

# **Aprendizaje basado en juegos para la educación ambiental sobre biodiversidad**

**Jilbert Enrique Salas López**

Universidad de Ciencias Aplicadas y Ambientales U.D.C.A.

Facultad de Ciencias de la Educación

Programa de Maestría en Educación Ambiental

Bogotá D.C.

2017

# **Aprendizaje basado en juegos para la educación ambiental sobre biodiversidad**

**Jilbert Enrique Salas López**

Trabajo de grado para optar al título de Magíster en Educación Ambiental

Directora:

María Mercedes Callejas Restrepo

U.D.C.A.

Facultad de Ciencias de la Educación

Programa de Maestría en Educación Ambiental

Bogotá D.C.

2017

## CONTENIDO

RESUMEN .....	9
1. INTRODUCCIÓN .....	11
2. PROBLEMA .....	12
2.1. Pregunta de investigación .....	12
2.2. Justificación .....	12
3. OBJETIVOS .....	13
3.1. Objetivo General .....	13
3.2. Objetivos Específicos.....	13
4. REFERENTES TEORICOS.....	14
4.1. Marco Conceptual.....	14
4.1.1. El juego en la educación.....	14
4.1.2. El problema de la pérdida de la biodiversidad .....	18
4.1.3. La educación ambiental sobre biodiversidad .....	19
4.1.4. La educación ambiental relacionada con la fauna.....	20
4.1.5. La educación ambiental relacionada con la fauna nativa de Colombia .....	22
4.1.6. Estrategias para educar al público sobre la fauna nativa.....	23
4.1.7. La educación sobre biodiversidad en la política ambiental de Colombia.....	24
4.2. Estado del arte.....	25
4.2.1. Productos y publicaciones sobre el aprendizaje basado en juegos.....	25
4.2.2. Meta-análisis del aprendizaje basado en juegos y juegos serios/persuasivos .....	27
4.2.3. El aprendizaje basado en juegos sobre biodiversidad .....	31
5. METODOLOGIA.....	34
5.1. Tipo de investigación.....	34
5.2. Perspectiva epistemológica.....	34
5.3. Fases del proyecto.....	34
5.3.1. Fase de planeación y diseño .....	36
5.3.2. Fase empírica.....	36
5.3.3. Fase analítica.....	37
5.4. Población.....	38
5.5. Instrumentos.....	38

5.5.1. Juego de cartas .....	38
5.5.2. Álbum de animales.....	41
5.5.3. Evaluaciones.....	41
5.5.4. Encuesta .....	41
6. RESULTADOS .....	41
6.1. Elección de cinco animales favoritos del álbum.....	41
6.2. Identificación de los animales del álbum que no son de Colombia.....	42
6.3. Conocimiento de la fauna nativa de Colombia .....	46
6.4. Conceptualización de las relaciones tróficas .....	49
6.5. Animales que salvaría de la fauna nativa vs. no nativa .....	50
6.6. Fuentes de información y de contacto con la fauna nativa y no nativa. ....	53
6.7. Animales del álbum nunca antes vistos .....	57
6.8. Cinco animales de los que los estudiantes saben más.....	58
6.9. Importancia de los diferentes grupos de animales en un ecosistema.....	59
6.10. Importancia de los carroñeros en un ecosistema.....	60
6.11. Búsqueda de información sobre animales y motivación para hacerla .....	61
6.12. Efecto de la edad sobre la aceptación del juego, el número de veces de juego por semana y el cambio de conocimientos.....	62
6.13. Curiosidad por los animales en el juego .....	64
6.14. Resultados de las encuestas a docentes participantes .....	66
7. DISCUSIÓN .....	70
7.1. Preferencias por los animales nativos .....	70
7.2. Reconocimiento de los animales no nativos .....	71
7.3. Conocimiento de la fauna nativa.....	72
7.4. Relaciones tróficas .....	74
7.5. Animales que salvaría .....	75
7.6. Fuentes de información y de contacto con la fauna .....	76
7.7. Animales del álbum nunca antes vistos .....	77
7.8. Animales de los que los estudiantes saben más .....	77
7.9. Importancia de los carroñeros y de los diferentes grupos de animales en un ecosistema .....	78

7.10. Búsqueda de información sobre animales y motivación para hacerla .....	79
7.11. La edad en relación con la aceptación del juego, el número de veces de juego por semana y el cambio de conocimientos.....	80
7.12. Curiosidad por los animales en el juego .....	80
7.13. Observaciones de los docentes participantes .....	81
8. CONCLUSIONES .....	82
BIBLIOGRAFIA .....	84
ANEXOS .....	98

## LISTADO DE TABLAS

Tabla 1. Diferencias entre ludificación, aprendizaje basado en juegos y juegos serios .....	18
Tabla 2. Resultados de la búsqueda en bases de datos de documentos publicados en inglés entre 2010 y 2017 sobre el aprendizaje basado en juegos aplicado a la biodiversidad .....	31
Tabla 3. Datos demográficos de la población del estudio por colegio. ....	38
Tabla 4. Cinco animales favoritos presentes en el álbum, por colegio y en general, pre-juego y post-juego. ....	42
Tabla 5. Los cinco animales nativos que con mayor frecuencia fueron identificados erróneamente como no nativos, pre-juego y post-juego. ....	46
Tabla 6. Los 10 animales del álbum que con mayor frecuencia fueron considerados como nunca antes vistos. ....	58
Tabla 7. Cinco animales del álbum de los que los estudiantes saben más, por colegios, pre- y post-juego .....	59
Tabla 8. Opinión de los estudiantes respecto a la importancia de los diferentes grupos de animales en un ecosistema.....	60
Tabla 9. Respuestas de las encuestas a los docentes participantes.....	67

## LISTADO DE FIGURAS

Figura 1. Número de juegos serios producidos entre 1980 y 2009 (Tomado de Djaouti et al., 2011, p. 12).....	26
Figura 2. Número de documentos en la base de datos ProQuest por año bajo el término de búsqueda “game-based learning” .....	26
Figura 3. Diagrama de flujo de la investigación.....	35
Figura 4. Dinámica del juego .....	40
Figura 5. Puntaje de acierto en la identificación de los animales no nativos presentes en el álbum, pre- y post-juego, por colegio.....	44
Figura 6. Porcentaje de acierto en la identificación de cada una de los animales no nativos presentes en el álbum.....	45
Figura 7. Número de animales nombrados por cada estudiante en la evaluación pre- y post-juego, por colegio. ....	47
Figura 8. A. Diversidad de animales nombrados, pre- y post-juego, por colegios. B. Proporción de animales foráneos vs. nativos, pre- y post-juego. C. Proporción de animales agrupados taxonómicamente. ....	49
Figura 9. Proporción en que los estudiantes consideraron que las relaciones tróficas semejaban una red o una pirámide. ....	50
Figura 10. Porcentajes de votación por número de animales nativos y no nativos propuestos en la pregunta, pre- y post-juego, por colegios y en general.....	51
Figura 11. Porcentajes de votación por los diferentes animales de la fauna nativa y no nativa, pre- y post-juego, por colegios y en general.....	53
Figura 12. Cantidad total de animales, promedio de animales por estudiante y animales observados con mayor frecuencia en la televisión y el cine, en los zoológicos, y en la finca, paseos familiares, vacaciones, etc. ....	55
Figura 13. Cantidad total de animales, promedio de animales por estudiante y animales observados con mayor frecuencia en la televisión y el cine, en los zoológicos, y en la finca, paseos familiares, vacaciones, etc., por colegios.....	57
Figura 14. Frecuencias con que los estudiantes de colegios rurales, urbanos y en general se inclinaron por la opción A (los carroñeros son poco importantes en los ecosistemas) o por	

la opción B (los carroñeros son muy importantes y tienen muchas funciones en los ecosistemas), pre-juego y post-juego.....	61
Figura 15. (A) Porcentaje de estudiantes que buscaron información sobre animales, (B) número de búsquedas por estudiante, (C) proporción de animales nativos en las búsquedas, y (D) motivación para realizar las búsquedas.....	62
Figura 16. Efecto de la edad sobre el grado de aceptación del juego, número de veces de juego por semana y cambios en los conocimientos. (A) Número de veces que los estudiantes jugaron a la semana. (B) Grado de aceptación del juego. (C) Cambio en el porcentaje de acierto de los animales no nativos en el álbum. (D) Cambio en el número de animales nativos nombrados. Las barras negras denotan los tres puntajes más altos. ....	64
Figura 17. (A) Porcentaje de estudiantes que buscaron información sobre los animales del juego, (B) motivación para realizar dicha búsqueda, (C) número de animales por estudiante y (D) tipos de animales incluidos en las búsquedas. ....	65

## RESUMEN

Debido a que el afecto por la fauna nativa juega un papel importante en su conservación y protección, este estudio cuasi-experimental con un diseño pre/post evaluó el efecto de un juego educativo sobre la identificación y el afecto por la fauna nativa de Colombia en 291 estudiantes de 4° a 9° grado de 11 colegios públicos rurales y urbanos de Bogotá y Cundinamarca, quienes respondieron cuestionarios antes y después de 4-5 semanas de juego *ad libitum* durante el recreo escolar. El número promedio de animales nombrados por estudiante en los colegios rurales aumentó de 11,27 pre-juego a 12,87 post-juego, y en los urbanos de 7,91 pre-juego a 9,99 post-juego, y las diferencias entre rurales vs. urbanos y entre los puntajes pre-juego vs. post-juego fueron significativas ( $p < 0,01$ ). La diversidad total de animales nativos fue de 181, y aumentó de 88 pre-juego a 131 post-juego en los colegios rurales y de 87 pre-juego a 129 post-juego en los urbanos. La proporción de especies exóticas incluidas en la fauna nativa disminuyó de ~1:2 pre-juego a ~1:3 post-juego. Pre-juego vs. post-juego se encontró un aumento significativo en los porcentajes de identificación acertada de la fauna no nativa, tanto en general como en los colegios rurales y urbanos por separado. Cuando se pidió a los estudiantes elegir sus cinco animales favoritos de un álbum, tanto pre-juego como post-juego los estudiantes de colegios rurales y urbanos escogieron más animales no nativos que nativos. Respecto a la elección de tres animales para ser salvados, los animales nativos y no nativos tanto pre-juego como post-juego fueron los mismos, e incluyeron dos nativos y tres no nativos. No obstante, el porcentaje de alumnos cuyos tres animales elegidos para ser salvados eran nativos tuvo un aumento de dos a cinco veces en la evaluación pre-juego versus post-juego en los colegios rurales (6% vs. 11%), urbanos (2% vs. 11%), y en general (4% vs. 11%). Aunque el resultado fue positivo respecto a la identificación de las especies no nativas, no se observó un cambio significativo en el afecto relacionado con los animales nativos, lo cual recalca el desafío y la necesidad de diseñar herramientas de educación ambiental que generen cambios profundos y duraderos en el afecto por la fauna nativa.

## ABSTRACT

Since affection for native fauna plays an important role in its conservation and protection, this quasi-experimental study with a pre/post design evaluated the effect of an educational game on the identification of and affection towards Colombian native fauna in 291 students from 4th to 9th grade of 11 rural and urban public schools in Bogotá and Cundinamarca. Students answered questionnaires before and after playing the game *ad libitum*, for a period of 4-5 weeks during school recess time. The mean of animals listed per student increased from 11.27 pre-game to 12.87 post-game and from 7.91 pre-game to 9.99 post-game in rural and urban schools, respectively. These differences between rural vs. urban schools and between pre-game vs. post-game scores were significant ( $p < 0.01$ ). The total diversity of native animals listed was 181, and increased from 88 pre-game to 131 post-game in rural schools and from 87 pre-game to 129 post-game in urban schools. The ratio of exotic species included in the native fauna decreased from ~ 1: 2 pre-game to ~ 1: 3 post-game. A significant increase was found in the pre-game vs. post-game percentages of successful identification of non-native fauna, separately and in general in both rural and urban schools. When students were asked to choose their five favorite animals from an album, both pre-game and post-game students from rural and urban schools chose more non-native than native animals. Regarding the choice of three animals to be saved, the native and non-native animals chosen, both pre-game and post-game, were the same, and included two natives and three non-natives. However, the percentage of students whose three animals chosen to be saved were native, had a two to five-fold increase in the pre-game versus post-game general evaluation (4% vs. 11%), in rural (6% vs. 11%), and in urban (2% vs. 11%) schools. Although the outcome was positive regarding the identification of non-native species, there was no significant change in the affection related to native animals, which underscores the challenge and the need to design environmental-educational tools that generate profound and lasting changes in the affection for native fauna.

## 1. INTRODUCCIÓN

Colombia es el primer país en diversidad de aves, el segundo en anfibios, peces dulceacuícolas y mariposas, el tercero en reptiles, y el cuarto en mamíferos (Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, 2016, p. 9). Infortunadamente, el país se ve afectado por los cinco factores principales de la pérdida de la biodiversidad destacados en la Evaluación de los Ecosistemas del Milenio, como la reducción del hábitat, la sobreexplotación o uso no sostenible, la invasión de especies foráneas, el cambio climático y la contaminación (Global Environment Facility, 2014, p. 4). Como resultado, el 50% de los ecosistemas del país se encuentra bajo algún grado de amenaza, y existe una tendencia hacia una pérdida acelerada de la biodiversidad (Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, 2016, p. 9, 11).

Aunque no existe una solución única para esta problemática, para Ballouard, Brischoux, & Bonnet (2011) la educación ambiental es una herramienta indispensable para revertir la tendencia actual hacia la pérdida de la biodiversidad, y la niñez es el mejor momento para comenzar con ella; de hecho, en la niñez se forma un vínculo particularmente fuerte entre el individuo y la naturaleza, y gran parte de esta relación tiene que ver con los animales, ya que los niños construyen fácilmente una relación afectiva con ellos (p. 1).

Por ser la niñez el momento ideal para implementar las estrategias de educación ambiental, el objetivo de esta investigación fue evaluar el efecto de un juego de mesa enmarcado en el aprendizaje basado en juegos (Game-Based Learning, GBL), no sólo para mejorar el conocimiento de la fauna nativa, sino también para generar cambios en el componente afectivo frente a ella.

## **2. PROBLEMA**

La biodiversidad de Colombia se pierde rápidamente, y uno de los obstáculos para revertir esta tendencia es la falta de conocimiento y educación del público. A pesar de la investigación e inventario de las especies presentes, gran parte del conocimiento sobre la fauna no llega al público general, y las estrategias de educación que abordan este tema se han centrado en la divulgación, sin herramientas pedagógicas que permitan motivar y educar a la comunidad respecto al conocimiento y valoración de los animales nativos. Asimismo, es frecuente que estas estrategias se centren en animales carismáticos o no nativos, sin incluir los grupos de animales más abundantes o menos apreciados, lo cual impide generar una visión más realista de la riqueza biológica del entorno. Dicho lo anterior, ya que la etapa ideal para implementar la educación ambiental es en la infancia, en particular con estrategias pedagógicas basadas en el juego, un juego enmarcado en el aprendizaje basado en juegos (Game-Based Learning, GBL) que represente diferentes taxones de la fauna nativa de Colombia podría ser una herramienta eficaz para generar los cambios en el conocimiento y el afecto necesarios para abordar la pérdida de la diversidad biológica.

### **2.1. Pregunta de investigación**

¿Qué cambios en el conocimiento y el afecto respecto a la fauna nativa genera el juego Eco-link en estudiantes de 4° a 9° grado de escuelas urbanas y rurales de Bogotá y Cundinamarca?

### **2.2. Justificación**

Los resultados de esta investigación permitirán establecer no solo una línea base del conocimiento y el afecto frente a la fauna nativa entre los estudiantes de 4° - 9° grado de escuelas públicas de Bogotá y Cundinamarca, sino también los cambios que en estos aspectos pueden generarse a través del aprendizaje basado en juegos, algo muy importante en el escenario de la educación para la conservación, en particular porque el conocimiento y el afecto de los niños hacia la fauna nativa juegan un papel primordial en las metas de conservación de la biodiversidad.

Además de implementar el juego durante el descanso en la escuela, lo cual plantea la posibilidad de utilizar este tiempo en actividades lúdicas de aprendizaje *ad libitum*, esta investigación involucra la participación de estudiantes de la Maestría en educación Ambiental, lo cual permitirá que la comunidad educativa se familiarice con el uso de herramientas lúdicas de aprendizaje y se observe la facilidad de diseñar, fabricar e implementar juegos que satisfagan necesidades propias de sus prácticas docentes.

Por último debido a que las zonas de mayor biodiversidad se encuentran en regiones con poblaciones apartadas y de bajos recursos, el uso de juegos de mesa enfocados en la educación para la conservación ofrece grandes ventajas frente a sus contrapartes digitales por su bajo costo y facilidad de implementación sin requerimientos de infraestructura. Dicho esto, si se considera que la pérdida de la biodiversidad forma un círculo vicioso con la pobreza, este tipo de herramientas para educar al público sobre la conservación de la diversidad biológica son fundamentales no solo para la reducción de la pobreza y para un posible desarrollo sostenible, sino también para el futuro de un país megadiverso como Colombia que desea apostarle al ecoturismo como generador de riqueza y bienestar.

### **3. OBJETIVOS**

#### **3.1. Objetivo General**

Determinar los cambios generados por el juego Eco-link en el conocimiento y el afecto frente a la fauna nativa de Colombia en estudiantes de 4° a 9° grado de escuelas rurales y urbanas de Cundinamarca.

#### **3.2. Objetivos Específicos**

- a) Evaluar el cambio en el conocimiento de la fauna nativa generado por el juego Eco-link.
- b) Evaluar el cambio en el afecto por la fauna nativa generado por el juego Eco-link.
- c) Determinar si los cambios de conocimiento y afecto frente a la fauna nativa generados por Eco-Link son diferentes entre las escuelas rurales y urbanas.
- d) Determinar el grado de aceptación del juego entre los estudiantes y las ventajas/desventajas de su uso en escuelas rurales y urbanas.

## 4. REFERENTES TEORICOS

### 4.1. Marco Conceptual

#### 4.1.1. El juego en la educación

Hace más de dos mil años Platón consideraba que el juego tenía un papel muy importante en la educación de los niños, y Aristóteles ya advertía la existencia de diferentes tipos de juego, donde los más elaborados debían servir para formar a los niños en sus ocupaciones del futuro, lo cual representa una de las primeras menciones del juego como mecanismo para desarrollar habilidades y destrezas laborales.

Ya en la era moderna Vygotsky consideraba que el juego era un elemento que impulsaba el desarrollo mental del niño al facilitar el avance de funciones mentales superiores como la atención y la memoria voluntaria (Andrés Tripero, 2011b, p. 1). En su momento algunos consideraron que los escritos de Vygotsky eran un llamado a utilizar el juego como un medio eficiente para transmitir conceptos y habilidades a niños preescolares; no obstante, la definición de juego de Vygotsky solo incluía los juegos sociodramáticos o de simulación, los cuales son típicos de los niños de preescolar y primaria, y no los otros tipos de actividades como deportes, juegos (de mesa o electrónicos), manipulación de objetos o exploraciones (Bodrova & Leong, 2015, p. 374). Por su parte, basado en su estudio del juego y su relación con las funciones mentales del niño, Piaget consideraba que el juego permite que el niño asimile elementos de la realidad sin la necesidad de aceptar las limitaciones de su adaptación (Andrés Tripero, 2011a, p. 1), lo cual muestra al juego como un medio para incorporar conocimientos de un entorno real a través de un mundo ficticio.

Pero el juego no solo es importante como herramienta de aprendizaje, y Huizinga (1950) reconocía que este, por tratarse de un comportamiento que presentan los humanos y los animales, no solo es una categoría primaria de la vida, sino también una forma significativa de actividad con una función social que está integrada tanto histórica como psicológicamente en la cultura humana (citado en Morrison, 2015, p. 681). De hecho, algunos autores creen que el juego tiene sus raíces en la naturaleza y el instinto, y

consideran que es el factor más importante en el desarrollo del hombre (Tahmores, 2011, p. 2273).

