	Descripción	0.2	Ha contestado todas las preguntas e incluso ha dado información propia.	Ha contestado a todas las preguntas planteadas.	Ha contestado a bastantes de las preguntas planteadas.	Ha contestado a pocas o ninguna de las preguntas planteadas.
Desarrollo de Eventos	Línea Evolutiva	0.2	Ha marcado la escala y los eventos correctamente.	Ha marcado uno de los dos correctamente.	No ha marcado correctamente la escala aunque está hecha.	No ha escrito nada.
	Densidad Poblacional	0.1	Ha contabilizado su densidad poblacional y <u>marcado</u> el número de ayudantes.	Ha contabilizado su densidad poblacional completamente.	Ha contabilizado parte de su densidad poblacional.	No ha contabilizado su densidad poblacional
	Evolución Dibujos	0.15	Ha dibujado todos los cambios que le correspondían a su especie, diferenciándolos.	Ha dibujado los cambios que le correspondían a su especie.	Ha dibujado alguno de los cambios que le correspondían a su especie.	No ha dibujado ningún cambio aun teniendo que hacerlo.
	Evolución Nombres	0.15	Ha diferenciado la nomenclatura binomial según los cambios.	No ha utilizado una nomenclatura binomial pero los ha cambiado según necesitara.	Sin nomenclatura binomial ni los ha cambiado según necesitara.	No ha escrito ningún nombre ni los ha diferenciado.

Las calificaciones obtenidas en la actividad fueron (ver *tabla 6* y ver *figura 6*):

Nota	Nº de alumnos	Nota	Nº de alumnos	Nota	Nº de alumnos
0,70	3	0,90	4	1,10	1
0,75	4	0,95	3	1,15	0
0,80	3	1,00	6	1,20	1
0,85	7	1,05	0	1,25	2

Tabla 6. Resultados obtenidos de la actividad. De los alumnos que realizaron la propuesta, sólo 34 fueron puntuados. Hubo un alumno que por razones médicas no entregó la actividad. Realizó una prueba escrita distinta de los demás sobre 10 puntos.

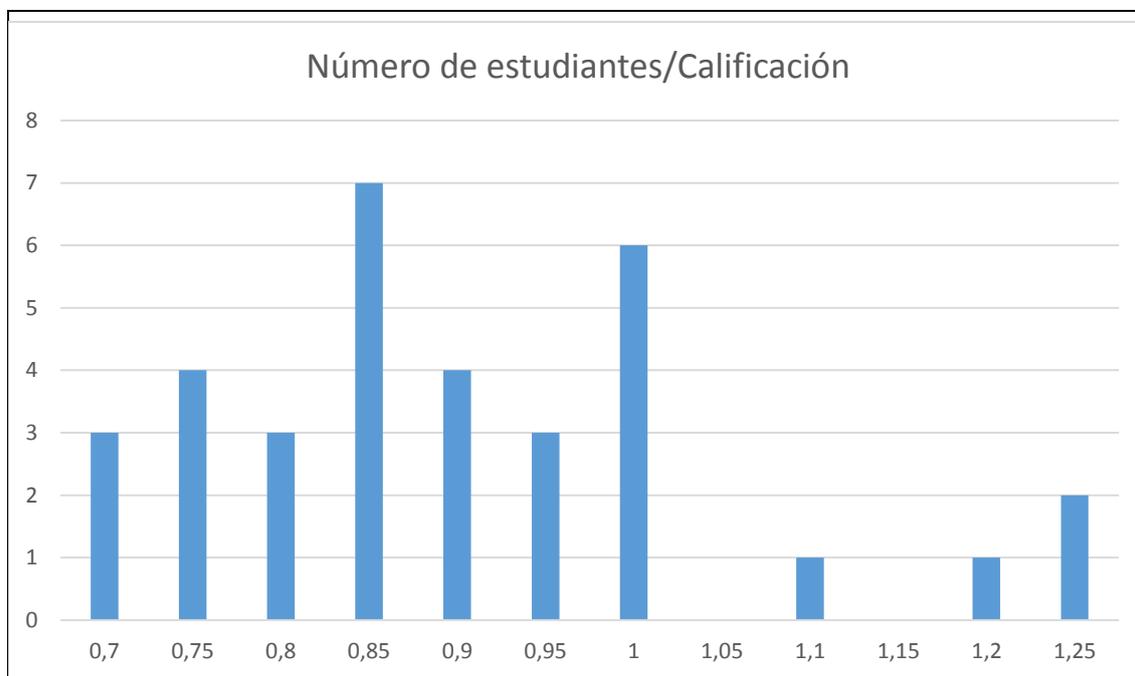


Figura 6. Calificaciones obtenidas. La calificación mínima resultó un 0,70 y la máxima 1,25 (+0,25 sobre el máximo en caso de dibujos o ecologías excepcionales).

Las notas de la actividad resultaron bastante altas en general lo que indica que la gran mayoría completó en casi su totalidad la ficha, lo que podría mostrar un gran interés y una alta participación por parte del alumnado en la actividad

3.7.3. Resultados de la puesta en común

En la breve parte común que se pudo llevar a cabo, se comentaron dos de los puntos que se debían tratar:

- *Si consideraban que las especies que habían sobrevivido eran mejor o más fuertes que las que habían muerto.* Contestaron que no, que había sobrevivido esas como podrían haber sobrevivido las otras, ya que dependía de lo que pasara en el medio.

Esta pregunta estaba planteada para poner a prueba los planteamientos vitalistas y funcionalistas de los estudiantes. Paralelamente a las especies actuales, se explicó que las especies actuales habían sobrevivido a la historia de eventos que la Tierra había sufrido. En el caso de haber ocurrido otros, no podemos saber con exactitud lo que hubiera pasado.

- *Si todas las especies que habían sobrevivido tenían que haber mutado mucho o si todas las especies que no habían mutado habían muerto.* Contestaron algunos que no, porque sus especies casi no habían cambiado a lo largo de los eventos y habían sobrevivido hasta el final.

Esta pregunta iba dirigida a trabajar los aspectos más finalistas de la evolución. Para que dedujeran que no todas las especies tienen que evolucionar en complejidad sino que pueden permanecer constantes a lo largo del tiempo sin sufrir consecuencias graves para su supervivencia. Se hizo la analogía con los tiburones.