Por otra parte, desde un punto de vista evolutivo, se considera que la aparición del juego se relaciona con el desarrollo de un cerebro mamífero, y bajo una mirada etológica, el juego es un comportamiento que utilizan los juveniles de los primates, por nombrar un grupo, para desarrollar habilidades y destrezas que les permitirán interrelacionarse y sobrevivir una vez sean adultos (Paredes Ramos, del Ángel Pérez Pouchoulén, & Coria Ávila, 2011, p. 1). Respecto al juego en la evolución de los homínidos, según Elkonin (2005), en las sociedades de cazadores y recolectores el juego era una preparación para las actividades de los adultos donde los niños practicaban con versiones a pequeña escala de las herramientas de los adultos (citado en Bodrova & Leong, 2015, p. 377).

En cuanto al papel del juego en el hombre, no solo es una parte estructural de la vida del niño, sino también una necesidad natural del ser humano (Petrovska, Sivevska, & Cackov, 2013, p. 880), así que su aplicación como herramienta educativa a través del aprendizaje basado en juegos representa una transición lógica, en particular si se considera la relación existente entre las emociones positivas y el aprendizaje. A este respecto, de acuerdo con Giessen (2015), ya que el núcleo amigdalino del cerebro es activado por el temor, el estrés o el aburrimiento, y el hipocampo capta el conocimiento y la información conectados con emociones positivas, entonces para activar el hipocampo y no el núcleo amigdalino los contenidos relacionados con el aprendizaje deben transmitirse de una manera que despierte el interés y evoque emociones positivas (p. 2240).

Por todo esto no es sorprendente encontrar resultados positivos en múltiples estudios sobre el papel del juego en el aprendizaje; de hecho, varios meta-análisis de la literatura publicada sobre el juego en los últimos cuarenta años encontraron de manera consistente que los juegos promovían el aprendizaje y/o reducían el tiempo de instrucción a lo largo de diferentes disciplinas y edades (Van Eck, 2006, p. 18). Del mismo modo, al referirse a los juegos en la enseñanza, Ucus (2015) menciona que los juegos ayudan a que los estudiantes desarrollen los conocimientos, las habilidades, y los valores necesarios para convertirse en un integrante activo, no solo de su salón de clases, sino también de la sociedad (p. 402).

Respecto al juego en la educación, algunos autores tratan de explicar tal relación exitosa desde la perspectiva de alguna de las diferentes teorías. Por su parte, Becker (2005) considera que las características en el diseño de los juegos existentes coinciden con dos de las teorías del aprendizaje más renombradas como la teoría de condiciones del aprendizaje de Gagné y la teoría de las inteligencias múltiples de Gardner (p. 1). En cambio, desde una perspectiva constructivista, Obikwelu & Read (2012) consideran que la capacidad de los juegos serios de apoyar la construcción del conocimiento yace en su potencial de modificar el modelo mental existente del estudiante, lo cual altera su experiencia para incorporar lo que experimenta en el mundo del juego (p. 33).

Por el contrario, para Bíró (2014) el aprendizaje basado en juegos no solo tiene más puntos en común con la teoría conductista del aprendizaje, sino también otros elementos que lo convierten en una metodología innovadora, que a pesar de compartir algunas bases conceptuales con las teorías del aprendizaje (conductista, cognitivista, constructivista, y conectivista), tiene una perspectiva totalmente diferente en otros aspectos, hasta tal punto que podría sugerirse que el aprendizaje basado en juegos es una nueva teoría del aprendizaje, que en comparación con las teorías previas, aborda de una manera más eficaz los problemas pedagógicos contemporáneos (p. 149, 151).

Por otro lado, respecto al juego y su papel en la educación de hoy, algunos educadores constructivistas como Papert & Caperton (1999) y Salen (2008) consideran que la llegada de Internet y el uso masivo de las tecnologías de la información cambia las necesidades de aprendizaje de los estudiantes, de tratar de desarrollar la capacidad de recordar datos y cifras, a tener que desarrollar la capacidad de localizar, evaluar, y relacionar la información de una manera eficaz (citados en Morrison, 2015, p. 680). De hecho, estos educadores consideran que los mecanismos del juego pueden ayudar con este proceso, no solo porque brindan ambientes complejos que se parecen más al mundo natural (Rosario & Widmeyer 2009), sino también por el papel de la interactividad en la estimulación de los procesos cognitivos necesarios para el aprendizaje (Nouchi et al. 2013) (citados en Morrison, 2015, p. 680), lo cual convierte a los juegos en un medio ideal para educar a las nuevas generaciones, en particular cuando se trata de un juego bien diseñado, ya que según Ruggiero (2015), cuando los jugadores se sumergen en el juego tienen una mayor

probabilidad de ver las situaciones desde la perspectiva presentada en el juego, es decir que tienen una mayor probabilidad de adquirir la actitud estimulada en el mismo (p. 214).

En cuanto al diseño de juegos para educar, si bien el término “aprendizaje basado en juegos” se originó en un contexto digital, Baker, Navarro & Hoek consideran que si se ve al juego como un ambiente de aprendizaje constructivista, entonces los juegos digitales y los análogos serían compatibles respecto a su potencial como aprendizaje basado en juegos (citados en Connolly, Stansfield, & Boyle, 2009; citados en Morrison, 2015, p. 682).

Dicho lo anterior, aunque es frecuente que se utilicen como sinónimos, es importante establecer las diferencias entre los tipos de juego aplicados a la educación, como la ludificación, los juegos persuasivos (considerados una subcategoría de los juegos serios (Soekarjo & van Oostendorp, 2015, p. 37) o un término equivalente a los juegos serios (Bogost, 2007, citado en Doumanis & Smith, 2015, p. 63)) y el aprendizaje basado en juegos (Tabla 1). Por su parte, el aprendizaje basado en juegos describe un ambiente donde el contenido del juego y el acto de jugarlo potencian la adquisición de conocimientos y habilidades, y donde las actividades del juego involucran espacios para la solución de problemas y retos que les brindan a los aprendices/jugadores un sentido de logro (Qian & Clark, 2016, p. 51).

En cuanto a los tipos de GBL, Naik (2014) lo clasifica en dos categorías principales: El aprendizaje basado en juegos no digitales (non-digital game-based learning, NDGBL), el cual incluye juegos físicos, de cartas y de mesa, y el aprendizaje basado en juegos digitales (digital game-based learning, DGBL), el cual incluye los juegos de computadora y de video. No obstante, a pesar de las diferencias entre el NDGBL y el DGBL, este último se ha convertido en un sinónimo de GBL (p. 437).

Tabla 1. Diferencias entre ludificación, aprendizaje basado en juegos y juegos serios

<b>Ludificación (“gamification”)</b>	<b>Aprendizaje basado en juegos (“game-based learning”, GBL)</b>	<b>Juego serio o juego persuasivo (“serious game” o “persuasive game”)</b>
El uso más simple de elementos lúdicos en contextos diferentes al juego para motivar a las personas.	El juego es un medio de instrucción. El juego en sí mismo brinda el contenido del aprendizaje, y al jugarlo los aprendices adquieren los conocimientos / habilidades que el juego pretende enseñar.	Un juego con un propósito más allá del entretenimiento. Son juegos que esperan que los jugadores reflexionen o se percaten de problemas o situaciones del mundo real a partir de la dinámica del juego.

(adaptado de Freitag 2014, p. 1)

#### 4.1.2. El problema de la pérdida de la biodiversidad

La sexta extinción en masa está en curso (Leakey & Lewin, 1995, citados en Moyer-Horner, Kirby, & Vaughan, 2010, p. 1115), y es la única en ser ocasionada principalmente por la actividad humana (Moyer-Horner et al., 2010, p. 1115). Como evidencia de esta pérdida, la abundancia de las 3.706 especies de vertebrados monitoreadas para el Índice Planeta Vivo disminuyó un promedio de 58% entre 1970 y 2012, y si no se detiene o revierte esta tendencia, es posible que para 2020 las poblaciones de estas especies hayan disminuido un 67% respecto a 1970 (Fondo Mundial para la Naturaleza, 2016, p. 12). Asimismo, en la Lista Roja de Especies Amenazadas de la UICN se encuentran más de 19.000 especies de todo el mundo (Convention on Biological Diversity, 2013, p. 25). Pero esta pérdida de especies no solo representa una amenaza para la existencia del hombre, también es el único problema ambiental con el potencial de ser irreversible, y sus efectos podrían poner en peligro los medios de subsistencia de los que dependen las sociedades y las economías (Fondo para el Medio Ambiente Mundial, 2009, p. 1). En otras palabras, por un lado la sociedad depende de la diversidad biológica para su subsistencia, y por otro la conservación de la biodiversidad depende de que la sociedad cambie sus expectativas, aspiraciones, conductas y uso de los recursos (Thiaw & Munang, 2012, p. 121).

Respecto a los resultados de las intervenciones emprendidas a nivel mundial para detener la extinción, según la Secretaría del Convenio sobre la Diversidad Biológica (2010), ninguno de los países firmantes del Convenio sobre la Diversidad Biológica en la Cumbre Mundial

sobre el Desarrollo Sostenible de 2002 en Johannesburgo logró la meta de una reducción importante en la tendencia a la pérdida de la biodiversidad (p. 7, 9), y se considera que uno de los obstáculos para lograr los objetivos establecidos en el Convenio es la falta de conocimiento y educación del público (Navarro-Pérez & Tidball, 2012, p. 14). De acuerdo con estos antecedentes, y a la luz de las tendencias actuales, si no se presentan cambios a gran escala y a corto plazo, será imposible cumplir con varias de las metas de biodiversidad de Aichi, como la meta 1, la cual establece que para 2020, a lo sumo, las personas conocerán los valores de la biodiversidad, al igual que los mecanismos para conservarla y hacer uso de ella de manera sostenible, y la meta 12, la cual establece que para el 2020 se habrá prevenido la extinción de las especies amenazadas, y su estado de conservación habrá mejorado o se habrá mantenido sostenible (Convention on Biological Diversity, 2013, p. 3, 25).

Dicho lo anterior, aunque la conciencia del público respecto a la biodiversidad y su importancia parece aumentar, aún tiene un nivel bajo en algunos países (Secretaría del Convenio sobre la Diversidad Biológica, 2014, p. 12), y muchas de las encuestas realizadas para tratar de determinar el conocimiento y actitudes del público frente a la biodiversidad han tenido resultados desalentadores, lo cual deja ver que las estrategias para la educación y toma de conciencia del público han fracasado en despertar el interés y la motivación necesarios para que la gente actúe a favor de la conservación de la diversidad biológica (Navarro-Pérez & Tidball, 2012, p. 14). Es más, de acuerdo con una encuesta realizada en 2010, la cual incluyó 10.000 niños de 5-18 años de 10 países, diez veces más niños consideraron que la televisión y los juegos de video eran lo primero en comparación con los que consideraron que salvar el medio ambiente era lo más importante (40% vs. 4%, respectivamente), y solo el 9% consideró que el cuidado de los animales era lo más importante (Convention on Biological Diversity, 2010a, p. 1).

#### 4.1.3. La educación ambiental sobre biodiversidad

La compleja problemática de la reducción de la diversidad biológica no es una problemática reciente; de hecho, hace más de 20 años, en el Artículo 13 del Convenio sobre Diversidad Biológica de 1992, ya se reconocía la necesidad de que las naciones y organizaciones elaboraran programas de educación y sensibilización del público respecto a

la conservación y uso sostenible de la biodiversidad (Naciones Unidas, 1992, p. 9). En este sentido, ya que la educación ambiental se considera una herramienta indispensable para revertir la tendencia actual hacia la pérdida de la biodiversidad, según Ballouard, Brischoux, & Bonnet (2011) esta debe comenzar en la niñez, cuando se forma un vínculo particularmente fuerte entre el individuo y la naturaleza, el cual tiene que ver con los animales, ya que los niños construyen fácilmente una relación afectiva con ellos (p. 1).

Pero la educación ambiental sobre biodiversidad no es algo sencillo, y en general requiere una educación científica de un alto grado de calidad, que debe abordar no solo los aspectos científicos, sino también las competencias y aprendizajes asociados con la educación para el desarrollo sostenible (Ulbrich, Settele, & Benedict, 2010, p. 8). Además, es importante tener en cuenta que los problemas ambientales se caracterizan por su grado de incertidumbre, complejidad e interconexión sistémica, y por consiguiente se requieren métodos participativos de enseñanza-aprendizaje como el pensamiento crítico, la imaginación de escenarios futuros, y la toma de decisiones de una manera colaborativa (Buckler & Creech, 2014, p. 20).

En este contexto, según Taylor (1983), de las diferentes estrategias pedagógicas, el juego es una herramienta ideal para la educación ambiental, ya que además de ser capaz de representar de una manera simple y didáctica el funcionamiento y la problemática de sistemas complejos, también les brinda a los estudiantes un marco de referencia que les permite tener una visión multidisciplinaria de las diferentes situaciones, y al final los prepara para tomar decisiones informadas (p. 7). Asimismo, los niños no solo prefieren un aprendizaje basado en imágenes y una información rápida, sino también se desempeñan mejor en un ambiente de recompensas, es decir, adoran los juegos (Prensky, 2006, citado en Bevilacqua, Ciarapica, Mazzuto, & Paciarotti, 2015, p. 259).

#### 4.1.4. La educación ambiental relacionada con la fauna

Según Wilson (1992), hasta inicios de la década de 1990 en el mundo se habían descrito 751.000 especies de insectos y 281.000 especies pertenecientes a los otros grupos de animales, y de 1992 a 2013 el número total de especies descritas pasó de 1'412.000 a cerca de 1'890.000, con un promedio de 17.000 descripciones al año (López Arévalo, Montenegro, & Liévano Latorre, 2014, p. 29). En el caso de Colombia, en el Sistema de

Información sobre Biodiversidad (SiB) hasta 2015 existían registros de 6230 especies de insectos, 589 de arácnidos, 729 de anfibios, 607 de reptiles, 1677 de aves y 475 de mamíferos (Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, 2016, p. 13).

Como puede verse, tanto a nivel mundial como a nivel país, la cifra de artrópodos (insectos y arácnidos) es varias veces el número de especies de otros grupos. Sin embargo, la abundancia de especies de estos taxones contrasta con el conocimiento que el público tiene de ellas. De acuerdo con Campos, Nates, & Lindemann-Matthies (2013) esto se evidenció en varias encuestas sobre las percepciones de la biodiversidad realizadas en colegios rurales y urbanos de Argentina, donde las especies de vertebrados grandes, en particular de mamíferos, fueron las más conocidas y recordadas, mientras que los reptiles, anfibios y peces fueron menos apreciados, y algunos invertebrados llegaron incluso a generar aversión, como en el caso de las arañas (p. 176). Este sesgo por los grupos de vertebrados versus los invertebrados tiene que ver con las estrategias de sensibilización y educación para niños que solo incluyen las especies más conocidas o carismáticas, como el panda, el rinoceronte, el koala, etcétera, en lugar de utilizar las especies más dominantes en números y biomasa como los artrópodos terrestres o los invertebrados marinos. De hecho, según Hodges (2016), existe una discrepancia entre la biodiversidad existente, las evaluaciones mundiales del riesgo para las especies conocidas, y el conocimiento de los estudiantes de las especies en riesgo (p. 101).

Por desgracia, además de ignorar las especies de invertebrados, la mayoría de personas tiene actitudes negativas hacia ellos (Costa Neto, 2007, p. 124), y en el caso de los estadounidenses, por mencionar uno, dichas actitudes se caracterizan por ignorancia, temor y desagrado (Davey, 1994; Kellert, 1993; Wilson, 1987; citados en Looy & Wood, 2006, p. 37). No obstante, los invertebrados representan más del 90% de todas las especies, y no puede subestimarse su importancia en los ecosistemas como fuente de alimento, como agentes polinizadores y dispersores de semillas, y en el reciclaje de residuos (Looy & Wood, 2006, p. 37). Por consiguiente, ya que tienen un papel importante en el ambiente, ya sea negativo (como plagas o vectores de enfermedades) o positivo (como alimento o parte estructural de los ecosistemas), es crucial que las estrategias de alfabetización científica y

educación ambiental relacionadas con invertebrados tengan en cuenta los mitos y las concepciones alternativas frente a los animales menos populares como las serpientes, las arañas o los insectos (Prokop & Tunnicliffe, 2008, p. 89). Asimismo, el uso de insectos y/o arácnidos en el escenario educativo permite que los estudiantes tengan la oportunidad de formular y probar hipótesis respecto a sus ciclos de vida, comportamiento, y éxito evolutivo (Golick, Heng-moss, & Ellis, 2010, p. 18-19). De hecho, ya que la biosfera depende en gran medida de los insectos para su subsistencia, muchos consideran que la conservación de los insectos amerita un esfuerzo significativo (Saier, 2010, p. 7).

#### 4.1.5. La educación ambiental relacionada con la fauna nativa de Colombia

Respecto al número de especies registradas por país, Colombia es el primero en diversidad de aves, el segundo en anfibios, peces dulce-acuícolas y mariposas, el tercero en reptiles, y el cuarto en mamíferos (Sistema de información sobre Biodiversidad de Colombia, 2016). Infortunadamente, esta riqueza biológica se encuentra en peligro ya que el país se ve afectado por los cinco factores principales de la pérdida de la biodiversidad destacados en la Evaluación de los Ecosistemas del Milenio, como la reducción del hábitat, la sobreexplotación o uso no sostenible, la invasión de especies foráneas, el cambio climático y la contaminación (Global Environment Facility, 2014, p. 4). Como resultado, el 50% de los ecosistemas del país se encuentra bajo algún grado de amenaza, y existe una tendencia hacia una pérdida acelerada de la biodiversidad (Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, 2016, p. 9, 11).

En Colombia, respecto a la educación ambiental relacionada con la biodiversidad, dos experiencias fueron reconocidas por la UNESCO como buenas prácticas en abordar la biodiversidad. La primera es el Simposio Ambiental para Estudiantes de la Institución Educativa Livio Reginaldo Fischione en Riohacha, y la otra son las Escuelas Agroecológicas de Alta Montaña, del Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt (UNESCO, 2012, p. 85-92). No obstante, el mismo documento menciona que, en el caso del Simposio Ambiental para Estudiantes, es preocupante que el futuro del proyecto dependa de la financiación por parte de una entidad nacional o internacional, y en el caso de las Escuelas Agroecológicas, una de sus debilidades y

amenazas se relaciona con la disminución del interés y la participación de la comunidad sin el presupuesto y el apoyo institucional.

En lo que se refiere a la publicación de materiales sobre biodiversidad, desde las colecciones del Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt se han producido al menos 30 guías de identificación y libros, y en las colecciones se han registrado más de 600 artículos científicos (Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, 2016, p. 12). Sin embargo, a pesar de la publicación de los resultados de las investigaciones y guías para la identificación taxonómica, según Andrade & Londoño (2016), gran parte del conocimiento no llega al público o se divulga en lenguajes y medios especializados (p. 8).

#### 4.1.6. Estrategias para educar al público sobre la fauna nativa

Las personas solo se preocupan de lo que conocen (Balmford, Clegg, Coulson, & Taylor, 2002, p.1). Por consiguiente, es prioritario que el público conozca la diversidad biológica a su alrededor, en particular en un país megadiverso como Colombia. En este sentido es importante recalcar que el uso de especies icónicas del país, como el oso de anteojos, el jaguar y el cóndor, entre otros, sesga la atención hacia animales poco vistos con una escasa interacción con los humanos, y deja ignorados y desprotegidos a miles de especies que requieren reconocimiento, como las lapas, las guaguas lobas, las tairas, etc. De hecho, el tejido entre los animales y nosotros se pierde día a día, lo cual conduce irremediamente a la desaparición de la biodiversidad, la cual es considerada por Taratsa (2010) como la base invisible de la existencia humana (p. 31).

Pero este desequilibrio entre la abundancia del taxón y su conocimiento por el público no solo impacta el componente cognitivo, sino también el componente afectivo. En particular, los niños tienen la tendencia a proteger las especies no nativas en lugar de las nativas (Ballouard et al., 2011, p. 6), y al ser la niñez el momento ideal para implementar la educación ambiental, la inclusión de diferentes taxones nativos en herramientas lúdicas podría generar excelentes resultados en la educación y motivación respecto al conocimiento y conservación de la diversidad biológica.

De manera ideal, la educación ambiental sobre biodiversidad, en particular la que se enfoca en la fauna nativa, debe incluir no solo herramientas lúdicas que puedan conectar la motivación, el afecto y el conocimiento, sino también especies de todos los taxones, como los mamíferos grandes y las especies pequeñas y menos conocidas que representen de una manera más realista la riqueza biológica del entorno. Asimismo, es importante que tales estrategias educativas aborden el tema de las especies nativas versus las especies no nativas, y de esta manera establecer una relación de parentesco o familiaridad con las especies propias, lo cual ayudaría a cumplir con la meta 9 de biodiversidad de Aichi, la cual establece que para el 2020 las especies invasoras estarán identificadas y priorizadas, y las especies más relevantes serán controladas o erradicadas (Convention on Biological Diversity, 2013, p. 19).

Sumado a los problemas anteriores, según Lindemann-matthies & Bose (2008) la enseñanza de la biología se alejó del naturalismo y se concentró en la fisiología, la biología molecular y la genética, así que pocos docentes cuentan con los conocimientos y experiencia de trabajo de campo, ecología, y biodiversidad, y por consiguiente no pueden o no están dispuestos a enseñar a sus estudiantes sobre la diversidad biológica (p. 736-737).

#### 4.1.7. La educación sobre biodiversidad en la política ambiental de Colombia

Uno de los objetivos específicos de la Política Nacional de Educación Ambiental (PNEA) es generar procesos de investigación en educación ambiental, que con el apoyo de las diversas organizaciones y redes nacionales, como jardines botánicos y zoológicos, propicien la inclusión de estrategias y acciones educativas encaminadas al conocimiento de problemáticas específicas como el manejo y la conservación del sistema de áreas naturales protegidas, la biodiversidad, el cambio climático, etcétera (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible/Ministerio de Educación, 2012, p. 24). Así puede verse el papel crucial que la PNEA les otorga a los zoológicos y jardines botánicos respecto a la educación ambiental sobre biodiversidad. No obstante, es bien conocido que varios parques zoológicos, museos de ciencias y jardines botánicos están lejos de su autosuficiencia económica, como es el caso de Maloka (Correa, 2016). Esta falta crónica de recursos, sumada a un bajo número de visitantes, conduce a un círculo vicioso donde la falta de recursos impide la modernización, y la falta de modernización genera una baja tasa de

visitantes, y el resultado final es que las instituciones no pueden cumplir con su misión de divulgación y educación.

No obstante, los zoológicos, museos y jardines botánicos no son las únicas entidades cuya misión se relaciona con la educación ambiental sobre biodiversidad. Dentro de los lineamientos conceptuales básicos de la PNEA se destaca el papel de las universidades en la formación y la educación ambiental. Así, la universidad juega un rol en la investigación, formación y extensión de conocimientos encaminados a la preservación y uso sostenible de la biodiversidad, donde es prioritario el análisis permanente de la interacción sociocultural para comprender dicha biodiversidad como patrimonio de las comunidades (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible/Ministerio de Educación, 2012, p. 43). Sin embargo, el papel de las universidades se ha centrado en la investigación y la publicación de revistas especializadas, apartándose de la divulgación del conocimiento científico al público general.

## **4.2. Estado del arte**

### 4.2.1. Productos y publicaciones sobre el aprendizaje basado en juegos

El aprendizaje basado en juegos tiene una importancia creciente, lo cual puede concluirse por el aumento en el número de juegos serios producidos entre 1980 y 2009 (Fig. 1) (Djaouti, Alvarez, Jessel, & Rampnoux, 2011, p. 12), por el aumento en el número de publicaciones indexadas en la base de datos ScienceDirect entre 2000 y 2016 (Fig. 2), y por los informes anuales de los últimos años del New Media Consortium (un grupo de expertos internacionales que trabajan en tecnologías de la educación en universidades, museos, y otras instituciones), donde se menciona que la aplicación del DGBL gana cada vez más apoyo entre los educadores, quienes reconocen que estas herramientas pueden favorecer un aumento significativo en la productividad y creatividad de los estudiantes (Johnson, Adams Becker, Estrada, & Freeman, 2014, p. 55).

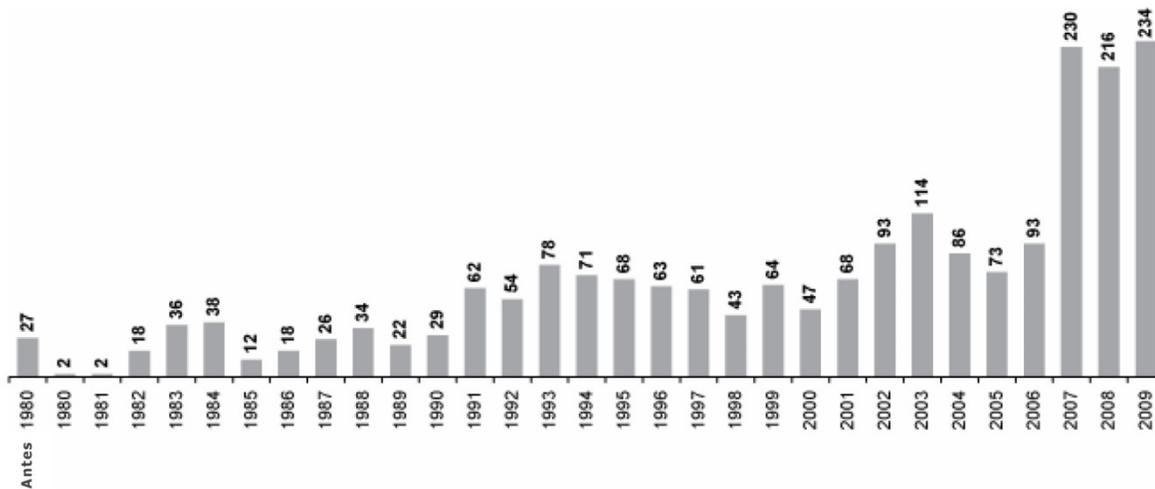


Figura 1. Número de juegos serios producidos entre 1980 y 2009 (Tomado de Djaouti et al., 2011, p. 12)

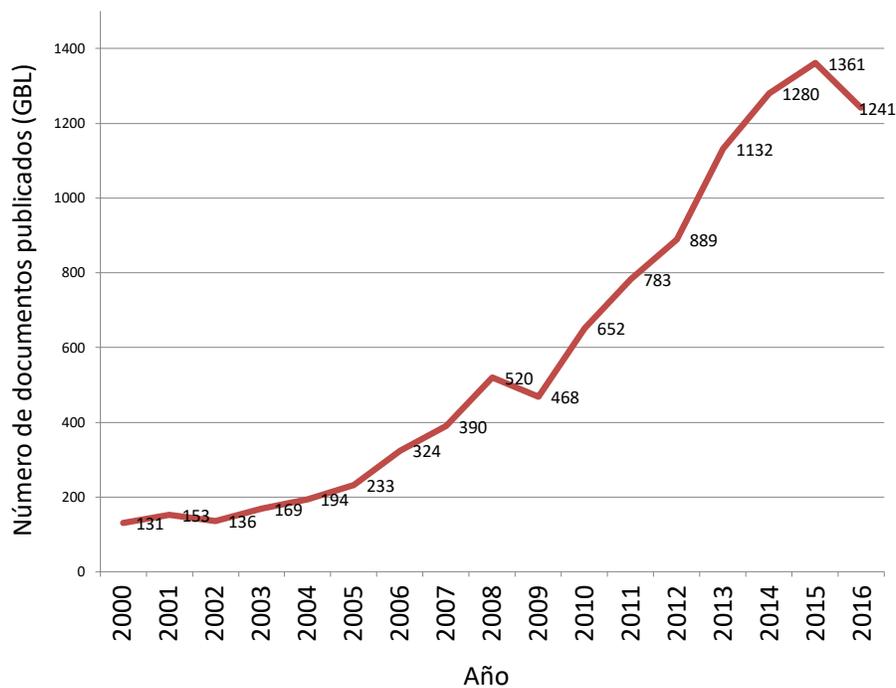


Figura 2. Número de documentos en la base de datos ProQuest por año bajo el término de búsqueda “game-based learning”

#### 4.2.2. Meta-análisis del aprendizaje basado en juegos y juegos serios/persuasivos

Se han realizado varios meta-análisis para conocer el estado del arte respecto a la efectividad del aprendizaje basado en juegos y de los juegos serios/persuasivos para generar cambios cognitivos, actitudinales y conductuales.

En general, a partir de los meta-análisis puede decirse que las evidencias de efectividad del aprendizaje basado en juegos para generar cambios cognitivos, actitudinales y conductuales han mejorado con el tiempo. Por ejemplo, en los meta-análisis realizados por O'Neil, Wainess, & Baker (2005), Clark, Yates, Early, & Moulton (2008) y Ke (2009) no se encontraron evidencias empíricas robustas que apoyaran un efecto positivo de los juegos sobre el aprendizaje, y en el mejor de los casos los resultados eran contrastantes de un estudio a otro.

Por el contrario, el estudio de Sitzmann (2011) mostró que, respecto al grupo de comparación, los aprendices que recibían la instrucción por medio de juegos de simulación tenían un mejoramiento en la auto-eficacia post-entrenamiento (> 20%), en el conocimiento declarativo (> 11%), en el conocimiento procedimental (> 14%) y en la retención (> 9%). No obstante, las características de los juegos de simulación y el contexto de la enseñanza afectaban la efectividad de los juegos. Asimismo, respecto al grupo de comparación, los aprendices aprendían más cuando los juegos de simulación transmitían el material del curso activamente en lugar de pasivamente, cuando ellos podían tener acceso al juego de simulación tantas veces como quisieran, y cuando el juego de simulación era un complemento a otros métodos de enseñanza y no era un método de enseñanza por sí solo.

Resultados similares se obtuvieron en el estudio de Wouters, van Nimwegen, van Oostendorp, & van der Spek (2013), donde en comparación con los métodos de instrucción convencionales, los juegos serios eran más efectivos en términos del aprendizaje y la retención, pero no eran más motivantes. Asimismo, análisis adicionales de los efectos sobre el aprendizaje mostraron que, en comparación con los que recibieron métodos de enseñanza convencionales, los jugadores de los juegos serios aprendían más cuando el juego se complementaba con otros métodos de enseñanza, cuando se realizaban múltiples sesiones de entrenamiento, y cuando los jugadores trabajaban en grupos.

Al año siguiente, All, Nuñez Castellar, & Looy (2014) analizaron las publicaciones de conferencias y revistas revisadas por pares entre 2000 y 2012 que evaluaran específicamente los resultados cognitivos del DGBL y que tuvieran un diseño pre-post con grupo de control, y solo encontraron 25 estudios que cumplían con estos requisitos. De estos, la mayoría incluía estudiantes en edad infantil, y el número promedio de participantes fue de 220; asimismo, la mayoría de veces la implementación del DGBL se dio en un contexto formal (en la escuela, durante el horario escolar). En cuanto al método de juego, el 24% jugaron de manera individual, el 4% de manera individual en competencia, el 24% de manera cooperativa y el 4% en una competencia cooperativa. Los juegos se utilizaron como intervención única en el 28% o se incluyeron en un programa más amplio en el 48%. El 40% de los estudios no reportó la presencia de un instructor, ya sea un docente o un investigador, mientras que el 56% sí contó con la presencia de uno. En cuanto a la implementación, el periodo promedio fue de 9 semanas, con un promedio del tiempo total de interacción con el juego de 12,4 horas.

En el mismo meta-análisis de All et al. (2014), aunque todos los estudios implementaron una metodología de investigación cuantitativa, el 32% la combinaron con una investigación cualitativa como observación, entrevistas y diarios. Asimismo, respecto a las mediciones para determinar la efectividad, el 28% no mencionó la similitud entre las evaluaciones pre- y post-juego, el 40% utilizó la misma evaluación, el 8% cambió la secuencia de las preguntas y el 8% utilizó una evaluación similar (es decir, otras preguntas del mismo tipo y con los mismos niveles de dificultad). En cuanto al análisis de datos, el 36% utilizó pruebas *t* pareadas para comparar los puntajes antes y después del juego.

Por su parte, Hainey et al. (2014) realizaron una revisión sistemática de la literatura publicada entre 2000 y 2013 sobre estudios empíricos de calidad que evaluaran la aplicación del GBL a nivel de la educación primaria (< 14 años). Una vez se aplicaron los criterios de inclusión, solo 29/68 estudios pasaron el umbral de calidad aceptado para la investigación. Respecto a su procedencia, ninguno de los estudios fue realizado en Sudamérica, y tal como podía esperarse de juegos que abordan la adquisición de conocimientos o cuando el resultado se relaciona con la comprensión de un contenido, la gran mayoría (28/29 artículos) de los estudios utilizó juegos específicamente diseñados

para aprender y no para entretener. Infortunadamente, este análisis no incluyó estudios con juegos de mesa. De los 29 artículos incluidos, todos utilizaron una metodología cuantitativa, y 12 utilizaron métodos mixtos. Típicamente, se utilizó una metodología cuantitativa para evaluar la efectividad de los juegos como método de aprendizaje, mientras que el método cualitativo se empleó para brindar evidencias adicionales respecto a la satisfacción con el diseño del juego, factibilidad del uso del juego o inmersión del jugador. Respecto a la metodología de los estudios, 25/29 utilizaron un diseño cuasi-experimental con un método pre-test/post-test. En general, los estudios reportaron efectos positivos de los juegos.

La búsqueda de publicaciones de otro meta-análisis más reciente realizado por Soekarjo & van Oostendorp (2015) arrojó 60 artículos publicados entre 1990 y 2014, cuyos temas incluyeron salud, sostenibilidad, comportamiento interpersonal, y competencias sociales o cívicas, entre otros. De los 60 artículos, solo 15 tuvieron una investigación empírica de su efectividad, y de estos, seis (6/15) evaluaron de manera directa un cambio en la actitud, nueve (9/15) evaluaron un cambio en los conocimientos, y cuatro (4/15) evaluaron un cambio en la conducta. Respecto a los resultados sobre un cambio actitudinal, en la mayoría de los estudios se encontró una actitud más favorable frente al tema de interés después de jugar, aunque no se observó una tendencia clara a que tal cambio se mantuviera a largo plazo. En la mayoría de estudios que evaluaban los efectos del juego sobre los conocimientos se observó un aumento, el cual alcanzó una significancia estadística en cinco de ellos; no obstante, de los cuatro estudios con una medición de seguimiento además de las mediciones pre-test y post-test, ninguno encontró que el aumento en los conocimientos perdurara a largo plazo. La conclusión fue que aún son escasas las investigaciones empíricas sobre la efectividad de los juegos persuasivos para generar cambios actitudinales.

Como puede verse en los meta-análisis anteriores, existe una tendencia marcada a evaluar únicamente las evidencias de estudios empíricos experimentales/cuasi-experimentales con diseños pre/post. De hecho, en un meta-análisis reciente realizado por Boyle et al. (2016) se hizo una búsqueda sistemática en bases de datos donde se eligieron los estudios con evidencias empíricas en relación con los impactos y resultados de los juegos, publicados entre marzo de 2009 y febrero de 2014, con resumen y con participantes mayores de 14

años. Con estos cuatro criterios de inclusión se encontraron 512 artículos, y de estos se escogieron 142 con la mayor calificación de calidad. Todos los artículos mencionaron juegos digitales, y solo uno estuvo relacionado con un juego de mesa, el cual fue realizado por Speelman, García-Barrios, Groot, & Tittonell (2014). Respecto a los temas de los juegos, los de ciencias, tecnología, ingeniería y matemáticas fueron los más populares, de los cuales 12 fueron sobre ciencias. Asimismo, la mayoría de los estudios (78) examinaron el impacto de jugar el juego, y en cuanto al lugar donde se realizaron, el menor número se hicieron en Sudamérica (5) y Australasia (5). Respecto al diseño del estudio, el más popular fue el cuasi-experimental (72/143), que aunque se considera menos riguroso que el diseño aleatorizado y controlado, por motivos pragmáticos es frecuente que los participantes no puedan asignarse de manera aleatoria a diferentes grupos por encontrarse en un contexto de toda la clase. Los resultados observados con mayor frecuencia fueron la adquisición de conocimientos, seguida por un cambio perceptual y cognitivo, afectivo y conductual. En este sentido, se encontraron diferentes evidencias de que la competencia en el juego hace que el desempeño sea más efectivo; sin embargo, otro estudio encontró que los juegos con una meta cooperativa conducían a una mayor motivación que los que tenían una meta competitiva.

Por último, en una revisión reciente de la literatura en busca de evidencias del papel del aprendizaje basado en juegos en el desarrollo de habilidades del siglo XXI, Qian & Clark (2016) determinaron que aún no existe un consenso respecto al efecto positivo del aprendizaje basado en juegos; por ejemplo, algunos estudios señalan que el aprendizaje basado en juegos puede ser superior a la enseñanza tradicional en clase, mientras que otros no encontraron evidencias robustas que apoyaran la asociación entre el GBL y los logros académicos altos o el desarrollo psicológico. Asimismo, poco se sabe de cómo el GBL puede influenciar en los estudiantes el desarrollo de habilidades del siglo XXI, las cuales incluyen un amplio rango como las habilidades de aprendizaje e innovación (por ejemplo, pensamiento crítico, creatividad, colaboración y comunicación) y las habilidades de tecnología, información y medios. En los 137 estudios que cumplieron con los criterios de inclusión, los resultados más frecuentes fueron conductas y actitudes (42%) y adquisición de conocimientos (38%). Los juegos utilizados con mayor frecuencia fueron educativos (por ejemplo, juegos serios, simulaciones, educativos) (50%) y una proporción

relativamente pequeña de los estudios emplearon juegos de entretenimiento (15%). Respecto a las edades de los participantes, el 54% abordó los efectos del GBL en estudiantes de escuelas elementales (5-11 años), medias (12-14 años) o superiores (15-18 años). La conclusión del estudio fue que existen motivos para ser optimistas respecto al potencial de utilizar el aprendizaje basado en juegos para promover el desarrollo de habilidades del siglo XXI.

#### 4.2.3. El aprendizaje basado en juegos sobre biodiversidad

Para conocer los estudios específicamente relacionados con la aplicación del aprendizaje basado en juegos en temas de biodiversidad se llevó a cabo una búsqueda en las bases de datos ProQuest, Scopus y ScienceDirect de los documentos en inglés publicados entre enero de 2010 y enero de 2017 bajo los términos de búsqueda en su título “game based learning AND biodiversity”, o “biodiversity AND games” (Tabla 2).

Tabla 2. Resultados de la búsqueda en bases de datos de documentos publicados en inglés entre 2010 y 2017 sobre el aprendizaje basado en juegos aplicado a la biodiversidad

<b>ProQuest</b>	<b>Scopus</b>	<b>ScienceDirect</b>
19 doc. 1/19 relacionados (Sandbrook, Adams, & Monteferri, 2015)	19 doc. 3/19 relacionados (Sandbrook et al., 2015) (Briot et al., 2011) (Hartig, Horn, & Drechsler, 2010)	5 doc. 2/5 relacionados (Hartig et al., 2010) (Speelman et al., 2014)

De esta búsqueda en bases de datos se encontraron cuatro estudios diferentes. El primero de ellos, el artículo de Sandbrook et al. (2015), menciona que muchos juegos digitales incluyen un escenario natural de fondo, y algunos incluso tienen una relación evidente entre la dinámica del juego y la conservación; de hecho, los juegos con una relación explícita con la conservación son cada vez más populares. Por otra parte, los autores consideran que los juegos pueden contribuir con la conservación a través de tres mecanismos principales: educación y cambio conductual, recaudación de fondos, y promoción de la investigación, monitoreo y planeación.