3.8. Evaluación.

La actividad fue evaluada mediante una rúbrica y contaba 1 punto de la prueba escrita de la unidad didáctica, pudiendo llegar a obtener +0.25 extra en la actividad si alguna de las partes se había desarrollado de manera excepcional (comentado ya anteriormente). Así mismo, una evaluación personal cualitativa de la experiencia se realizó para realizar las mejoras necesarias de la actividad. Como puntos a favor a destacar de la propuesta didáctica:

- *El profesor no actúa como un transmisor de conocimientos.* La actividad es desarrollada por los estudiantes. Los jugadores son quienes reflexionan sobre las mejores y peores características de su especie teniendo que justificar sus decisiones con posterioridad.

- *Trabajar el tiempo geológico.* Ser capaz de crear una filogenia, y utilizar miles de años, los acerca más a la realidad complicada del concepto del tiempo en geología.

- *Ideas finalistas y vitalistas.* Estas ideas aparentan ser rápidamente desechadas, que era uno de los objetivos principales de la actividad.

- *Mutaciones desventaja.* Varios de los alumnos me expresaron su desconcierto al mutar y ganar una desventaja, ya que entendían que si mutaban sus especies tendrían que ser para ganar ventajas. Al ver que ganan desventajas se lucha contra las ideas vitalistas.
- *Propuesta innovadora.* La gran mayoría de actividades previas utilizaban la argumentación y la exploración. Al tratarse de un juego se hace más entretenido.
- *Enfoque sistémico.* Incluye aspectos de la ecología, la genética, la fisiología...

Como puntos en contra se merecen mencionar:

- *Mutaciones por necesidad.* Aunque se insista en que la tirada es para comprobar si existen mutantes, los estudiantes pueden interpretarlo como que en ése momento que hay un evento se ven obligados a mutar para sobrevivir.
- *Transiciones por sustitución.* Existe la posibilidad de que no les quede claro la transición de una forma a otra, de forma que consideren que las especies son sustituidas por las nuevas enteramente y por lo tanto las anteriores tienen que desaparecer de forma inmediata y/o para siempre. De esta forma, las especies no podrían convivir en el tiempo.

4. Consideraciones finales

Se divide en una autocrítica de la propuesta didáctica y continua con una reflexión del máster en general. Los aspectos a mejorar que cabe mencionar de la propuesta son:

- *La formación de grupos más reducidos.* Controlar a 35 estudiantes a la vez es muy complicada. Había mucho alboroto de forma generalizada y constante en las últimas filas.
- *El desarrollo de la actividad en un periodo de horas más propicio.* La última hora de la mañana después de una jornada de estudio es propensa a perderse por falta de energía y ganas.
- *La familiarización con la metodología de trabajo.* Estas clases sólo había recibido a lo largo de su docencia clases magistrales. Posiblemente, con gente que está más familiarizada con otras metodologías de trabajo distintas, como podría ser el trabajo colaborativo o la indagación, pudiera haber funcionado mejor.
- *Invertir más tiempo en la preparación.* Haber utilizado dos horas de clase para la actividad. En la primera hora, haber leído juntos las normas en el aula y haber realizado

la ficha de la especie. Así no se tienen que llevar la tarea a casa y habrían leído las normas del juego con seguridad.

- *La posibilidad de hacer trampas con el dado.* La angustia que sufría el alumnado al tener que decidir el destino de su especie, creada con cariño y obtener resultados negativos, conllevaba la realización de trampas con las tiradas para prolongar la supervivencia de las especies.

- *Adaptarla al nivel.* La carga de contenido de la actividad sigue siendo bastante elevada con respecto a los borradores iniciales de la propuesta. No es lo suficientemente simple y puede llegar a ser demasiado compleja de entender. Sobre todo el desarrollo de un turno de juego.

- *Las dificultades para adaptarla a otros cursos.* Hace falta tener unas nociones básicas de Darwin y la evolución para poder jugar, y como en todos los libros de textos y manuales se obvia esta teoría y proceso hasta 4º de la ESO, veo serias dificultades en adaptarlas a cursos inferiores, sobre todo por la carga conceptual que tiene. Sigo pensando que adaptada y simplificada conceptualmente, podría llevarse a otros cursos, siempre que se recondujeran los objetivos de la actividad de forma apropiada a cada nivel.

4.1. Reflexión personal del máster

Me gustaría concluir este trabajo comentando brevemente aspectos que considero podrían ayudar a afrontar mejor los retos profesionales que nos aguardan.

En primer lugar, sería deseado prolongar las prácticas en los centros. El periodo del prácticum, que tan enriquecedor es, resulta corto. Podría ser interesante establecer un año de prácticas pagadas en un colegio, permitiendo dedicar un primer año a la didáctica de la especialidad. Un segundo aspecto sería eliminar todas las pruebas escritas a aquellas estudiantes que realicen el máster de forma presencial, favoreciendo así la evaluación continua en vez de la final. En tercer lugar, reducir el número de estudiantes inscritos por especialidad. Como emblema de la educación que es su facultad, no debería estar movida únicamente por los aspectos más financieros del máster, sino por la calidad del mismo.

Por último, agradecer la compañía de las personas que han recorrido este camino, cuyo fin no llegábamos a atisbar, y han contribuido a que el balance de esta aventura haya sido positivo.

5. Bibliografía

- Ayuso, E. y Banet, E. (2002). "Pienso más como Lamarck que como Darwin": comprender la herencia biológica para entender la evolución. *Alambique. Didáctica de las Ciencias Experimentales* 32, pp.43-50.
- Banet, E. y Ayuso, G. E. (2003). Teaching of biological inheritance and evolution of living beings in secondary school. *International Journal of Science Education*, 25(3), 373-407.
- Barberá, O. (2009). Extinción: una forma distinta de ver la vida. *Alambique. Didáctica de las Ciencias Experimentales* 62, pp.29-42
- García Barrios, S., Martínez Losada, C. y Del Carmen Tiburzi, M. (2011). Interpretando la evolución de los seres vivos. *Alambique: Didáctica de las Ciencias Experimentales*, 17(67), 88-95.
- Coll, C., Mauri, T. y Onrubia, J. (2008). El análisis de los procesos de enseñanza y aprendizaje mediados por las TIC: una perspectiva constructivista. E. Barberà, T. Mauri, y J. Onrubia (Coords.), *Cómo valorar la calidad de la enseñanza basada en las TIC*, 47-60. Barcelona: Graó.
- Cho, H., Kahle, J.B. y Nordland, F.H. (1985). An investigation of high school Biology textbooks as sources of misconceptions and difficulties in genetics and some suggestions for teaching genetics. *Science Education*, 69 (5), 707-719.
- De La Gándara, M., Gil Quílez, M. J. y Sanmartí, N. (2002). Del modelo científico de "adaptación biológica" al modelo de "adaptación biológica" en los libros de texto de enseñanza secundaria obligatoria. *Enseñanza de las Ciencias*, 20 (2), 303-314.
- De la Gándara, M. y Gil Quílez, M. J. (1995). El lenguaje oculto en los libros de texto: Ejemplo " El caso de la adaptación de los seres vivos"(2º ciclo ESO). *Aula de innovación educativa*, (43), 35-39.
- De la Gándara, M. y Gil Quílez, M. J. (2002). El aprendizaje de la adaptación. *Alambique. Didáctica de las Ciencias Experimentales* 32.
- Driver, R., Guesne, E. y Tiberghien, A. (1989). *Ideas científicas en la infancia y la adolescencia*. Madrid: Morata-MEC

- Duncan, R.G., Rogat, A.D. y Yarder, A. (2009). A learning progression for deepening students' understandings of modern genetics across the 5th-10th grades. *Journal of Research in Science Teaching*, 46 (6), 655-674.
- García Aretio, L. (1989). *La educación: teorías y conceptos*. Ed. Paraninfo. Madrid.
- García, F., Portillo, J., Romo, J. y Benito, M. (2007). *Nativos digitales y modelos de aprendizaje*. SPDECE.
- García Garrido, J. L. (2005). *Sistemas educativos de hoy*. Ed. Ediasa. Madrid.
- Grau, R. y Manuel, J. (2002). Enseñar y aprender evolución: una apasionante carrera de obstáculos. *Alambique. Didáctica de las Ciencias Experimentales* 32.
- Gutiérrez, A. (2009). La evolución humana, demasiado humana. *Alambique. Didáctica de las Ciencias Experimentales* 62, pp.63-74.
- Hackling, M.W. y Treagust, D. (1984). Research data necessary for meaningful review of grade ten high school genetics curricula. *Journal of Research in Science Teaching*, 21 (2), 197-209
- Ibáñez, T. y Martínez Aznar, M. (2005). Solving problems in Genetic II: Conceptual restructuring. *International Journal of Science Education*, 27 (12), 1495-1519
- Íñiguez Porras, F. J. y Puigcerver Oliván, M. (2013). Una propuesta didáctica para la enseñanza de la genética en la Educación Secundaria. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 10(3), pp-307
- Jiménez Aleixandre, M.P. (1991). Cambiando las ideas sobre el cambio biológico. *Enseñanza de las Ciencias*, 9(3), 248-256.
- Jiménez Aleixandre, M.P. (2002). Aplicar la idea de cambio biológico: ¿por qué hemos perdido el olfato? *Alambique. Didáctica de las Ciencias Experimentales* 32, pp.43-50.
- Jiménez Aleixandre, M. P. (2004). El modelo de evolución de Darwin y Wallace en la enseñanza de la biología. *Alambique: Didáctica de las Ciencias Experimentales*, 10(42), 72-80.

- Jiménez Aleixandre, M. P. (2007). Designing argumentation learning environments. *Argumentation in science education* (pp. 91-115). Springer Netherlands.
- Jiménez Aleixandre, M. P. y Fernández, J. (1989). ¿Han sido seleccionados o se han acostumbrado? Ideas de estudiantes de biología sobre la selección natural y consistencia entre ellas. *Infancia y aprendizaje*, 12(47), 67-81.
- Jiménez Aleixandre, M. P., Brañas, M. P. y Pizarro, I. (1992). ¿Cómo cambian los seres vivos? Una unidad contando con las ideas del alumnado. *Aula de innovación educativa*, (4), 37-40.
- Leahey, T. H. (2005). *Historia de la Psicología. Corrientes principales del pensamiento psicológico*. Madrid: Ed. Prentice Hall.
- Longden, B. (1982). Genetics: are there inherent learning difficulties? *Journal of Biological Education*, 16 (2), 137-146
- Majó, J. y Marqués, P. (2002). *La revolución educativa en la era internet*. Barcelona: CISSPRAXIS.
- Mengascini, A. y Menegaz, A. (2005). << El juego de las mariposas >>: propuesta didáctica para el tratamiento del cambio biológico. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 2 (3), 403-415.
- Torreblanca, M., De Longhi, A. L. y Merino, G. (2009). Las jirafas no son como antes, ¿Un mito de los libros de texto?. *Alambique: Didáctica de las Ciencias Experimentales*, 15(62), 51-62.
- Wood-Robinson, C., Lewis, J., Leach, J. y Driver, R. (1998). Genética y formación científica: resultados de un proyecto de investigación y sus implicaciones sobre los programas escolares y la enseñanza. *Enseñanza de las Ciencias*, 16 (1), 43-61.

ANEXOS

6.1. Anexo 1: Eventos Extra

LEVE	LEVE
TÍTULO: LIMITE DE CARGA ALCANZADA	TÍTULO: LA CARRERA ARMAMENTÍSTICA
TEXTO: <i>La escasez de recursos ha llevado a tener que economizar los alimentos disponibles. Los animales de gran tamaño se encuentran con muy pocos recursos disponibles.</i>	TEXTO: <i>Los depredadores de la zona se han vuelto inmunes a la toxicidad de las especies. El veneno ya no supone una barrera contra la depredación.</i>
AFECTADOS: GRAN TAMAÑO	AFECTADOS: TÓXICO

MODERADO	MODERADO
TÍTULO: MANCHAS SOLARES	TÍTULO: GALACHOS
TEXTO: <i>El sol se encuentra en un periodo de elevada actividad y mucha radiación ultravioleta llega a la Tierra. La cubierta vegetal del medio terrestre tiene un gran efecto protector.</i>	TEXTO: <i>Los meandros de los ríos vecinos se han separado formando numerosos galachos. En las épocas de lluvia, cuando el caudal de los ríos aumenta, regiones del ecosistema se ven inundadas, pudiendo durar así largos periodos de tiempo.</i>
AFECTADOS: VOLAR y FOTOSENSIBLE	AFECTADOS: MOV. REDUCIDA y SUBTERRÁNEO