El segundo estudio, realizado por Briot et al. (2011), describe la experiencia de los autores en el diseño de un juego serio cuyo objetivo era apoyar el manejo participativo intercultural de áreas protegidas para promover la conservación de la biodiversidad y la inclusión social. En dicho juego digital los jugadores asumen diferentes roles, como el ambientalista, el operador de turismo, la comunidad tradicional, etcétera, de tal manera que entiendan colectivamente las dinámicas del conflicto y exploren estrategias de negociación para el manejo de las áreas protegidas.

El tercer estudio, realizado por Hartig et al. (2010), es sobre EcoTRADE, un juego en red para varios jugadores donde existe un mercado virtual de créditos de biodiversidad. En este juego cada jugador controla el uso de la tierra de una determinada cantidad de parcelas que se ubican en un paisaje virtual. Los créditos de biodiversidad de una parcela particular dependen de las parcelas de los vecinos, las cuales pueden pertenecer a otros jugadores.

El cuarto estudio, realizado por Speelman et al. (2014), analiza el efecto de un juego de mesa después de cuatro sesiones piloto en una comunidad de la zona de transición de una Reserva del Hombre y la Biosfera en Chiapas, México. Pudo observarse que las sesiones de juego generaban una discusión abierta y activa entre los participantes. Los autores concluyen que este juego de mesa (RESORTES) es un ejemplo de una herramienta que puede estimular la participación en el proceso de planeación sobre el uso de la tierra y el paisaje, lo cual sería el primer paso hacia la adopción de paisajes agrícolas más sostenibles.

Otro estudio no indexado en estas bases de datos, el cual fue realizado por Schaal, Schaal, & Lude (2015), trata sobre un geojuego digital (similar a Pokemon Go) cuyo objetivo es crear experiencias sensoriales y una apreciación de la biodiversidad con el uso de la tecnología móvil. El análisis de datos de la prueba piloto del software reveló un aumento del conocimiento relacionado con la biodiversidad.

Una búsqueda en portugués en scholar.google de los términos “jogo biodiversidade” arrojó más de 20.000 resultados, y una búsqueda más refinada bajo el término “quasi-experimental” solo arrojó 14 resultados, ninguno de los cuales correspondía a estudios cuasi-experimentales/experimentales que evaluaran juegos de biodiversidad. Con un muestreo de los documentos encontrados en la primera búsqueda pudo observarse que la

mayoría correspondían a estudios cualitativos o reportes anecdóticos de experiencias con juegos para la enseñanza de temas relacionados con la biodiversidad. Por ejemplo, el estudio de Patriarcha-Gracioli, Zanon, & Robson de Souza (2008) evaluó cualitativamente un juego de mesa como instrumento motivador del aprendizaje y facilitador de conceptos biológicos, el estudio de Martins, Angelo, & Torres de Oliveira (2013) evaluó cualitativamente cuatro juegos de biodiversidad respecto a su potencial y algunas posibles restricciones para construir prácticas educativas desde una perspectiva de educación ambiental crítica, el estudio de Palácio & Rodrigues Lisbôa Mendes (2014) analizó los juegos cooperativos sobre ecología y biodiversidad diseñados por licenciados de una facultad de formación de docentes, y el estudio de Reis Canto & Zacarias (2009) analizó la funcionalidad de un juego de cartas llamado “Super Trunfo” como herramienta de aprendizaje para la educación sobre los biomas brasileiros, cuyos resultados incluyeron un efecto positivo del juego como medio de facilitar los procesos de enseñanza-aprendizaje sobre los biomas terrestres.

Por otra parte, la búsqueda de tesis en portugués relacionadas con juegos (termino de búsqueda “jogo”) en la base de datos EArte solo encontró 8 documentos, y ninguno estaba relacionado con la biodiversidad o la fauna.

Para terminar, una búsqueda en español en la base de datos Dialnet con los términos “aprendizaje basado en juegos” y “juegos de biodiversidad” arrojó 512 documentos, ninguno de los cuales estuvo relacionado con la aplicación de juegos relacionados con la biodiversidad o la fauna.

## **5. METODOLOGIA**

### **5.1. Tipo de investigación**

La presente es una investigación cuasi-experimental, con un diseño pre-test/post-test (Manterola & Otzen, 2015, p. 383).

### **5.2. Perspectiva epistemológica**

La perspectiva epistemológica de la presente investigación es el realismo, ya que concibe que las técnicas cuantitativas de investigación son herramientas importantes para describir la realidad, aunque no pueden explicarla del todo (Hueso & Cascant, 2012, p. 2). No obstante, de acuerdo con Marquez (2013), prevalecería una perspectiva epistemológica objetivista (p. 13).

### **5.3. Fases del proyecto**

La presente investigación comprende tres fases (Fig. 3).

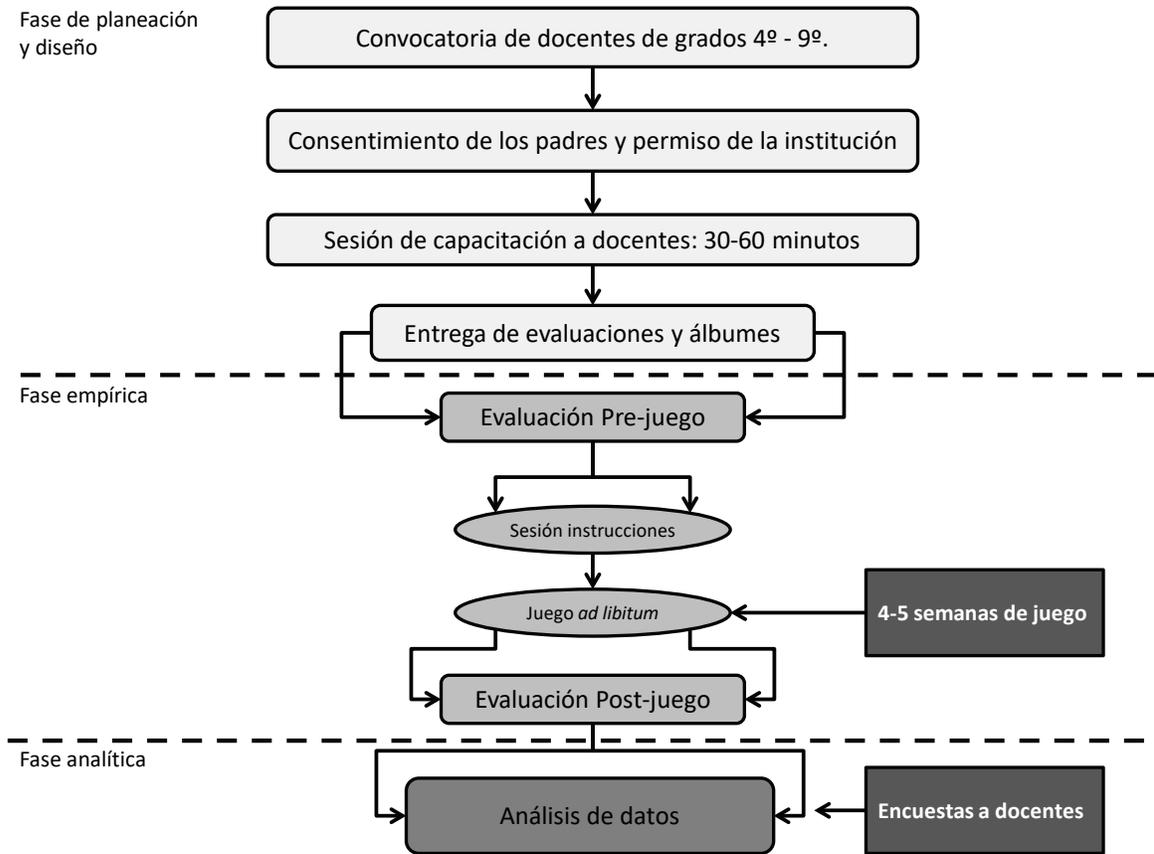


Figura 3. Diagrama de flujo de la investigación

### 5.3.1. Fase de planeación y diseño

Convocatoria de docentes de grados 4° a 9°	<p>En una sesión de 30-60 minutos se convocó a los estudiantes de 2° y 3° semestre de la Maestría en Educación Ambiental para participar en un estudio cuyo objetivo sería evaluar el efecto de un juego sobre diferentes aspectos del conocimiento y el afecto frente a la fauna nativa de Colombia.</p> <p>Para participar, los docentes interesados debían expresar por escrito su deseo de participar, tener a su cargo alguna asignatura en un grupo de estudiantes de los grados 4° a 9°, y obtener el consentimiento informado de los padres y el permiso de la institución para realizar la investigación.</p>
Consentimiento de los padres y permiso de la institución	<p>Los docentes que cumplieron con los dos primeros requisitos para participar recibieron formatos de consentimiento informado para los padres de los alumnos participantes y un formato de permiso para el rector del plantel.</p>
Sesión de capacitación a docentes	<p>En la sesión de capacitación de 30-60 minutos los docentes formaron grupos de seis jugadores y recibieron instrucciones sobre la dinámica del juego y su uso en ambientes educativos.</p>
Entrega de evaluaciones y álbumes	<p>Los docentes que entregaron firmados los consentimientos informados de los padres y el permiso de la rectoría recibieron las evaluaciones (pre-juego) y los álbumes de fotografías de animales acompañantes de las evaluaciones.</p>

### 5.3.2. Fase empírica

Evaluación pre-juego	<p>La evaluación pre-juego debía aplicarse a todos los estudiantes participantes (con un consentimiento informado firmado), quienes debían contestar las preguntas en referencia con el álbum de fotografías de animales.</p>
----------------------	---

Sesión de instrucciones	Después de contestar la evaluación pre-juego, en la sesión de instrucciones (primera sesión de juego) se formaron grupos de seis estudiantes, se indicaron las reglas del juego, se respondieron las preguntas, y se inició la actividad lúdica, la cual duró ~1 hora y permitió que los estudiantes aclararan cualquier duda.
Juego <i>ad libitum</i>	Después de la sesión de introducción del juego se indicó a los estudiantes que los juegos estarían a su disposición durante el descanso, y que podían jugar todo lo que quisieran ( <i>ad libitum</i> ), con la única condición de cuidar de ellos. Los juegos debían ser almacenados una vez terminado el descanso. Estas sesiones de juego <i>ad libitum</i> durante los descansos duraron 4 semanas.
Evaluación post-juego	Después de las sesiones <i>ad libitum</i> se aplicó el cuestionario post-juego, donde los estudiantes debían responder algunas preguntas sobre sus conocimientos y preferencias en relación con el juego, el álbum y los animales de Colombia.

### 5.3.3. Fase analítica

Encuesta a docentes	Al entregar las evaluaciones post juego, los docentes debían completar una encuesta con sus opiniones y experiencias relacionadas con los juegos y el estudio.
Análisis de datos	La información de las evaluaciones será tabulada, y estos datos servirán para calcular estadísticas descriptivas. Además, las posibles diferencias en el conocimiento y el afecto entre las poblaciones rural y urbana, al igual que antes y después del juego, se analizarán con pruebas estadísticas comparativas.  Por último, los datos de las encuestas serán tabulados y analizados con estadísticas descriptivas

## 5.4. Población

El estudio incluyó 291 estudiantes de 4° a 9° grado pertenecientes a colegios públicos rurales (n=143) y urbanos (n=148) (Tabla 3).

Tabla 3. Datos demográficos de la población del estudio por colegio.

Colegios rurales (n=143) (Edad promedio 12,4)						
Colegio	Novilleros	Tausa	Tocancipá	Pasuncha	La Mesa	
n	21	15	40	14	53	
Edad promedio	13,1	9,9	12,9	10,3	13,1	
Rango de edad	11-17	8-12	12-14	8-14	11-18	
Colegios urbanos (n=148) (Edad promedio 11,8)						
Colegio	Yomasa	Chuniza	Compartir	Tibabuyes	Marc. Fidel	V. Progreso
n	29	21	42	22	22	12
Edad promedio	13,9	11,8	10,5	11,4	10,6	14,5
Rango de edad	13-17	11-15	8-13	10-14	9-13	13-17

## 5.5. Instrumentos

### 5.5.1. Juego de cartas

Se eligió un juego de cartas por ser un recurso conocido en la educación, cuyo uso para mejorar el aprendizaje se ha estudiado ampliamente (Turkay, Adinolf, & Tirthali, 2012, p. 3702). De hecho, Eco-Link ([www.biokingdom.com.co](http://www.biokingdom.com.co)) es un juego que utiliza información científica y taxonómica para simular las posibles relaciones tróficas de diferentes grupos de animales (insectos, arácnidos, anfibios, reptiles, aves y mamíferos). Cada carta contiene la fotografía de un animal, el nombre científico, el nombre común en inglés y español, y un octágono con información del tamaño en centímetros y la dieta del animal. Los ecosistemas y los animales representados en las cartas se encuentran en Colombia, con algunas especies endémicas.

Se espera que la mecánica del juego (Fig. 4) no solo despierte la tendencia innata del humano por enfocarse en la vida y en los procesos de vida, tal como propone la hipótesis de biofilia de Edward O. Wilson (A. Johnson, 1994, p. 363), sino también la gran capacidad que tienen los niños de aprender sobre las criaturas, artificiales o naturales, como puede evidenciarse por el hecho de que niños de 8 años fueron capaces de identificar casi el 80% de una muestra extraída de 150 especies “artificiales” de Pokémon (Balmford et al., 2002, p.1). Asimismo, se espera que la visualización de los animales durante el juego lleve a una identificación en la naturaleza, la cual es muy similar a la identificación a partir de fotografías (Palmberg et al., 2015, p. 563).

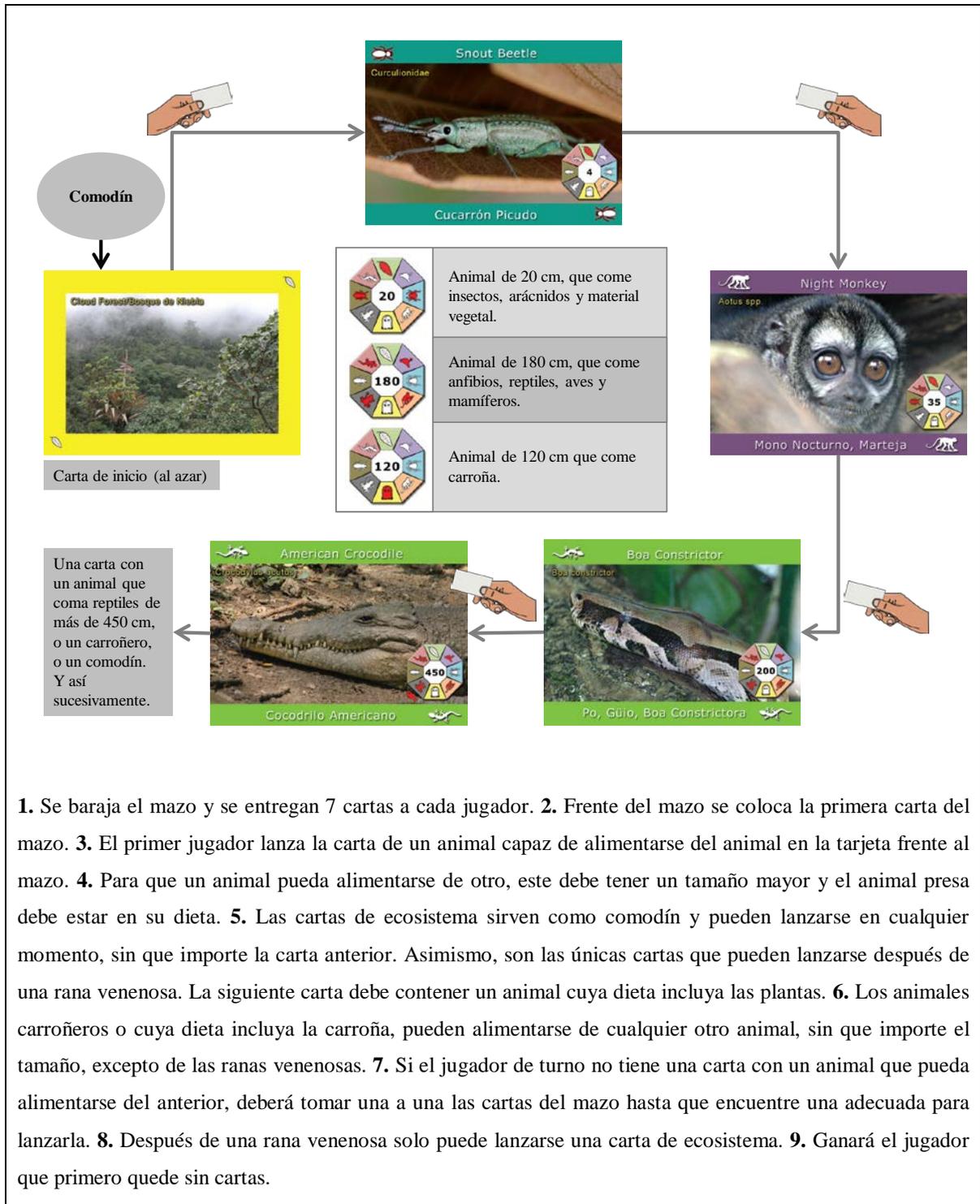


Figura 4. Dinámica del juego

### 5.5.2. Álbum de animales

Se diseñó un álbum con 72 fotografías numeradas, el cual incluyó especies de insectos, arácnidos, anfibios, reptiles, aves y mamíferos, al igual que algunos animales carismáticos de Colombia y de otros países (Anexo 1). Las fotografías del álbum se relacionan con las preguntas en las evaluaciones pre-juego y post-juego.

### 5.5.3. Evaluaciones

- Evaluación pre-juego: En este cuestionario se incluyeron preguntas para establecer un diagnóstico inicial y preguntas para evaluar los posibles cambios en el conocimiento y afecto frente a la fauna nativa de Colombia (Anexo 2).
- Evaluación post-juego: En este cuestionario se cambió el orden de las preguntas de contraste, se eliminaron las preguntas para establecer un diagnóstico inicial, y se incluyeron nuevas preguntas respecto al grado de aceptación, efecto y tiempo de juego (Anexo 3).

### 5.5.4. Encuesta

En este formato los investigadores responsables de cada institución participante en el estudio incluyeron sus observaciones, opiniones y experiencias respecto a las ventajas/desventajas y fortalezas/debilidades de la aplicación de los juegos en el escenario escolar (Anexo 4).

## **6. RESULTADOS**

### **6.1. Elección de cinco animales favoritos del álbum**

En la evaluación pre-juego los estudiantes de colegios rurales y urbanos escogieron los mismos cinco animales favoritos del álbum, y en general el 60% de los estudiantes incluyeron al jaguar dentro de sus cinco animales favoritos del álbum, y este ocupó el primer lugar seguido por el panda (57%), el tigre (50%), el águila calva (44%) y la guacamaya (27%) (Tabla 4). En este sentido cabe destacar que solo dos animales nativos estuvieron dentro de los cinco animales favoritos del álbum. Asimismo, aunque los animales nativos (61/72) obtuvieron el 55% de los votos (784/1430) votos, la proporción de

votos por animal fue muy baja (13 votos por animal) en comparación con los animales no nativos (59 votos por animal).

Tabla 4. Cinco animales favoritos presentes en el álbum, por colegio y en general, pre-juego y post-juego.