MODERADO	MODERADO
TÍTULO: HORA DE LA CAZA	TÍTULO: REVOLUCIÓN INDUSTRIAL
TEXTO: <i>Una especie de homínidos arrasan con las especies que ven en busca de pieles que puedan serles útiles para defenderse, cubrirse o construir sus hogares.</i>	TEXTO: <i>La contaminación industrial ha modificado las características de los árboles del ecosistema. Ahora son más oscuros debido al polvo acumulado, haciendo que los individuos sean más fáciles de identificar.</i>
AFECTADOS: GRAN TAMAÑO y MIMETISMO	AFECTADOS: FÁCIL D. DETECTAR y MIMETISMO

MODERADO	MODERADO
TÍTULO: HORMONAS y REGULACIÓN	TÍTULO: RECURSOS PUNTUALES
TEXTO: <i>Debido a un cambio en el eje de rotación de la tierra, la radiación solar no llega de forma perpendicular y es menos intensa. La luz es necesaria para producir vitamina C así que los animales que bloquean la luz se ven afectados.</i>	TEXTO: <i>Debido a la disminución de los productores del ecosistema, los recursos son escasos y se encuentran en lugares recónditos, inaccesibles o difíciles de alcanzar.</i>
AFECTADOS: PIEL DURA y SUBTERRÁNEO	AFECTADOS: ALIM. ESP y MOV. REDUCIDA

CATASTRÓFICO	CATASTRÓFICO
TÍTULO: CAMBIO CLIMÁTICO	TÍTULO: VULCANISMO INTENSO
TEXTO: <i>El calentamiento global se produce vertiginosamente. La subida continua y drástica de las temperaturas impide que los seres vivos se enfríen de forma adecuada. Lo que una vez servía para mantener el calor ahora está asfixiando a los organismos.</i>	TEXTO: <i>La intensa actividad volcánica está provocando una gran emisión de gases que al acumularse en la atmósfera reflejan la energía procedente del sol e impiden que la tierra se caliente adecuadamente. La temperatura cae en picado</i>
AFECTADOS: PELO Y PLUMAS	AFECTADOS: ESCAMAS Y PIEL LISA

6.2. Anexo 2: Ficha del Jugador

SURVIVAL & EVOLUTION

"Welcome! Tributes, we welcome you. We salute your courage and your sacrifice, and we wish you Happy Survival Games! And may the odds be ever in your favor." – President Snow.

Contexto: El aula en el que te encuentras representa un ecosistema que ha quedado vacío de especies tras una catástrofe. En este contexto de ausencia de competidores las especies proliferan de forma rápida y diversa. Así es como los jugadores nacen. Tú, como jugador, crea una especie nueva. A lo largo de los años, el ecosistema sufrirá una serie de eventos al azar de diversa magnitud. Esto determinará el curso evolutivo de las especies que en él se encuentran. La selección natural jugará su papel y mutantes existentes permitirán la supervivencia de la especie... o el linaje tocará a su fin.

Objetivo: Cada jugador creará una nueva especie y será testigo y participe de su línea evolutiva a lo largo del tiempo. Al final del ejercicio, la clase debatirá sobre el proceso evolutivo que ha sufrido el ecosistema.

El jugador:

- Para realizar la ficha de la especie empezará escogiendo un papel de la caja A, B y C en donde aparecerá escrita la característica al azar que te corresponde del apartado A, B y C.
- En casa, escoge una de las parejas del apartado D, realiza el dibujo de tu especie y ponle nombre científico en el apartado E, y reflexiona en el apartado F sobre el modo de vida de tu especie.
- Al día siguiente, trae la ficha completada y un dado (de 6) a clase.
- Eres el dueño de la especie que has dibujado. Representa a 10.000 individuos al inicio del juego.
- A lo largo de los eventos tu especie podrá ir sufriendo mutaciones (ver guía del jugador y LOS EVENTOS).
- Cuando tu especie se extinga, GAME OVER. Deja de escribir en la ficha. Has acabado como dueño de tu especie. Escoge una especie vacía que consideres que tenga mayores probabilidades de sobrevivir y ponte a jugar con ella como tu ayudante.

El ayudante:

- Cuentas como +10.000 individuos de la población de la especie de la que eres ayudante.
- Puedes seguir una vez las tiradas de dado (por ayudante y eventos), si el dueño de la ficha le interesa, excepto las tiradas de supervivencia. También puedes aconsejar al dueño sobre las decisiones a tomar para intentar asegurar su supervivencia, siempre será el dueño de la especie el que decida.
- Si el dueño de la especie no sobrevive, ni tampoco. Si el dueño sobrevive, tendrás que comprobar si tu grupo de individuos también sobrevive (sigue la guía del jugador). Si no sobrevive, busca una nueva especie que creas que tiene mayores probabilidades de sobrevivir.

Los eventos:

- El profesor seleccionará al azar un evento, que leerá en voz alta, y tú copiarás en la parte de líneas evolutiva de la cara de detrás el título del evento, hace cuanto que ocurrió, el resumen de lo que pasa, y comprobarás (con ayuda de la guía del jugador) si tu especie, si sobrevive, si sufre mutaciones. Anotará las características modificadas, la densidad poblacional que hay y realizará el nuevo dibujo y nombre científico de tu especie.
- Utiliza la ficha de papel milimetrado para hacer una escala temporal situando en ella los distintos eventos. ¡Atención a los eventos catastróficos! Nada puede salvarlos de ellos.
- Naces en el inicio, con una densidad poblacional de 10.000 y tus características de la ficha de la especie.
- Utiliza la hoja adjunta guía del jugador para guiarte a lo largo del juego y para saber a qué grupo de mutaciones perteneces. Cuando tengas que escoger una nueva mutación, escogérsela entre las mutaciones de tu grupo, el evento indicará si la nueva mutación será ventaja o desventaja.
- Siempre que haya mutaciones deberás modificar el dibujo significativamente así como cambiar el nombre científico de las especies.

FICHA DE LA ESPECIE

A. EXTREMIDADES		
Sin Extremidades	Aletas	Patas
B. CUBIERTA		
Pelo	Escamas	Plumas
Piel Lisa		
C. RESPIRACION		
Polmones	Branquias	Cutículas
D. VENTAJA - DESVENTAJA		
Piel Dura - Movilidad Reducida	Tóxico - Piel Fina	
Garras/Cuernos - Alimentación Especializada	Mimetismo - Fotosensible	
Gran Tamaño - Fácil de Detectar	Elevada Reproducción - Tamaño Reducido	
Volar - Huesos frágiles	Subterráneo - Mala Visión	
E. DIBUJO		

Evento n°6:	Título:	Hace:	Resumen:	Afectado:	Supervivencia:	Mutación:	Características Modificadas:
				Si No	Si No	Si No	

Evento n°5:	Título:	Hace:	Resumen:	Afectado:	Supervivencia:	Mutación:	Características Modificadas:
				Si No	Si No	Si No	

Evento n°4:	Título:	Hace:	Resumen:	Afectado:	Supervivencia:	Mutación:	Características Modificadas:
				Si No	Si No	Si No	

Evento n°3:	Título:	Hace:	Resumen:	Afectado:	Supervivencia:	Mutación:	Características Modificadas:
				Si No	Si No	Si No	

Evento n°2:	Título:	Hace:	Resumen:	Afectado:	Supervivencia:	Mutación:	Características Modificadas:
				Si No	Si No	Si No	

Evento n°1:	Título:	Hace:	Resumen:	Afectado:	Supervivencia:	Mutación:	Características Modificadas:
				Si No	Si No	Si No	

EXPLOSIÓN DE BIODIVERSIDAD

Hacer: 2.7 Ma. Los nichos ecológicos vacíos han permitido una proliferación de las especies supervivientes. En ausencia de competidores se produce un aumento explosivo de biodiversidad en el ecosistema.

Dibujo:
Nombre:

1

Densidad Poblacional (x10.000)