Evaluación pre-juego					
Colegios rurales		Colegios urbanos		General	
Animal	%	Animal	%	Animal	%
Jaguar* <sup>c</sup>	59%	Jaguar	61%	Jaguar	60%
Panda <sup>‡</sup>	56%	Panda	59%	Panda	57%
Tigre <sup>†</sup>	47%	Tigre	53%	Tigre	50%
Águila calva <sup>§</sup>	42%	Águila calva	46%	Águila calva	44%
Guacamaya <sup>¶c</sup>	32%	Guacamaya/Tigrillo <sup>‡c</sup>	22%	Guacamaya	27%
Evaluación post-juego					
Colegios rurales		Colegios urbanos		General	
Animal	%	Animal	%	Animal	%
Jaguar	55%	Jaguar	57%	Jaguar	56%
Panda	50%	Panda	51%	Panda	51%
Tigre	48%	Tigre	43%	Tigre	46%
Águila Calva	41%	Águila Calva	36%	Águila Calva	38%
León/Guacamaya	27%	León	24%	León <sup>*</sup>	25%
* <i>Panthera onca</i>			§ <i>Haliaeetus leucocephalus</i>		
‡ <i>Ailuropoda melanoleuca</i>			¶ <i>Ara ararauna</i>		
† <i>Panthera tigris</i>			↓ <i>Leopardus pardalis</i>		
<sup>c</sup> Registrado en Colombia			* <i>Pantera leo</i>		

## 6.2. Identificación de los animales del álbum que no son de Colombia

La media general (urbanos + rurales) del puntaje de acierto en la identificación de los animales no nativos presentes en el álbum fue de  $0,35 \pm 0,23$  pre-juego y de  $0,41 \pm 0,23$  post-juego. Cuando se comparó la media general del puntaje de aciertos en la identificación de los animales no nativos presentes en el álbum pre-juego versus post-juego se encontró una diferencia estadísticamente significativa (prueba t para urbanos + rurales:  $t = -4,74$ ;

$p < 0,01$ ). Por su parte, en los colegios rurales la media del puntaje de aciertos en la identificación de los animales no nativos presentes en el álbum fue de  $0,36 \pm 0,22$  pre-juego y de  $0,40 \pm 0,24$  post-juego, y en los colegios urbanos fue de  $0,34 \pm 0,23$  pre-juego y de  $0,41 \pm 0,23$  post-juego. Asimismo, cuando se comparó la media del puntaje de aciertos en la identificación de los animales no nativos presentes en el álbum pre-juego versus post-juego en los colegios urbanos y rurales por separado se encontraron diferencias estadísticamente significativas (prueba t para rurales pre-juego vs. post-juego:  $t = -2,48$ ,  $p < 0,05$  | prueba t para urbanos pre-juego vs. post-juego:  $t = -4,066$ ,  $p < 0,01$ ) (Figura 5).

Al comparar los puntajes de acierto pre-juego vs. post-juego por colegio solo se encontró una diferencia estadísticamente significativa en la mediana del puntaje de acierto en la identificación de los animales no nativos pre-juego vs. post-juego en el colegio Bogotá-Tibabuyes (Wilcoxon:  $Z = -3,2953$ ,  $p < 0,01$ ).

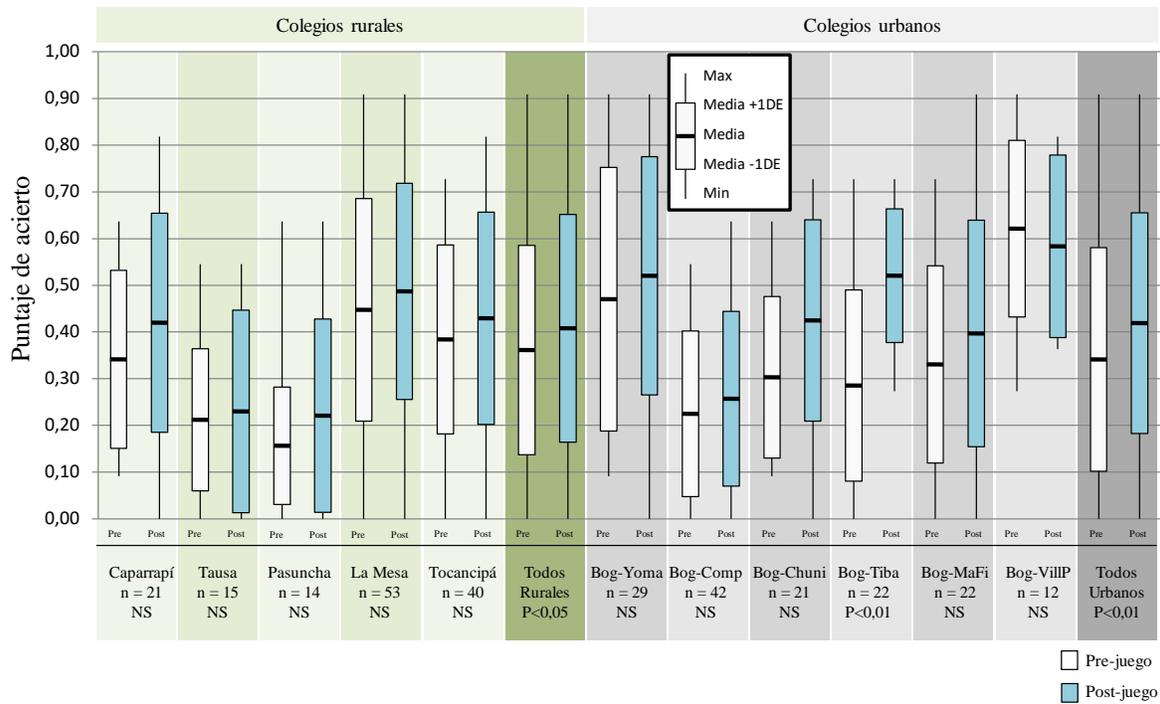


Figura 5. Puntaje de acierto en la identificación de los animales no nativos presentes en el álbum, pre- y post-juego, por colegio.

Los cinco animales que tuvieron mayor dificultad en ser identificados acertadamente como no nativos fueron el equidna, el águila calva, el tigre, el león y el koala, cuyo porcentaje de acierto más alto solo alcanzó el 31% post-juego en el caso del koala. Por otra parte, cabe destacar que el porcentaje de acierto más alto pre-juego fue del 57% para el pingüino y post-juego fue del 65% para el camello. En general, la identificación de los animales no nativos mejoró post-juego versus pre-juego, excepto en el caso del pingüino (Figura 6).

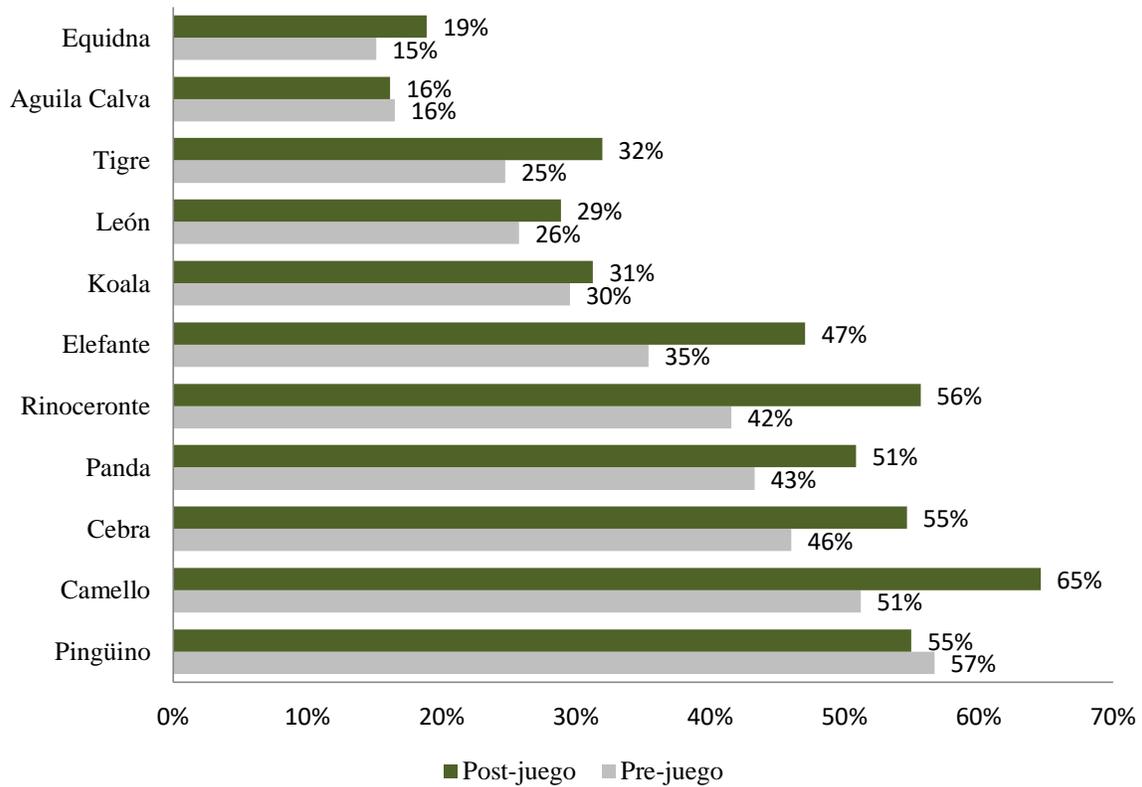


Figura 6. Porcentaje de acierto en la identificación de cada una de los animales no nativos presentes en el álbum.

Respecto a la identificación errónea de especies nativas dentro de la fauna no nativa, se encontró que los animales nativos que con mayor frecuencia fueron considerados erróneamente como no nativos tanto pre-juego como post-juego fueron la araña cangrejo, la machaca, la pava hedionda y el venado cola blanca (Tabla 5).

Tabla 5. Los cinco animales nativos que con mayor frecuencia fueron identificados erróneamente como no nativos, pre-juego y post-juego.

Pre-juego		Post-juego	
Animal	%	Animal	%
Araña cangrejo ( <i>Thomisidae</i> )	62%	Araña cangrejo	47%
Machaca ( <i>Fulgora sp.</i> )	59%	Machaca	42%
Pava hedionda ( <i>Opisthocomus hoazin</i> )	37%	Pava hedionda	34%
Venado cola blanca ( <i>Odocoileus virginianus goudotii</i> )	35%	Yaguarundí ( <i>Puma yagouarundi</i> )	30%
Gorgojo ( <i>Curculionidae</i> )	26%	Venado cola blanca	30%

### 6.3. Conocimiento de la fauna nativa de Colombia

En los colegios rurales la media del número de animales nombrados por estudiante fue de  $11,27 \pm 4,49$  pre-juego y de  $12,87 \pm 6,60$  post-juego, y en los colegios urbanos fue de  $7,91 \pm 3,9$  pre-juego y de  $9,99 \pm 6,04$  post-juego. Se encontró una diferencia estadísticamente significativa en la media del número de animales nombrados por estudiante de los colegios rurales vs. urbanos, tanto pre-juego como post-juego (prueba t para pre-juego rurales vs. urbanos:  $t = 6,42$ ;  $p < 0,01$  | prueba t para post-juego rurales vs. urbanos:  $t = 3,88$ ;  $p < 0,01$ ). También se encontró una diferencia estadísticamente significativa en la media del número de animales nombrados por estudiante pre-juego vs. post-juego, tanto en los colegios rurales como urbanos (prueba t para rurales pre- vs. post-juego:  $t = 3,01$ ,  $p < 0,01$  | prueba t para urbanos pre- vs. post-juego:  $t = 4,70$ ,  $p < 0,01$ ) (Figura 7).

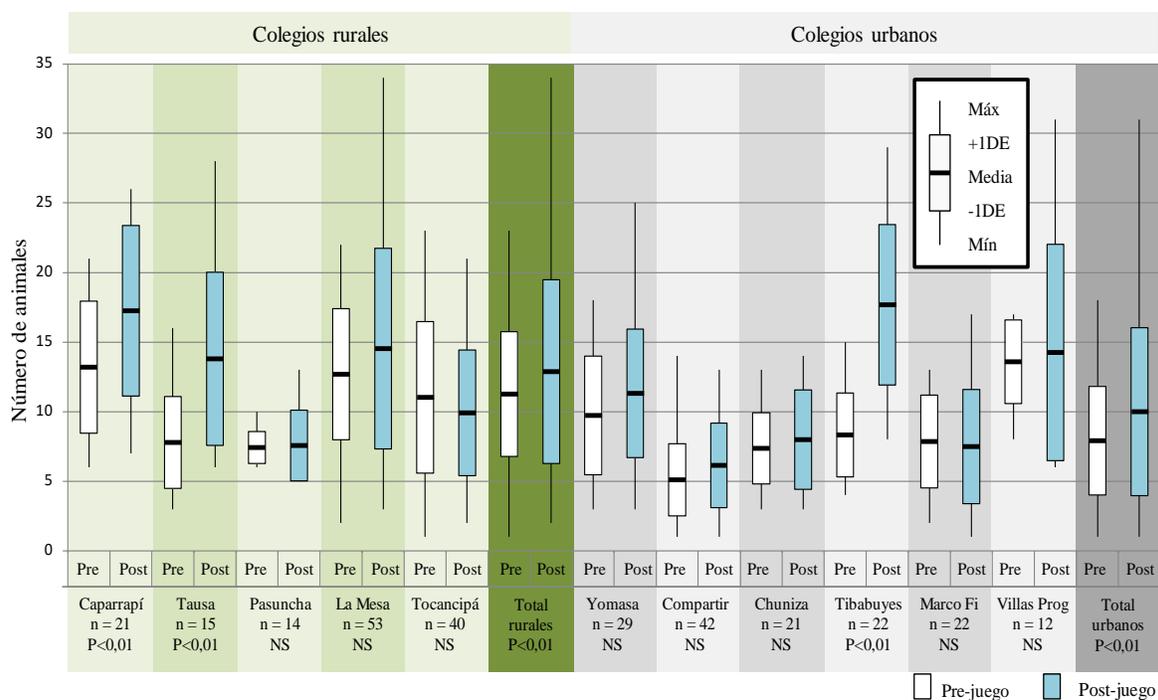


Figura 7. Número de animales nombrados por cada estudiante en la evaluación pre- y post-juego, por colegio.

Por colegio, se encontró una diferencia estadísticamente significativa en la mediana del número de animales nombrados por estudiante pre- vs. post-juego en dos colegios rurales (Wilcoxon: Caparrapí,  $Z = -2,70$ ,  $p < 0,01$  | Tausa,  $W = 2$ ,  $p < 0,01$ ) y en uno urbano (Wilcoxon: Tibabuyes,  $Z = -4,10$ ,  $p < 0,01$ ). La media de la diferencia en el número de animales pre- y post-juego por estudiante en los colegios rurales fue de  $1,60 \pm 6,35$  y en los urbanos fue de  $2,08 \pm 5,40$ .

Respecto a la diversidad de animales nativos, en los colegios rurales se nombraron 88 pre- y 131 animales post-juego, mientras que en los urbanos se nombraron 87 pre- y 129 post-juego. La diversidad total de animales nativos fue de 181, con una alta coincidencia en los animales nombrados por los estudiantes de colegios rurales y urbanos (Figura 8A).

El 85% pre- y el 87% post-juego de los estudiantes en los colegios rurales, y el 87% pre- y el 67% post-juego de los estudiantes de colegios urbanos incluyeron de manera errónea

especies no nativas en la fauna nativa. Los animales que con mayor frecuencia se consideraron como nativos fueron especies domésticas o carismáticas de otros países. En los colegios rurales y urbanos se observó una proporción similar de especies no nativas en la fauna nativa, la cual disminuyó de ~1:2 pre-juego a ~1:3 post-juego (Figura 8B).

Cuando los animales nombrados por cada estudiante se agruparon taxonómicamente, se encontró un patrón taxonómico similar pre-juego (1% - 17% - 82%) y post-juego (1% - 18% - 81%). En ambos casos, el 1% restante incluyó grupos como peces, moluscos, crustáceos, etc. (Figura 8C). Cuando se compararon los colegios rurales y urbanos para las diferencias entre los puntajes pre- vs. post-juego por estudiante, el aumento en el número de animales después de la actividad lúdica no fue estadísticamente diferente.

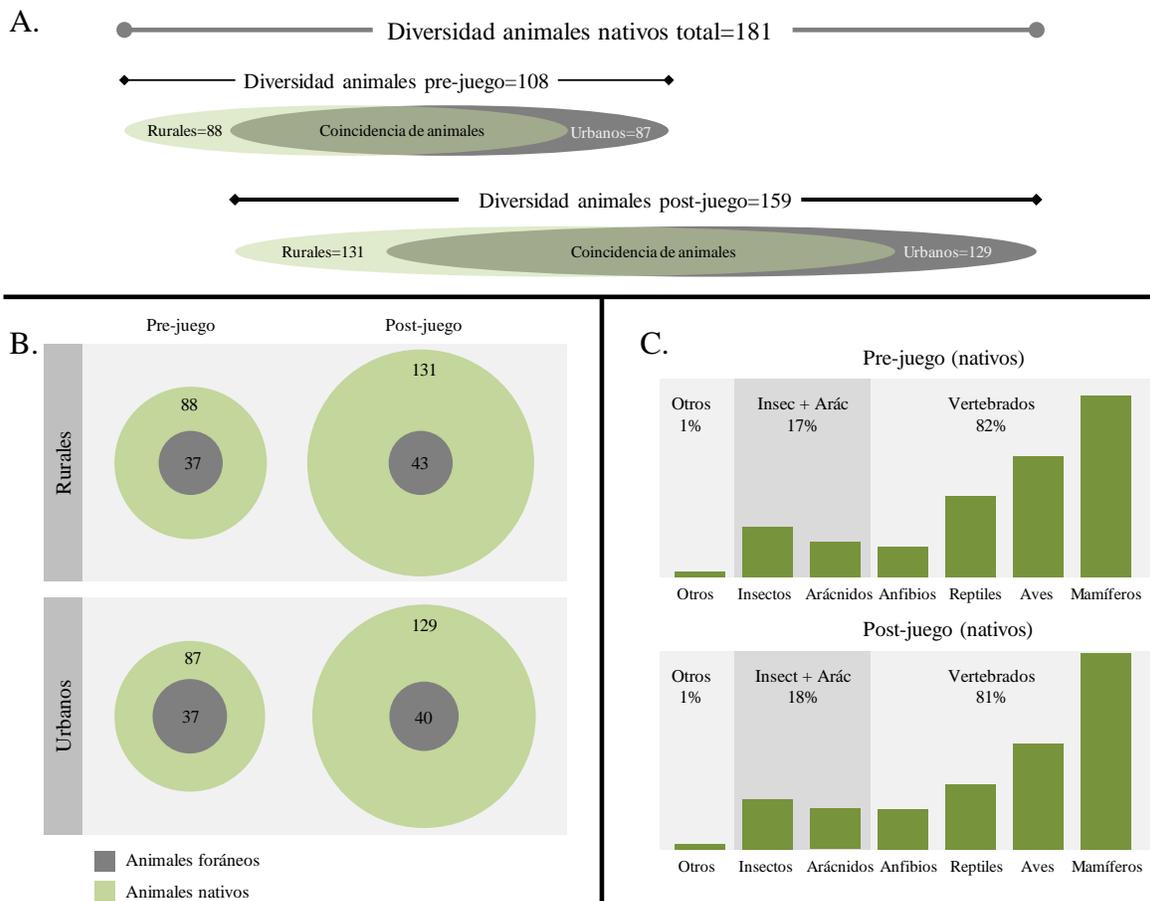


Figura 8. A. Diversidad de animales nombrados, pre- y post-juego, por colegios. B. Proporción de animales foráneos vs. nativos, pre- y post-juego. C. Proporción de animales agrupados taxonómicamente.

#### 6.4. Conceptualización de las relaciones tróficas

En la evaluación pre-juego, cuando se combinaron los colegios rurales y urbanos, se obtuvieron porcentajes de votación similares para las relaciones tróficas comprendidas como una pirámide (51%) o como una red (47%). Sin embargo, en los colegio rurales la pirámide obtuvo un mayor porcentaje de votación (62%) que la red (36%); por su parte, en los colegios urbanos se dio el caso contrario (pirámide 40% versus red 58%). Aunque en la evaluación post-juego con los dos colegios combinados la red obtuvo un mayor porcentaje

de votación que la pirámide (50% vs. 48%), el patrón observado en la evaluación post-juego para los colegios rurales y urbanos por separado no cambió respecto a la evaluación pre-juego, es decir, en los colegios rurales ganó la pirámide (pre-juego 62% y post-juego 59%) y en los urbanos ganó la red (pre-juego 58% y post-juego 61%) (Figura 9).

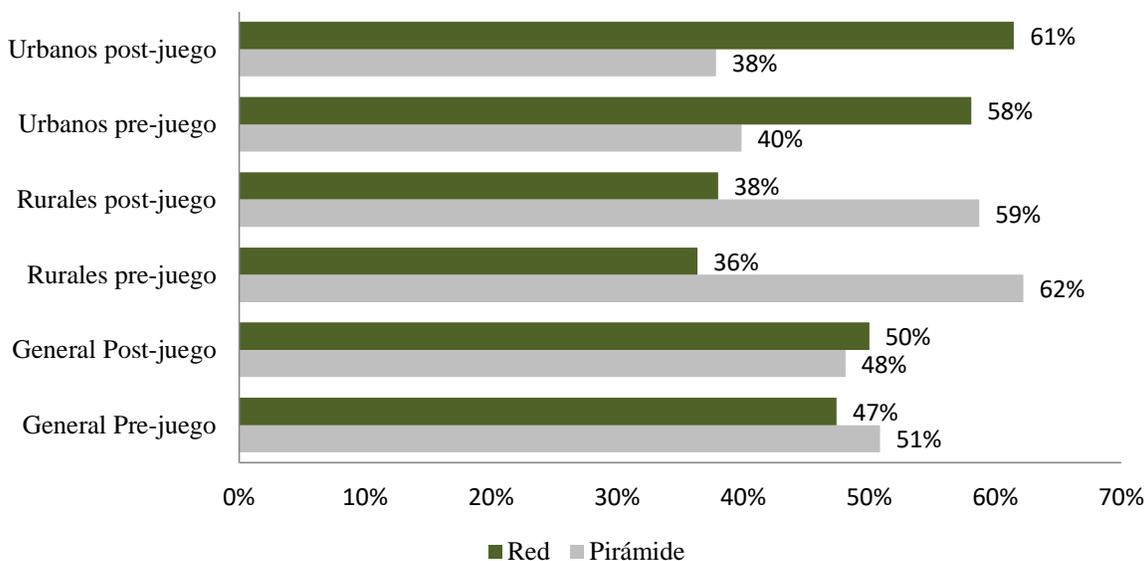


Figura 9. Proporción en que los estudiantes consideraron que las relaciones tróficas semejabán una red o una pirámide.

### 6.5. Animales que salvaría de la fauna nativa vs. no nativa

No se observaron cambios en el patrón de preferencia por los animales nativos en la evaluación pre-juego versus post-juego de los colegios rurales (pre-juego: uno > dos > ninguno > tres vs. post-juego: uno > dos > ninguno > tres), urbanos (pre-juego: uno > ninguno > dos > tres vs. post-juego: uno > ninguno > dos > tres), o en general (pre-juego: uno > ninguno > dos > tres vs. post-juego: uno > ninguno > dos > tres). Sin embargo, en comparación con los colegios urbanos, los rurales tuvieron un mayor porcentaje de preferencia por tres animales nativos pre-juego (2% vs. 6%) y por dos animales nativos pre-juego y post-juego (18% y 15% vs. 29% y 24%). Respecto al porcentaje de alumnos que

eligieron tres animales nativos, se observó un aumento de dos a cinco veces en la evaluación pre-juego versus post-juego en los colegios rurales (6% vs. 11%), urbanos (2% vs. 11%), y en general (4% vs. 11%); no obstante, el porcentaje de estudiantes que no escogieron animales nativos siempre fue superior al porcentaje de los que escogieron tres animales nativos (Figura 10).

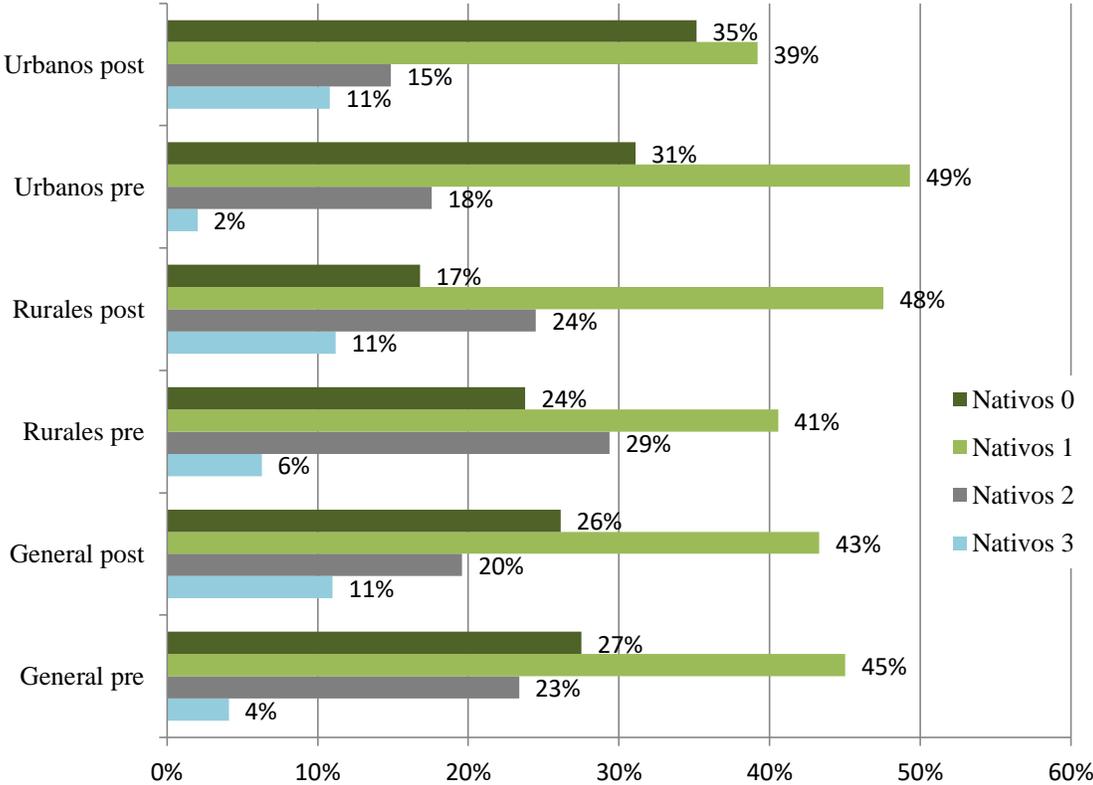


Figura 10. Porcentajes de votación por número de animales nativos y no nativos propuestos en la pregunta, pre- y post-juego, por colegios y en general.

En cuanto a los animales elegidos para ser salvados, el panda tuvo los mayores porcentajes de votación en los colegios urbanos, rurales, y en general, tanto en las evaluaciones pre-juego como post-juego. Respecto a lo ocurrido en los colegios urbanos, los únicos animales nativos dentro de los cinco más votados pre-juego fueron el oso de anteojos en el tercer

puesto y el jaguar en el quinto puesto. Sin embargo, en la evaluación post-juego de los colegios urbanos el único animal nativo fue el oso de anteojos (tercer puesto). En los colegio rurales dos animales nativos estuvieron dentro de los cinco más votados, el oso de anteojos (tercer puesto pre-juego y segundo puesto post-juego) y el cóndor (segundo puesto pre-juego y cuarto puesto post-juego). En general, dos animales nativos estuvieron dentro de los cinco más votados, el oso de anteojos (segundo puesto pre-juego y post-juego) y el cóndor (cuarto puesto pre-juego y post-juego (Figura 11).

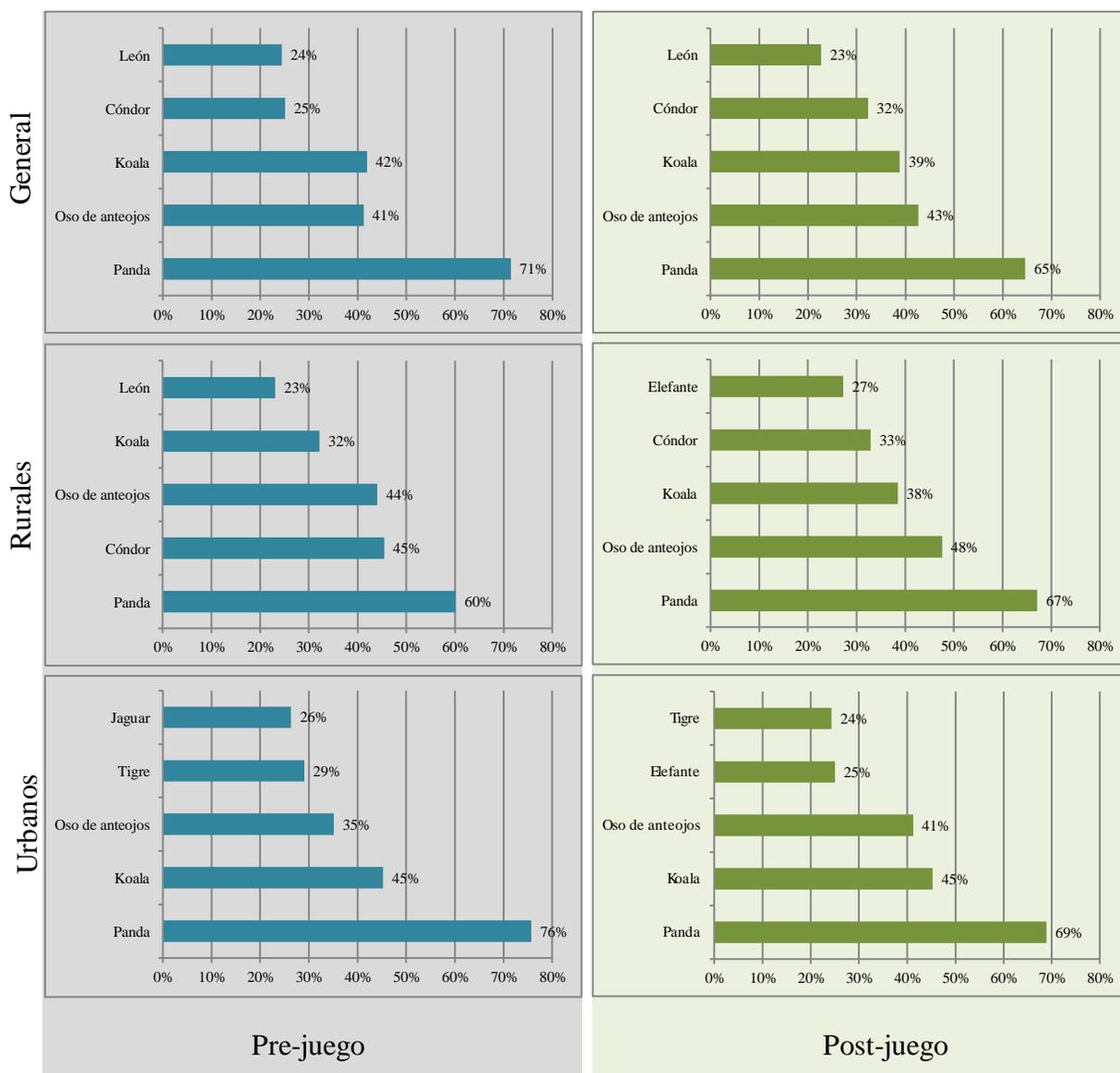


Figura 11. Porcentajes de votación por los diferentes animales de la fauna nativa y no nativa, pre- y post-juego, por colegios y en general.

### 6.6. Fuentes de información y de contacto con la fauna nativa y no nativa.

La fuente de información o medio de contacto con la fauna más importante fue la televisión y el cine (3098 animales mencionados, promedio de 11 animales mencionados por estudiante), seguida por los zoológicos (1808 animales mencionados, promedio de 6

animales mencionados por estudiante) y finalmente las visitas a la finca, vacaciones, paseos familiares, etc. (1077 animales mencionados, promedio de 4 animales mencionados por estudiante). Respecto a los 10 animales del álbum mencionados con mayor frecuencia por los estudiantes de acuerdo con la fuente, los nativos en la televisión y el cine estuvieron representados por el jaguar, la rana dardo dorada y el tucán, mientras que en los zoológicos los nativos estuvieron representados por el jaguar, la tortuga morrocoy, el tucán, la babilla y la serpiente. Por su parte, todos los animales mencionados en las visitas a la finca, vacaciones y paseos familiares fueron nativos, y se incluyeron insectos, arácnidos, anfibios, reptiles, aves y mamíferos (Figura 12).

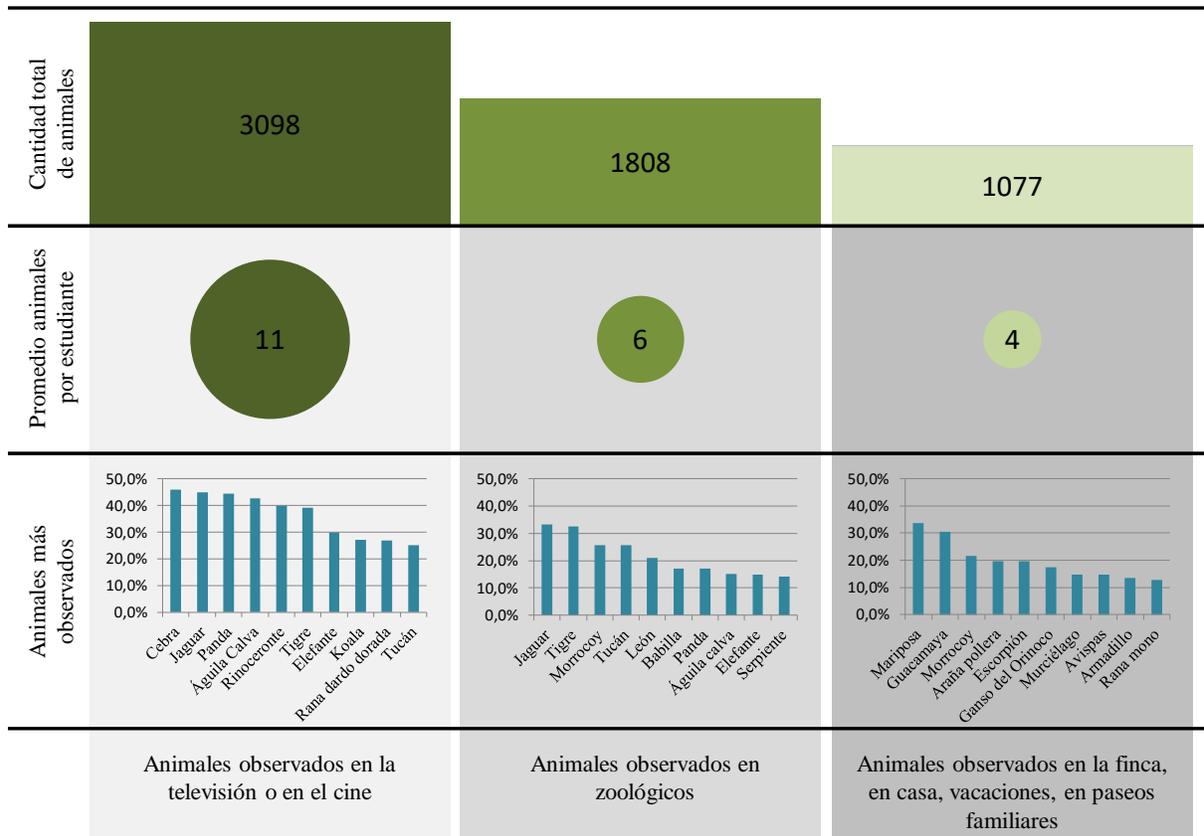
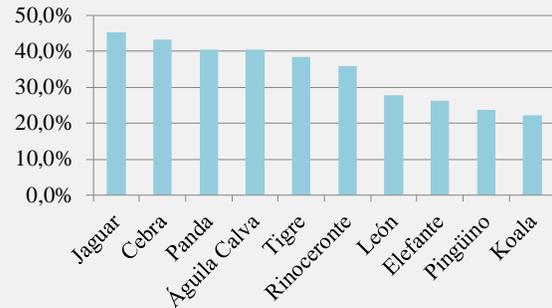
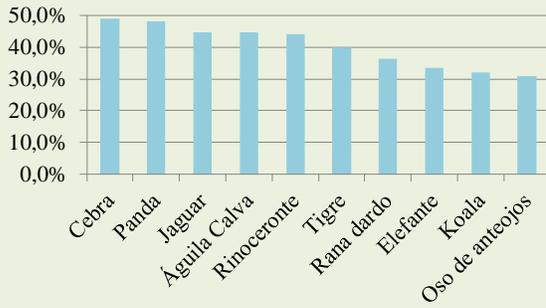


Figura 12. Cantidad total de animales, promedio de animales por estudiante y animales observados con mayor frecuencia en la televisión y el cine, en los zoológicos, y en la finca, paseos familiares, vacaciones, etc.

Cuando las fuentes de contacto e información con la fauna se analizaron por colegios se observó que los estudiantes en los colegios rurales mencionaron más animales del álbum en cualquiera de los tres escenarios (televisión y cine, zoológicos, y visitas a la finca, vacaciones y paseos familiares) y su promedio del número de animales por estudiante siempre fue superior al de los colegios urbanos. No obstante, en los colegios urbanos y rurales se observó una disminución en la cantidad de animales del álbum observados de acuerdo con el escenario, con la televisión y el cine en primer lugar, seguida por el zoológico y por último las visitas a la finca, vacaciones y paseos familiares (Figura 13).

### Animales observados en la televisión o el cine



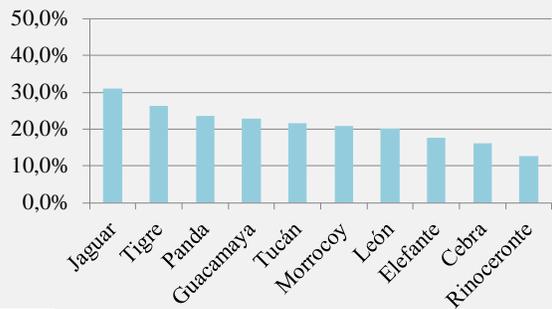
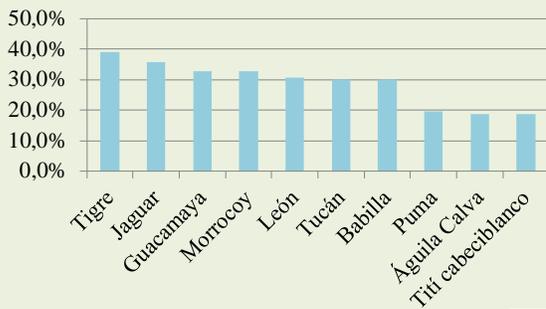
Número de animales nombrados **1706**

1392

Promedio por estudiante **12**

9

### Animales observados en el zoológico



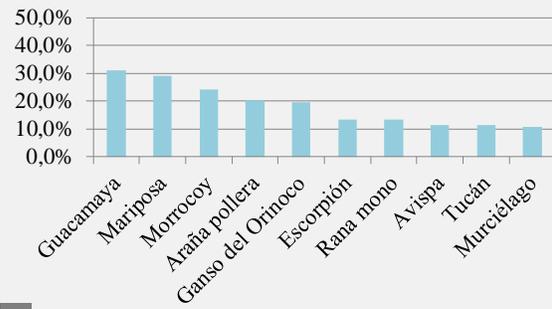
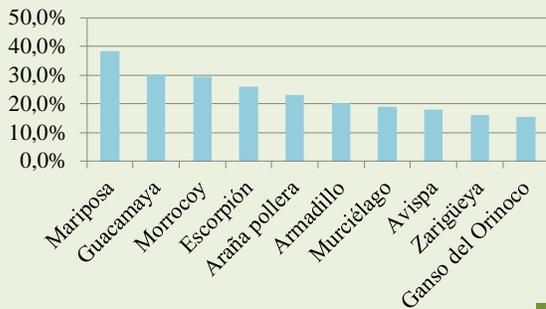
Número de animales nombrados **1004**

804

Promedio por estudiante **7**

5

### Animales observados en la finca, paseos, vacaciones, etc.



Número de animales nombrados **588**

489

Promedio por estudiante **4**

3

Rurales

Urbanos

Figura 13. Cantidad total de animales, promedio de animales por estudiante y animales observados con mayor frecuencia en la televisión y el cine, en los zoológicos, y en la finca, paseos familiares, vacaciones, etc., por colegios.