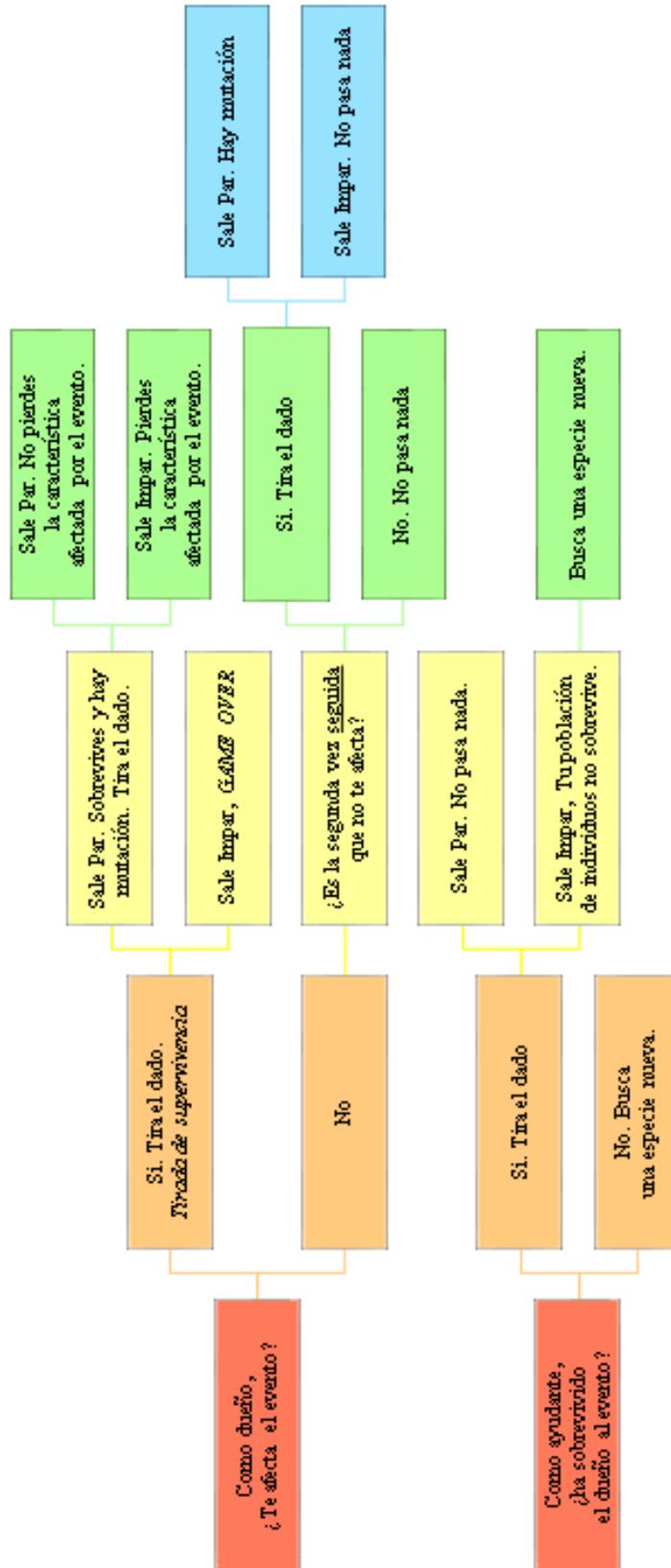
LINEA EVOLUTIVA

6.3. Anexo 3: Guía del Jugador

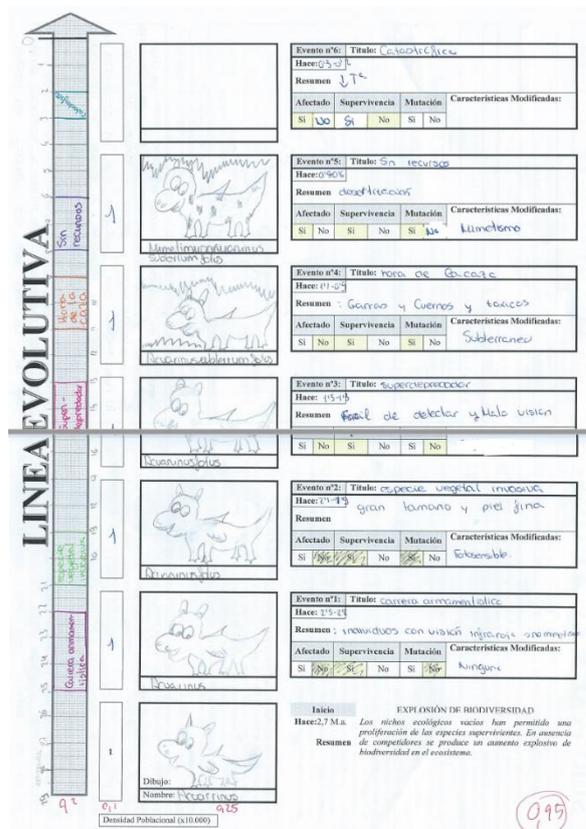
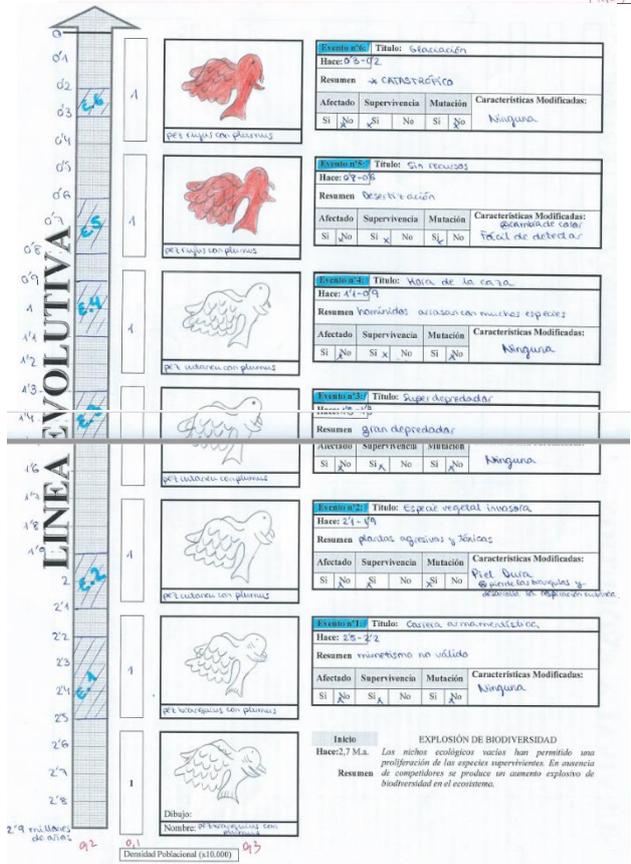
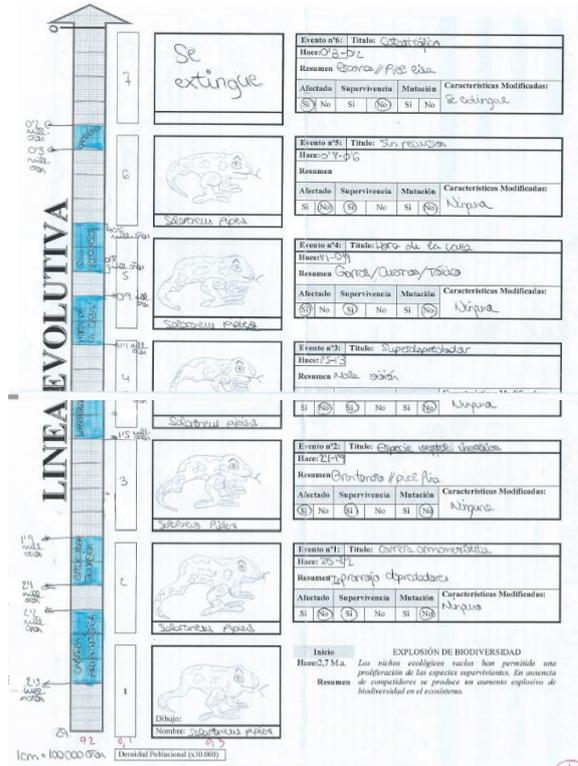
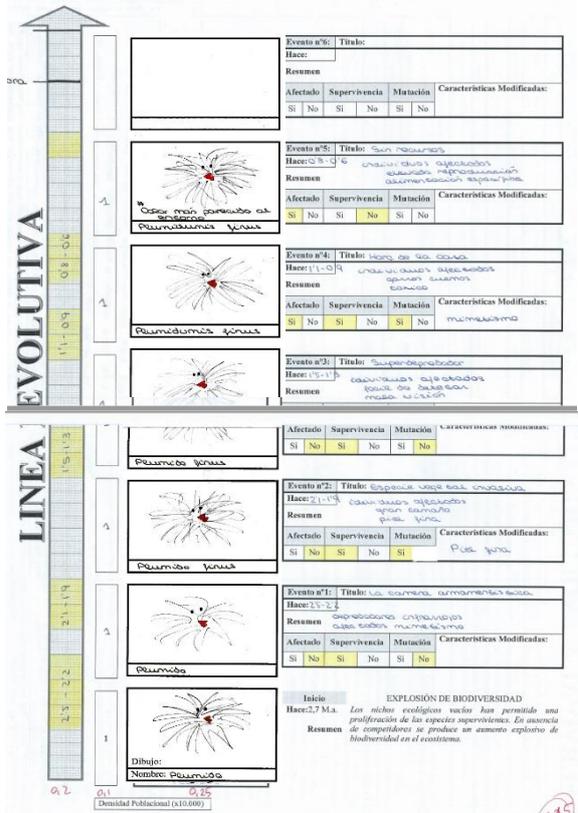
GUÍA DEL JUGADOR

GRUPO 2
Tóxico – Piel Fina
Mimetismo – Fotosensible
Elevada Reproducción – Tamaño Reducido
Subterráneo – Mala Visión

GRUPO 1
Piel Dura – Movilidad Reducida
Garras/Cuernos – Alimentación Especializada
Gran Tamaño – Fácil de Detectar
Volar – Huesos frágiles



6.4. Anexo 4: Producciones de los Alumnos



FICHA DE LA ESPECIE

A. EXTREMIDADES

Sin Extremidades	Aletas	Patas
------------------	--------	-------

B. CUBIERTA

Pelo	Escamas	Plumas	Piel Lisa
------	---------	--------	-----------

C. RESPIRACIÓN

Pulmones	Branquias	Cutánea
----------	-----------	---------

D. VENTAJA - DESVENTAJA

Piel Dura - Movilidad Reducida	Tóxico - Piel Fina
Garras/Cuernos - Alimentación Especializada	Mimetismo - Fotosensible
Gran Tamaño - Fácil de Detectar	Elevada Reproducción - Tamaño Reducido
Volar - Huesos frágiles	Subterráneo - Mala Visión

E. DIBUJO

Nombre científico: Plumudo

F. DESCRIPCIÓN DE LA ESPECIE: ¿En qué tipos de ecosistema podría vivir? ¿Qué hábitos alimenticios podría tener? ¿Sería gregario o viviría en comunidad? ¿Por quién podría sufrir depredación? ¿Migraría? ¿Hibernaría? ¿Habrá diferencias entre machos y hembras?