### **6.7. Animales del álbum nunca antes vistos**

Siete de los 10 animales con mayores frecuencias en el recuento de “nunca antes vistos” mencionados por los estudiantes de colegios rurales y urbanos coincidieron, con algunas variaciones en sus porcentajes y ranking. Por su parte, al combinar los datos de colegios rurales y urbanos, el puercoespín arborícola emergió como la décima especie del álbum que con mayor frecuencia se consideró como “nunca antes vista” solo en la población general. En cuanto a la cantidad de animales mencionados, en los colegios rurales se mencionaron menos animales que en los urbanos (1658 vs. 2177), y el promedio de animales por estudiante también fue menor en los colegios rurales que en los urbanos (12 vs. 15) (Tabla 6).

Tabla 6. Los 10 animales del álbum que con mayor frecuencia fueron considerados como nunca antes vistos.

Rurales		Urbanos		General	
Animal	%	Animal	%	Animal	%
Araña cangrejo	71,3%	Araña cangrejo	62,8%	Araña cangrejo	67,0%
Machaca	64,3%	Machaca	59,5%	Machaca	61,9%
Gorgojo	51,7%	Pava hedionda	50,7%	Pava hedionda	50,5%
Pava hedionda	50,3%	Gorgojo	48,0%	Gorgojo	49,8%
Solfugo	38,5%	Lagartija lisa	43,2%	Solfugo	37,8%
Rey de los gallinazos	37,8%	Solfugo	37,2%	Rey de los gallinazos	37,5%
Alacrán cebollero	37,1%	Rey de los gallinazos	37,2%	Alacrán cebollero	35,4%
Pava aburria	29,4%	Tití cuellinegro	35,1%	Lagartija lisa	34,0%
Cigarra	28,0%	Carpintero marcial	35,1%	Carpintero marcial	30,2%
Paujil pico azul	28,0%	Alacrán cebollero	33,8%	Puercoespín arborícola	29,9%
<b>Cantidad de animales</b>	1658	<b>Cantidad de animales</b>	2177	<b>Cantidad de animales</b>	3835
<b>Promedio por estudiante</b>	12	<b>Promedio por estudiante</b>	15	<b>Promedio por estudiante</b>	13
<p>■ En el top 10 de los animales que con mayor frecuencia se consideraron como “nunca antes vistos” solo en los colegios rurales.</p> <p>■ En el top 10 de los animales que con mayor frecuencia se consideraron como “nunca antes vistos” solo en los colegios urbanos.</p> <p>■ En el top 10 de los animales que con mayor frecuencia se consideraron como “nunca antes vistos” solo en general.</p>					

### 6.8. Cinco animales de los que los estudiantes saben más

En la población general (urbanos + rurales), los cinco animales de los que los estudiantes indicaron que sabían más, tanto pre- como post-juego, fueron los mismos e incluyeron especies carismáticas no nativas, con lo excepción del jaguar. Asimismo, los colegios urbanos y rurales compartieron las mismas especies, con la excepción de la guacamaya (solo en rurales pre-juego) y la tortuga morrocoy (solo en urbanos post-juego) (Tabla 7).

Tabla 7. Cinco animales del álbum de los que los estudiantes saben más, por colegios, pre- y post-juego

Evaluación pre-juego					
Colegios rurales		Colegios urbanos		General	
Animal	%	Animal	%	Animal	%
Panda	34,3%	Jaguar	39,9%	Panda	34,7%
Tigre	29,4%	Panda	35,1%	Jaguar	31,6%
León	24,5%	Tigre	23,0%	Tigre	26,1%
Jaguar	23,1%	Águila Calva	23,0%	Águila Calva	22,0%
Águila Calva	21,0%	Tortuga morrocoy	21,6%	León	21,3%
Evaluación post-juego					
Colegios rurales		Colegios urbanos		General	
Animal	%	Animal	%	Animal	%
Tigre	33,6%	Panda	49,3%	Panda	40,2%
Jaguar	31,5%	Jaguar	34,5%	Jaguar	33,0%
Panda	30,8%	Tigre	29,1%	Tigre	31,3%
Guacamaya	28,7%	Águila Calva	28,4%	Águila Calva	26,5%
León	25,2%	León	25,0%	León	25,1%

### 6.9. Importancia de los diferentes grupos de animales en un ecosistema

En comparación con los estudiantes de los colegios urbanos, los de los rurales tuvieron una mayor inclinación a considerar que todos los grupos de animales eran importantes (urbanos 83,8% vs. 90,9%). Asimismo, en comparación con los estudiantes de los colegios rurales, quienes tuvieron una mayor inclinación por considerar que los arácnidos y los insectos como los animales más importantes (rurales 2,1% vs. urbanos 0,7%), los estudiantes de los colegios urbanos tuvieron una mayor inclinación por considerar que los mamíferos (rurales 3,5% vs. urbanos 5,4%) o que las aves, anfibios y reptiles (rurales 1,4% vs. 6,8 urbanos) eran los animales más importantes (Tabla 8).

Tabla 8. Opinión de los estudiantes respecto a la importancia de los diferentes grupos de animales en un ecosistema

Opinión de los estudiantes pre-juego	Rurales	Urbanos	General
Los mamíferos son los animales más importantes.	3,5%	5,4%	4,5%
Las aves, los reptiles y los anfibios son los más importantes porque comen insectos.	1,4%	6,8%	4,1%
Todos los animales son importantes.	90,9%	83,8%	87,3%
Los arácnidos y los insectos son los más importantes porque sirven de alimento a los otros animales.	2,1%	0,7%	1,4%

### 6.10. Importancia de los carroñeros en un ecosistema

En la evaluación pre-juego los estudiantes de colegios rurales y urbanos tuvieron porcentajes similares respecto a su inclinación por considerar que los carroñeros eran (rurales 81,8% vs. 79,7%) o no eran (rurales 16,9% vs. 16,8%) importantes para los ecosistemas. Esto cambió en la evaluación post-juego, donde los estudiantes de colegios urbanos alcanzaron un porcentaje de 90,5% a favor de la importancia de los carroñeros en los ecosistemas, mientras que el mismo porcentaje no tuvo un cambio importante en los estudiantes de colegios rurales (pre-juego 81,8% vs. 79,0% post-juego). Por su parte, el porcentaje de estudiantes que consideraban que los carroñeros no eran importantes se redujo a menos de la mitad entre los estudiantes de colegios urbanos (pre-juego 16,8% vs. 7,4% post-juego), mientras que el mismo porcentaje no tuvo un cambio importante en los colegios rurales (pre-juego 16,9% vs. 14,7% post-juego).

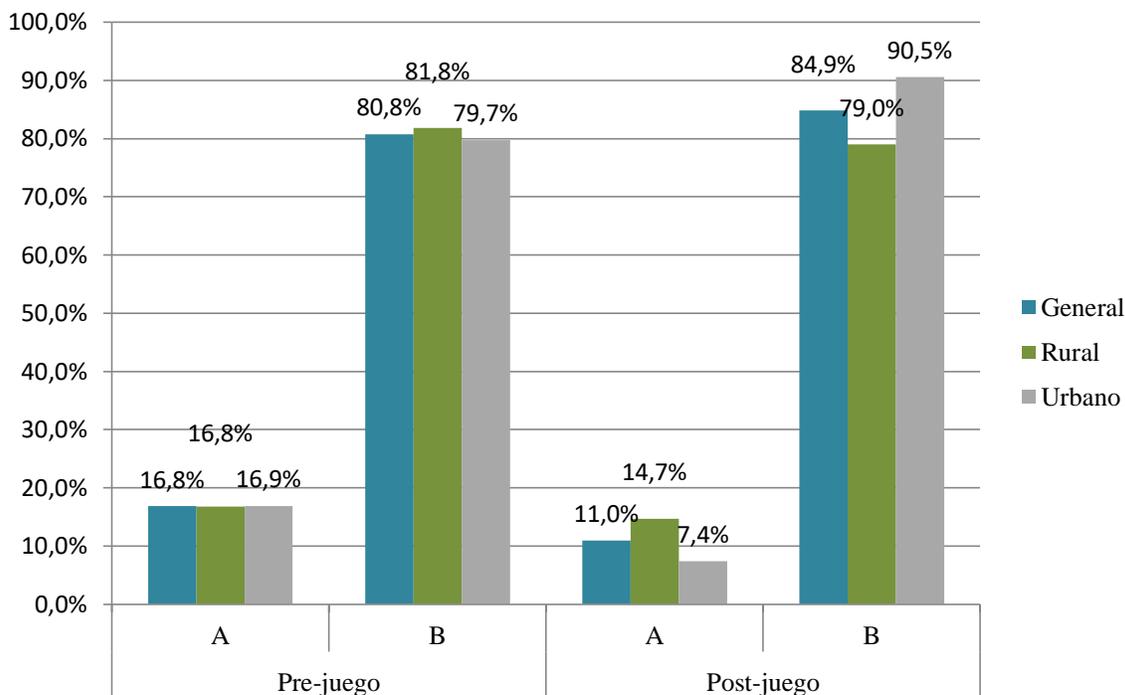


Figura 14. Frecuencias con que los estudiantes de colegios rurales, urbanos y en general se inclinaron por la opción A (los carroñeros son poco importantes en los ecosistemas) o por la opción B (los carroñeros son muy importantes y tienen muchas funciones en los ecosistemas), pre-juego y post-juego

### 6.11. Búsqueda de información sobre animales y motivación para hacerla

El 81,1% (n=291) de los estudiantes indicaron que alguna vez había buscado información sobre animales (Figura 15A), y la mayoría de ellos (36,8%) indicaron que solo habían realizado una búsqueda (Figura 15B). Asimismo, de los 444 animales de los cuales se buscó información, 245 fueron animales nativos (Figura 15C). Respecto a la motivación para realizar tales búsquedas, la mayoría de veces (43,9%) fue por curiosidad o para realizar tareas escolares (33,7%) (Figura 15D).

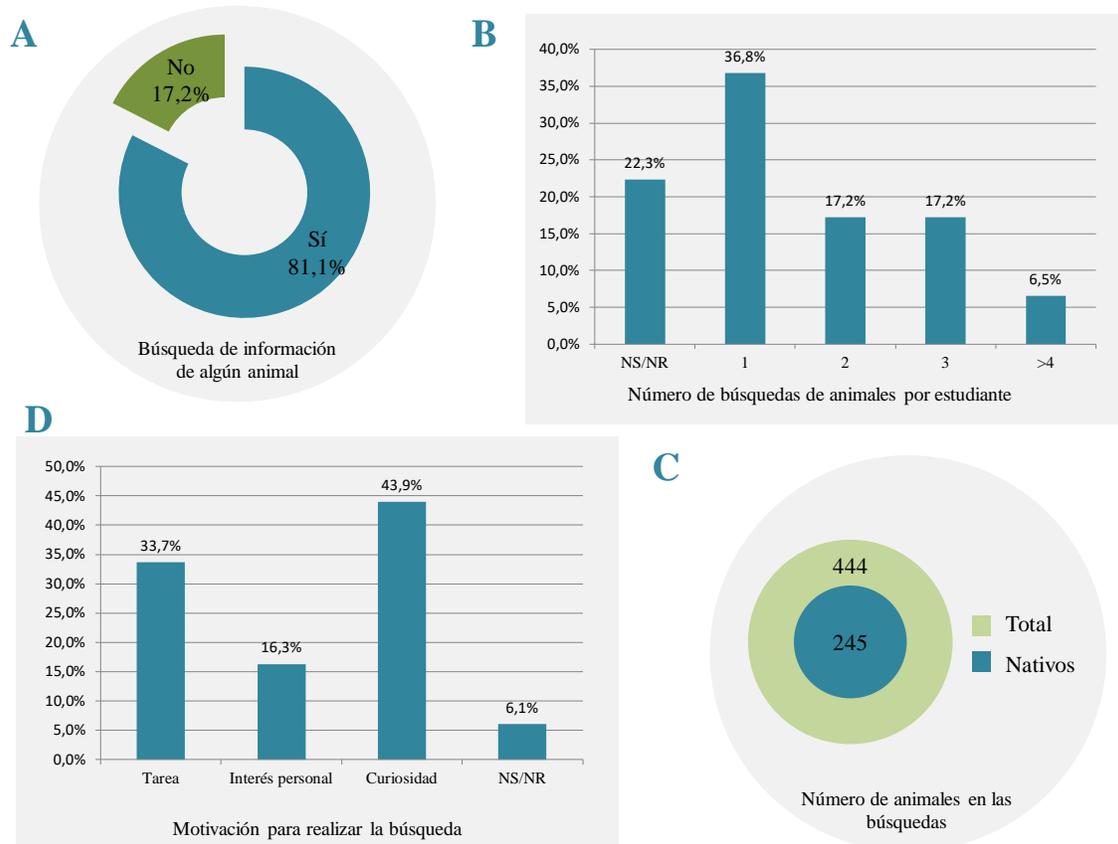


Figura 15. (A) Porcentaje de estudiantes que buscaron información sobre animales, (B) número de búsquedas por estudiante, (C) proporción de animales nativos en las búsquedas, y (D) motivación para realizar las búsquedas.

### 6.12. Efecto de la edad sobre la aceptación del juego, el número de veces de juego por semana y el cambio de conocimientos

Los estudiantes que más veces a la semana jugaron fueron los de 8, 9 y 10 años (casi todos los días), seguidos por los de 11, 12 y 17 años (3 veces a la semana) (Figura 16A). En cuanto al grado de aceptación del juego, a los estudiantes de 9, 10 y 11 años el juego les gustó “muchísimo”, mientras que en las otras edades el juego gustó “mucho” (Figura 16B). Por otra parte, los mayores promedios en el cambio del porcentaje de acierto respecto a la identificación de los animales no nativos en el álbum se observaron en los estudiantes de 9,

11 y 14 años (Figura 16C), mientras que los mayores promedios en el cambio del número de animales nativos nombrados se observaron en los estudiantes de 10, 11 y 15 años (Figura 16D). Al cruzar las 4 gráficas de la Figura 16 puede observarse que la mayor aceptación, el mayor número de veces de juego por semana y los mayores promedios en el cambio de conocimiento se ubican en los 9, 10 y 11 años en tres de las cuatro gráficas.

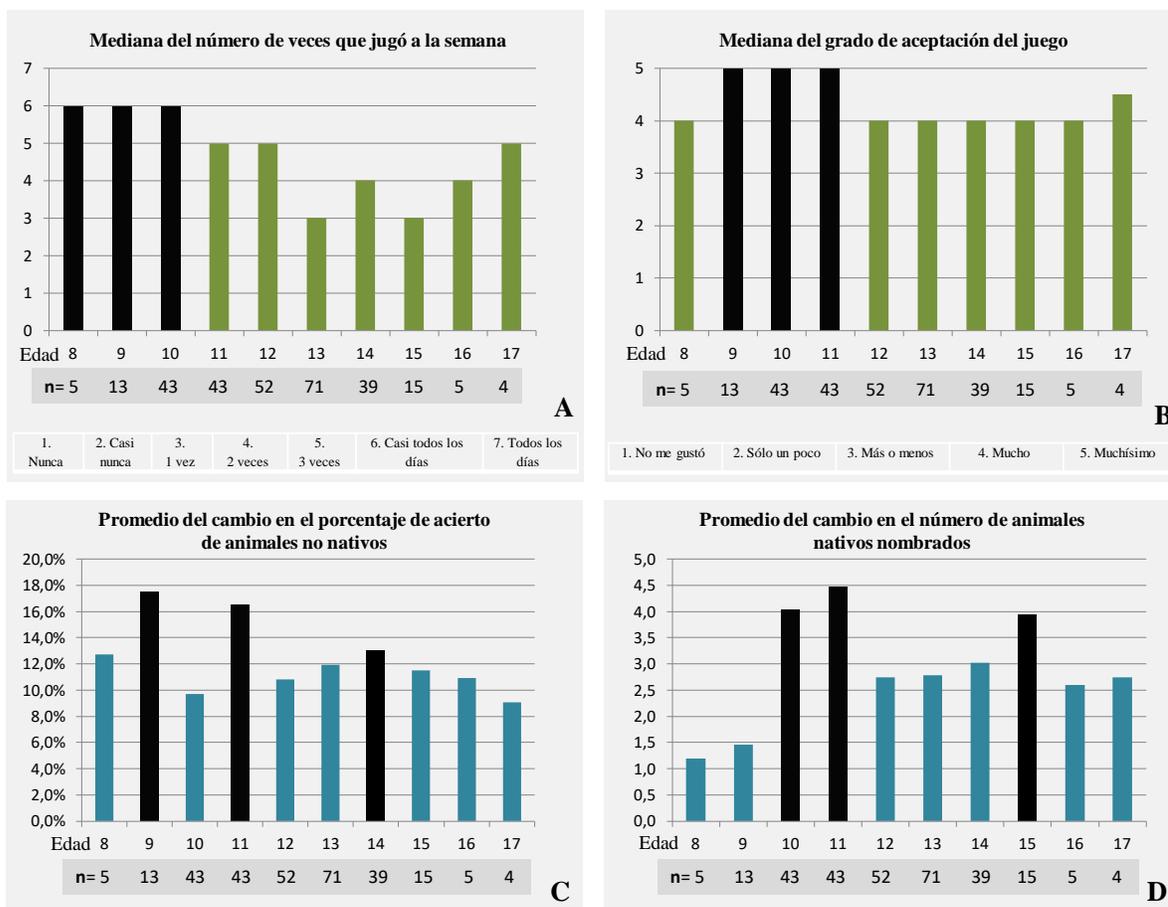


Figura 16. Efecto de la edad sobre el grado de aceptación del juego, número de veces de juego por semana y cambios en los conocimientos. (A) Número de veces que los estudiantes jugaron a la semana. (B) Grado de aceptación del juego. (C) Cambio en el porcentaje de acierto de los animales no nativos en el álbum. (D) Cambio en el número de animales nativos nombrados. Las barras negras denotan los tres puntajes más altos.

### 6.13. Curiosidad por los animales en el juego

El 58,1% de los estudiantes indicó que había buscado información sobre los animales en el juego (Figura 17A), y la mayoría de estas búsquedas (51,7%) fueron motivadas por la curiosidad, mientras que el 25,0% fueron motivadas por el interés personal, 15,0% por tareas/trabajo y el 8,3% no recordaron el motivo (Figura 17B). La mayoría de los estudiantes (45,0%) buscaron información sobre un animal del juego (rango 1-7 | mediana

= 1 | DE = 1,20), mientras que el 14,2% buscaron sobre dos animales, 11,8% buscaron sobre 3 animales y el 24,3% no mencionaron los animales incluidos en sus búsquedas (Figura 17C). Respecto a los grupos de animales que despertaron mayor interés para realizar las búsquedas de información, el 38,6% de las 223 búsquedas fueron sobre mamíferos, el 28,3% sobre aves y el 13,0% sobre reptiles (Figura 17D).