La especie plumudo se caracterizará fundamentalmente por que tiene todo su cuerpo cubierto de plumas. Este animal tiene forma redonda y es de pequeño tamaño. Se asemeja a un pequeño ave sin extremidades y de plumaje grisáceo. Posee respiración pulmonar y habita en zonas montañosas muy rocosas y a poca altura. Se alimenta de pequeños insectos que encuentra en la gran altura. Se alimenta de pequeños insectos que encuentra en la superficie de las rocas cubiertas de una alimentación escasa ya que es un animal bastante pereoso y de poca actividad. Es un animal que se esconde en las pequeñas huecos que encuentra entre las rocas donde pone sus huevos y donde su descendencia pasará su primera semana de vida. Es un animal muy simple que requiere de poco tiempo para su desarrollo. Aunque su número se aumenta al pasar de las rocas a que

FICHA DE LA ESPECIE

A. EXTREMIDADES

Sin Extremidades	Aletas	Patas
------------------	--------	-------

B. CUBIERTA

Pelo	Escamas	Plumas	Piel Lisa
------	---------	--------	-----------

C. RESPIRACIÓN

Pulmones	Branquias	Cutánea
----------	-----------	---------

D. VENTAJA - DESVENTAJA

Piel Dura - Movilidad Reducida	Tóxico - Piel Fina
Garras/Cuernos - Alimentación Especializada	Mimetismo - Fotosensible
Gran Tamaño - Fácil de Detectar	Elevada Reproducción - Tamaño Reducido
Volar - Huesos frágiles	Subterráneo - Mala Visión

E. DIBUJO

Nombre científico: CYAPADUS

F. DESCRIPCIÓN DE LA ESPECIE: ¿En qué tipos de ecosistema podría vivir? ¿Qué hábitos alimenticios podría tener? ¿Sería gregario o viviría en comunidad? ¿Por quién podría sufrir depredación? ¿Migraría? ¿Hibernaría? ¿Habrá diferencias entre machos y hembras?

Esta especie puede vivir en el medio terrestre aunque en medio acuático o muy húmedo tiene más capacidad de supervivencia. Puede comer algas e insectos. Vivirá en comunidad. Sufrirá depredación por algún mamífero, pero muy específica de ser tóxica. No hiberna pero sí migra. Los machos son un poco más grandes y de colores más vivos que las hembras.

FICHA DE LA ESPECIE

A. EXTREMIDADES

Sin Extremidades	Aletas	Patas
------------------	--------	-------

B. CUBIERTA

Pelo	Escamas	Plumas	Piel Lisa
------	---------	--------	-----------

C. RESPIRACIÓN

Pulmones	Branquias	Cutánea
----------	-----------	---------

D. VENTAJA - DESVENTAJA

Piel Dura - Movilidad Reducida	Tóxico - Piel Fina
Garras/Cuernos - Alimentación Especializada	Mimetismo - Fotosensible
Gran Tamaño - Fácil de Detectar	Elevada Reproducción - Tamaño Reducido
Volar - Huesos frágiles	Subterráneo - Mala Visión

E. DIBUJO

Nombre científico: Polekas Osmidius

F. DESCRIPCIÓN DE LA ESPECIE: ¿En qué tipos de ecosistema podría vivir? ¿Qué hábitos alimenticios podría tener? ¿Sería gregario o viviría en comunidad? ¿Por quién podría sufrir depredación? ¿Migraría? ¿Hibernaría? ¿Habrá diferencias entre machos y hembras?

El Polekas Osmidius es una especie que consume sus propios excrementos. Usa como alimento grandes algas, mariscos, patas y branquias, de forma que puede moverse cómodamente en ecosistemas tanto terrestres como acuáticos o aéreos, aunque lo más probable es que viva en ecosistemas acuáticos, tanto de agua salada como dulce. Es un animal omnívoro que se alimenta sobre todo de algas, plantas y peces pequeños. Suelen ser bastante sociables, pero suelen vivir con parejas o grupos que se juntan en distribuciones largas. Con buena alimentación para fortalecer su distribución larga. Llegará a zonas más cálidas en invierno. Las hembras que continúan sus trabajos para la vida en lugar del resto de los machos.

FICHA DE LA ESPECIE

A. EXTREMIDADES

Sin Extremidades	Aletas	Patas
------------------	--------	-------

B. CUBIERTA

Pelo	Escamas	Plumas	Piel Lisa
------	---------	--------	-----------

C. RESPIRACIÓN

Pulmones	Branquias	Cutánea
----------	-----------	---------

D. VENTAJA - DESVENTAJA

Piel Dura - Movilidad Reducida	Tóxico - Piel Fina
Garras/Cuernos - Alimentación Especializada	Mimetismo - Fotosensible
Gran Tamaño - Fácil de Detectar	Elevada Reproducción - Tamaño Reducido
Volar - Huesos frágiles	Subterráneo - Mala Visión

E. DIBUJO

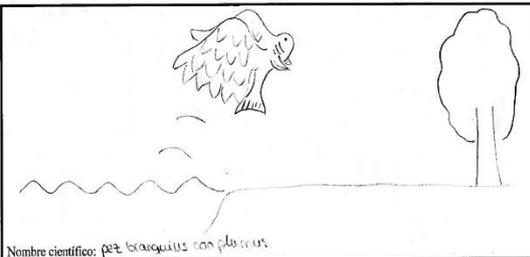
Nombre científico: CYAPADUS

F. DESCRIPCIÓN DE LA ESPECIE: ¿En qué tipos de ecosistema podría vivir? ¿Qué hábitos alimenticios podría tener? ¿Sería gregario o viviría en comunidad? ¿Por quién podría sufrir depredación? ¿Migraría? ¿Hibernaría? ¿Habrá diferencias entre machos y hembras?

Puede vivir en ecosistemas muy húmedos en los que haya mucha agua para mantener hidratados los excrementos. Se alimenta de algas e insectos. Vivirá en comunidad. Sufrirá depredación por algún mamífero, pero muy específica de ser tóxica. No hiberna pero sí migra. Los machos son un poco más grandes y de colores más vivos que las hembras.

A. EXTREMIDADES			
Sin Extremidades	↗ Aletas	Patas	
B. CUBIERTA			
Pelo	Escamas	↗ Plumas	Piel Lisa
C. RESPIRACIÓN			
Pulmones	↗ Branquias	Cutánea	
D. VENTAJA - DESVENTAJA			
Piel Dura - Movilidad Reducida	Tóxico - Piel Fina		
Garras/Cuernos - Alimentación Especializada	Mimetismo - Fotosensible		
Gran Tamaño - Fácil de Detectar	Elevada Reproducción - Tamaño Reducido		
✗ Volar - Huesos frágiles	Subterráneo - Mala Visión		

E. DIBUJO



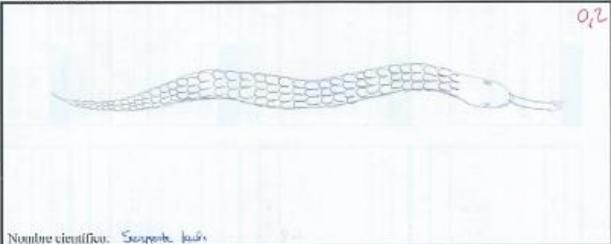
Nombre científico: *Rept. Escorpión con plumas*

F. DESCRIPCIÓN DE LA ESPECIE: ¿En qué tipos de ecosistema podría vivir? ¿Qué hábitos alimenticios podría tener? ¿Sería gregario o viviría en comunidad? ¿Por quién podría sufrir depredación? ¿Migraría? ¿Hibernaría? ¿Habrá diferencias entre machos y hembras?

- Ecosistema: acuático, pero sobre todo acuático
- Alimentación: pequeños SN (hormigas, ...), alguna planta
- Vive en comunidad
- Depredador: tritones, pulpos, buches, águilas, ...
- Migración: No
- Hibernación: No

A. EXTREMIDADES			
Sin Extremidades	Aletas	Patas	
B. CUBIERTA			
Pelo	Escamas	Plumas	Piel Lisa
C. RESPIRACIÓN			
Pulmones	Branquias	Cutánea	
D. VENTAJA - DESVENTAJA			
Piel Dura - Movilidad Reducida	Tóxico - Piel Fina		
Garras/Cuernos - Alimentación Especializada	Mimetismo - Fotosensible		
Gran Tamaño - Fácil de Detectar	Elevada Reproducción - Tamaño Reducido		
Volar - Huesos frágiles	Subterráneo - Mala Visión		

E. DIBUJO



Nombre científico: *Serpente hura*

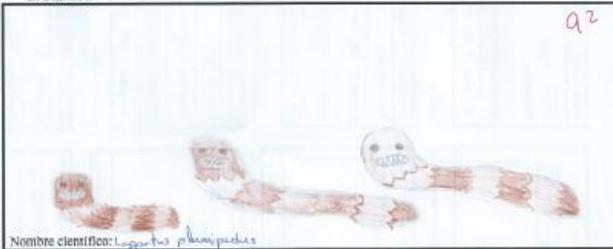
F. DESCRIPCIÓN DE LA ESPECIE: ¿En qué tipos de ecosistema podría vivir? ¿Qué hábitos alimenticios podría tener? ¿Sería gregario o viviría en comunidad? ¿Por quién podría sufrir depredación? ¿Migraría? ¿Hibernaría? ¿Habrá diferencias entre machos y hembras?

- Vive en ecosistemas húmedos
- Sería una serpiente carnívora
- No vive en comunidad
- Puede sufrir depredación por otros carnívoros como los conejos rapaces, el águila o algunas felinas
- Hibernación
- Si, el calor
- Los machos se van de calor más a oscuridad

FICHA DE LA ESPECIE

A. EXTREMIDADES			
Sin Extremidades	Aletas	Patas	
B. CUBIERTA			
Pelo	Escamas	Plumas	Piel Lisa
C. RESPIRACIÓN			
Pulmones	Branquias	Cutánea	
D. VENTAJA - DESVENTAJA			
Piel Dura - Movilidad Reducida	Tóxico - Piel Fina		
Garras/Cuernos - Alimentación Especializada	Mimetismo - Fotosensible		
Gran Tamaño - Fácil de Detectar	✗ Elevada Reproducción - Tamaño Reducido		
Volar - Huesos frágiles	Subterráneo - Mala Visión		

E. DIBUJO



Nombre científico: *Lagartijas plomadas*

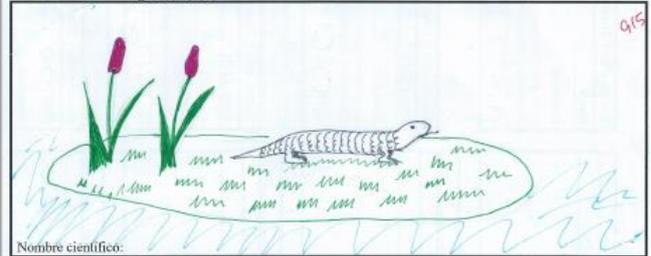
F. DESCRIPCIÓN DE LA ESPECIE: ¿En qué tipos de ecosistema podría vivir? ¿Qué hábitos alimenticios podría tener? ¿Sería gregario o viviría en comunidad? ¿Por quién podría sufrir depredación? ¿Migraría? ¿Hibernaría? ¿Habrá diferencias entre machos y hembras?

- Selva
- Carnívora (Insectos varios)
- Vive en comunidad
- Serpiente
- Sedentario
- No hiberna
- Maculoso - Cabeza marrón oscuro
- Favorece a cabeza marrón clara

FICHA DE LA ESPECIE

A. EXTREMIDADES			
Sin Extremidades	Aletas	Patas	
B. CUBIERTA			
Pelo	Escamas	Plumas	Piel Lisa
C. RESPIRACIÓN			
Pulmones	Branquias	Cutánea	
D. VENTAJA - DESVENTAJA			
Piel Dura - Movilidad Reducida	Tóxico - Piel Fina		
Garras/Cuernos - Alimentación Especializada	Mimetismo - Fotosensible		
Gran Tamaño - Fácil de Detectar	Elevada Reproducción - Tamaño Reducido		
Volar - Huesos frágiles	Subterráneo - Mala Visión		

E. DIBUJO - TERNIVATOR



Nombre científico:

F. DESCRIPCIÓN DE LA ESPECIE: ¿En qué tipos de ecosistema podría vivir? ¿Qué hábitos alimenticios podría tener? ¿Sería gregario o viviría en comunidad? ¿Por quién podría sufrir depredación? ¿Migraría? ¿Hibernaría? ¿Habrá diferencias entre machos y hembras?

- Puede vivir en un ecosistema húmedo y con agua. Sería hormivoro, es decir, comería de todo. Van en mandados aunque cuando esto aparece de usar se separa de lo mandado. Por un Dinosaurio. No migran si hibernan en invierno. No.