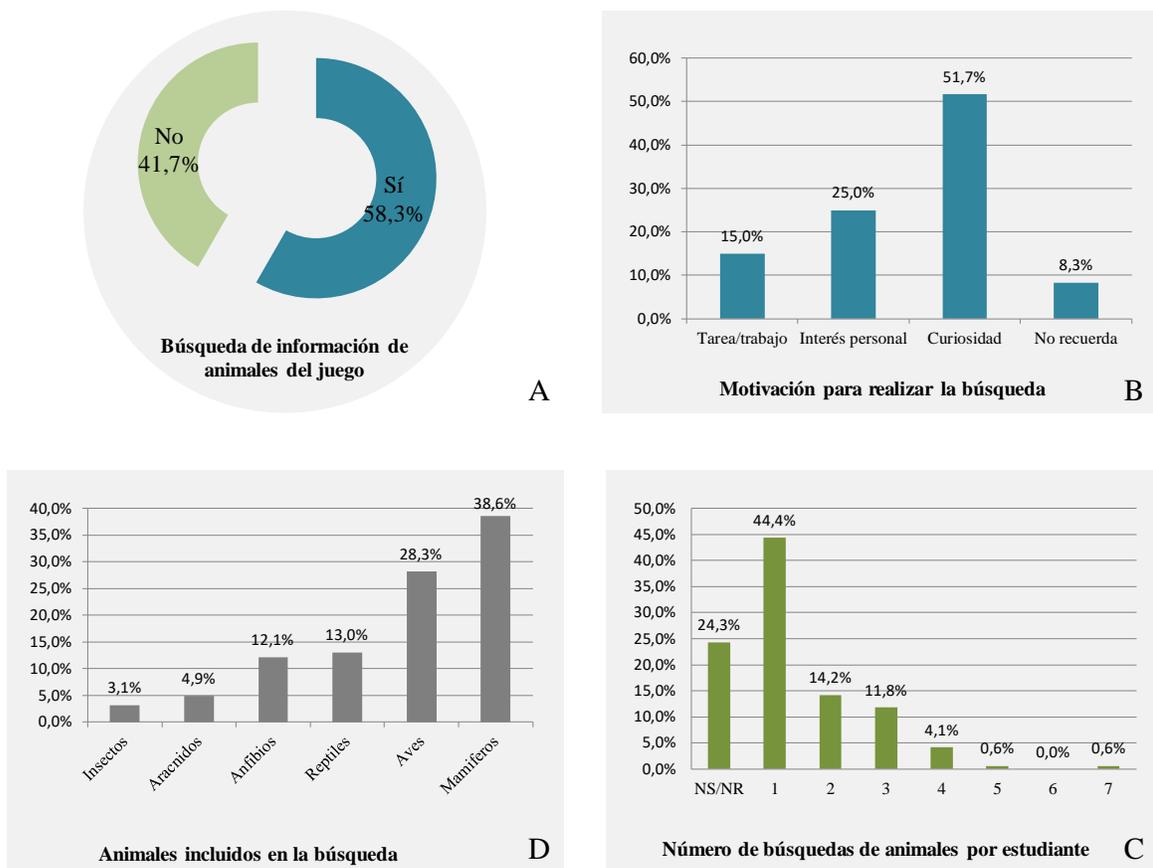


Figura 17. (A) Porcentaje de estudiantes que buscaron información sobre los animales del juego, (B) motivación para realizar dicha búsqueda, (C) número de animales por estudiante y (D) tipos de animales incluidos en las búsquedas.

#### **6.14. Resultados de las encuestas a docentes participantes**

En general, los docentes participantes tuvieron una opinión positiva respecto a Eco-Link como herramienta de educación ambiental, y la dificultad más frecuente para su implementación fueron la corta duración del descanso y la competencia contra las actividades deportivas por la preferencia de los niños. Asimismo, la aceptación de los estudiantes respecto al juego fue buena, este generó actitudes de curiosidad e interés, y los cambios actitudinales observados desde la implementación del juego estuvieron en su mayoría relacionados con un mejoramiento en las relaciones interpersonales.

Por otra parte, el juego fue empleado no solo en biología, sino también en matemáticas y español. Además, si bien se observaron dificultades en algunos grupos respecto al uso de los puntajes en las cartas, otros grupos de estudiantes cambiaron las normas del juego e incluso llegaron a apostar.

Por último, se encontró que en general los docentes participantes tenían un escaso conocimiento de la fauna nativa, y en general el juego llevó a pensar en el uso de este tipo de herramientas como material didáctico de apoyo (Tabla 9).

Tabla 9. Respuestas de las encuestas a los docentes participantes

	Colegios rurales			Colegios urbanos				
	Tausa	Pasuncha	Caparrapí	Gran Yomasa	Villas del Progreso	Tibabuyes	Compartir	Marco Fidel Suárez
Opinión sobre el juego como herramienta de educación ambiental sobre la fauna nativa de Colombia	Es ideal y tiene muchas ventajas	Funciona bien	Funciona bien	Funciona bien	Funciona bien pero cambiaría algunas cosas	Es ideal y tiene muchas ventajas	Funciona bien	Funciona bien
Problemas/dificultades/defectos que impiden/dificultan la implementación del juego	No	No	Descansos muy cortos y la duración del juego puede extenderse	Falta de conocimientos sobre biodiversidad de Colombia entre los docentes	En el descanso los niños no cambian sus actividades deportivas por jugar un juego de mesa	En el descanso los niños no cambian sus actividades deportivas por jugar un juego de mesa	Se observa la regla del de mayor edad	No
Grado de aceptación del juego observado entre los estudiantes	Muy bueno	Muy bueno	Muy bueno	Muy bueno	Bueno	Excelente	Aceptable	Excelente
Actitud respecto a los animales en el juego	Curiosidad	Interés – Curiosidad - Asombro	Interés	Curiosidad	Interés	Curiosidad	Curiosidad - Asombro	Asombro
Cambios conductuales observados desde la implementación del juego	Adquisición de un hábito y disciplina por la motivación de	Mayor interés por los animales Curiosidad por la dieta de los	Mayor concentración e interés por la clase	Aumento en la autonomía de los estudiantes y se crean líderes	No	Mejor trabajo en equipo, mayor equidad y colaboración	No	Entusiasmo e interés por jugar Mejor convivencia

	jugar	animales		en la actividad lúdica				
Utilización del juego en alguna actividad de biología, matemáticas, etc.	En español, con el tema de descripción	Matemáticas – problemas Ciencias – cadenas alimentarias	En biología, como complemento de las redes tróficas	Explicación de procesos biogeoquímicos	En biología para plantear temas de biodiversidad	Biología, explicación de relaciones interespecíficas	No	Biología
Animales en el juego que el docente participante conocía	Muy poco	Varios	Varios	Algunos	Varios	Varios	Varios	Varios
El juego lo llevó a pensar en la posibilidad de utilizar este tipo de herramientas en su práctica docente	Como material de apoyo en todas las áreas	Sí	Sí, en biología y química	Sí, en temas de ecosistemas	Sí	Aceptado para inversión institucional en materiales educativos	Sí, para reconocer y mejorar la comprensión de los ecosistemas	Para observar relaciones tróficas
Dificultades con la mecánica del juego	No	Dificultades para interpretar los puntajes en las cartas	No	No	No	Dificultades con entender los patrones de quién se come a quién	Los estudiantes no deseaban detenerse en los detalles	No
Anécdotas o experiencias	La distracción con el juego cambió conductas agresivas en la hora del descanso. Algunos niños	Interés por el juego en los niños más pequeños	Aumento en la frecuencia con que los niños jugaban	Los estudiantes inventaban nuevas cadenas alimentarias	El interés por el juego se observó en estudiantes de grados superiores	Los estudiantes se interesaron por conocer más de los animales que les generaban ternura o asombro.		

	cambiaron las reglas del juego. Apuestas con el juego.					Una de las madres no le creía a su hijo que existiera una “hormiga bala”.	
Recomendaciones sobre el juego y/o su implementación en escenarios educativos	Elaborar un juego relacionado con el de fauna para identificar la flora colombiana	Implementación del juego en otros grados y áreas	El juego debe durar menos	Complementar el juego con un video sobre biodiversidad de Colombia			Acompañamiento del juego con un álbum de fotografías con animales de Colombia

## 7. DISCUSIÓN

### 7.1. Preferencias por los animales nativos

Respecto a la elección de los cinco animales favoritos presentes en el álbum, estos fueron los mismos para los estudiantes de colegios urbanos y rurales, con leves diferencias en los porcentajes de votación, e incluyeron tres animales no nativos y dos nativos. Sin embargo, cabe mencionar que algunos de los niños incluyeron en la respuesta (sólo se pedía el número del animal) el nombre, y en algunos casos el número 1 estuvo acompañado por el nombre “leopardo”. Debido al gran parecido entre el jaguar y el leopardo, es posible que los estudiantes en realidad eligieran al leopardo y no al jaguar. Como consecuencia, el único animal que realmente cayó en la categoría nativo es la guacamaya, la cual ocupó el quinto lugar con el 27% de los votos en la evaluación pre-juego. En la evaluación post-juego la guacamaya fue desplazada por el león, por el cual votaron el 25% de los estudiantes. Así, en la evaluación post-juego el único animal nativo entre los cinco favoritos fue el jaguar, con la salvedad hecha al comienzo de este párrafo. Asimismo, en la evaluación pre-juego hubo tres mamíferos y dos aves, mientras que en la evaluación post-juego hubo 4 mamíferos y un ave, una predominancia de los mamíferos que refleja no solo las preferencias de grandes y chicos por los animales de mayor tamaño (Ward et al., 1998, p. 1408; Metrick & Weitzman, 1998, p. 33), sino también el escaso entendimiento de la composición y abundancia de los diferentes taxones en los ecosistemas, lo cual genera un sesgo en el interés hacia los mamíferos, las aves y los reptiles en comparación con los otros taxones (Snaddon, Turner, & Foster, 2008, p. 3).

Por otra parte, cuando se analizó la proporción de votos por animal nativo o no nativo se encontró que los nativos solo tuvieron 13 votos por animal, mientras que los no nativos obtuvieron 59 votos por animal. No obstante, es importante tener en cuenta que los 11 animales no nativos incluidos en el álbum eran especies carismáticas, mientras que solo unas pocas de las especies nativas lo eran. Asimismo, ya que parece que el público general no distingue a las especies por ser “nativas o no nativas” (Bednar-Friedl et al., 2009, p. 22), y en general este aspecto tiene poca importancia para la gente (Fischer, Langers, Bednar-Friedl, Geamana, & Skogen, 2011, p. 122), es posible que el atributo “nativo o no nativo” del animal no sea un buen parámetro para evaluar el componente afectivo.

Asimismo, en la última década se ha producido un flujo acelerado de hallazgos en múltiples disciplinas que apoyan una visión del afecto como una forma compleja entrelazada con la cognición en la orientación de la conducta racional, la recuperación de la memoria, la toma de decisiones y la creatividad, entre otras (Picard et al., 2004, p. 253); por consiguiente, podría esperarse que el componente afectivo juegue un papel muy importante en la toma de decisiones respecto a la protección y conservación de las especies. En este sentido, si se considera que la evaluación del público estadounidense de los animales se basa en la manera en que las especies se han considerado a nivel histórico, en su utilidad para los humanos, y en nuestra reacción emocional hacia las especies (Fox, 1990, citado en Wiley-Driscoll, 1995, p. 148), valdría la pena enfocar las estrategias de educación ambiental relacionadas con la fauna en tratar de reconocer el papel de los animales en la historia humana y en reforzar una respuesta emocional positiva frente a ellos.

## **7.2. Reconocimiento de los animales no nativos**

Si se tiene en cuenta lo discutido en el numeral anterior, es fácil entender por qué fue difícil para los estudiantes distinguir entre los animales nativos y no nativos. De hecho, aunque se encontró una diferencia estadísticamente significativa entre el puntaje promedio de acierto pre-juego versus post-juego con los colegios urbanos y rurales combinados, el puntaje de acierto pre-juego fue de solo 35% y post-juego de 41%, algo que se relaciona con que en general los niños tienen un escaso conocimiento de los animales (Kellert, 1984, p. 44; Randler, 2008, p. 224) Asimismo, el puntaje de acierto fue similar entre los colegios urbanos y rurales (rurales: 36% pre-juego y 40% post-juego vs. urbanos: 34% y 41%), con una diferencia de solo 2% pre-juego y de 1% post-juego, con esta última a favor de los estudiantes en los colegios urbanos. Esto contrasta con otro estudio, según el cual los niños en las poblaciones rurales suelen tener un mayor conocimiento de los animales en comparación con los que viven en grandes ciudades (Kellert, 1984, p. 55).

Por otro lado, se encontró que algunos animales nativos que deberían ser reconocidos fácilmente, ya sea por ser tema de un dicho popular, como la machaca (59% pre-juego | 42% post-juego), o por ser la insignia de una región, como la pava hedionda (37% pre-juego | 34% post-juego) en la Orinoquía, o el venado cola blanca (35% pre-juego | 30% post-juego) en el páramo, fueron considerados erróneamente como no nativos, lo cual no

solo ratifica el escaso conocimiento de los niños respecto a la fauna nativa, sino también lo difícil que puede llegar a ser la identificación de los animales.

En este sentido, cuando se enseña a los estudiantes a identificar animales debe tenerse en cuenta que aprender sobre las especies es complicado, y es importante incluir la información de la historia natural o de la ecología del animal (Randler & Bogner, 2006, p. 164). En este punto, respecto a la identificación de los animales por medio de fotografías, cabe destacar que el uso de Eco-Link en el presente estudio se apoya en el trabajo de Kosslyn (1986), quien determinó que los niños pequeños dependen en gran medida de imágenes cuando acceden a la información en su memoria (citado en Otero, 1999, p. 100).

Asimismo, en la evaluación se les pedía a los estudiantes que identificaran y clasificaran 72 animales entre nativos y no nativos, y es posible que la identificación y clasificación de este número de animales haya sobrepasado las capacidades de los estudiantes. De hecho, mientras que en un estudio realizado por Mayer (1991) se consideró que en los años de secundaria debía enseñarse a identificar cerca de 250 especies, que es una cantidad considerable, Randler & Bogner (2002) escogieron 14 especies diferentes de aves, pero se encontraron tasas bajas de retención después de 6-8 semanas (citados en Randler, 2008, p. 225), así que finalmente se determinó que para una tarea de identificación de aves son suficientes 6 especies (Randler & Bogner, 2006, p. 161).

### **7.3. Conocimiento de la fauna nativa**

En comparación con los urbanos, en los colegios rurales la media del número de animales por estudiante fue estadísticamente superior, pre-juego y post-juego; de hecho, la media post-juego de los colegios urbanos no alcanzó la media pre-juego de los rurales, una diferencia que podría deberse a que el conocimiento de la biodiversidad tiene cierta relación con aspectos sociodemográficos como el escenario rural o urbano donde vive el individuo (Campos, Nates, & Lindemann-Matthies, 2013, p. 177).

En los colegios rurales la media del número de animales nombrados por estudiante fue de ~11 y de ~12 post-juego, y en los colegios urbanos fue de ~7 pre-juego y de ~9 post-juego. Estas cifras, ya sea de los estudiantes de colegios urbanos o rurales, en comparación con los 40 nombres de peces, aves y otras animales marinos nombrados por un grupo de niños en la

costa de Tacna, Perú (Pizarro, 2011, p. 33), y los 19,7 animales marinos nombrados por niños de 6-8 años de edad o los 25,7 animales marinos nombrados por un grupo de niños de 9-11 años de edad (Pizarro-Neyra, 2011, p. 51), refleja el escaso conocimiento de la fauna nativa entre los estudiantes de colegios en Cundinamarca, sin importar su contexto.

Respecto a la diversidad de los animales nativos nombrados en los colegios rurales (88 pre-juego y 131 post-juego) y urbanos (87 pre-juego y 129 post-juego), se llegó a un total de 181; por desgracia, este último número no alcanzó la cifra de 239 especies de animales silvestres nombradas por un grupo de 41 estudiantes rurales de 6 grado en Turquía cuando se les pidió que crearan metáforas con animales respecto a diferentes conceptos relacionados con la democracia (Selcuk, Altintas, & Ciritci, 2015, p. 188), algo que es preocupante si se considera que a diferencia de Turquía, Colombia es un país megadiverso.

En cuanto al efecto del juego en los niños de colegios rurales y urbanos, cuando se compararon las diferencias entre los puntajes pre-juego vs. post-juego por estudiante de los colegios rurales y urbanos, el aumento en el número de animales después de la actividad lúdica no fue estadísticamente diferente, lo cual deja ver que el juego genera un efecto similar en poblaciones rurales y urbanas.

Aunque la diversidad de animales aumentó en la evaluación post-juego de los colegios rurales (88 vs. 131) y urbanos (87 vs. 129), contrario a lo esperado hubo una alta coincidencia entre los animales nombrados por los dos tipos de colegio. En teoría, tales diferencias podían esperarse por dos motivos: a) en los Andes tropicales hay más especies conforme disminuye la altitud (Herzog, Martínez, Jorgensen, & Tiessen, 2012, p. xii), y mientras que todos los colegios urbanos se encontraban en Bogotá (2640 msnm), los rurales abarcaron un rango altitudinal de 1200-3010 msnm, y 3 de los 5 colegios rurales estaban a una altitud más de 1000 msnm inferior a la de Bogotá; b) 2 de estos 3 colegios rurales se encontraban a más de 5 horas de distancia de Bogotá, y a mayor distancia de los centros urbanos puede esperarse un contacto más cercano con la naturaleza, mientras que a menor distancia la industrialización de las comunidades y la independización de los bienes y servicios del ambiente local conduce a un escaso conocimiento de los nombres y funciones de las especies (Pilgrim, Cullen, Smith, & Pretty, 2008, p. 1007). Sin embargo, la alta coincidencia observada podría relacionarse con una creciente similitud entre las

poblaciones urbanas y rurales respecto a sus preocupaciones ambientales (Huddart-Kennedy, Beckley, McFarlane, & Nadeau, 2009, p. 325).

Si bien la proporción de animales exóticos incluidos erróneamente en la fauna nativa fue menor en la evaluación post-juego, los estudiantes nombraron casi el mismo número de especies pre- y post-juego, lo cual puede tener que ver con tres aspectos: a) Los niños tienen un conocimiento escaso de los animales silvestres y suelen referirse solo a los mamíferos y a las mascotas (Paraskevopoulos, Padeliadu, & Zafirooulos, 1998, p. 57). b) El internet se ha convertido en la fuente principal de información para los niños (Ballouard et al., 2011, p. 1), y podría esperarse que las especies carismáticas de otros países sean las más conocidas por la población infantil, lo cual hace difícil que los niños diferencien las especies nativas de las exóticas. c) La enseñanza de la biología se ha centrado en el laboratorio, y pocos profesores cuentan con los conocimientos y experiencia de campo, lo que conlleva a que no estén en capacidad o no estén dispuestos a enseñar a sus estudiantes sobre la biodiversidad (Lindemann-matthies & Bose, 2008, p. 737).

El patrón de frecuencia de los animales por taxón a favor de los mamíferos vs. los otros grupos fue casi el mismo en la evaluación pre- vs. post-juego, lo cual podría relacionarse con que estos animales poseen algunos de los factores considerados importantes en la preferencia del público, como el tamaño, la apariencia estética, las tendencias depredadoras y el parecido con los humanos (Kellert, 1980, p. 191). Asimismo, las preferencias de los estudiantes confirmaron lo indicado por Lindemann-Matthies (2005), ya que los estudiantes se inclinaron por los animales grandes, en particular los que tienen un apariencia y/o comportamiento similar al de los humanos, o a los que pueden atribuirse cualidades antropomórficas (citado en Campos et al., 2013, p. 176).

#### **7.4. Relaciones tróficas**

Cuando se combinaron los colegios urbanos y rurales hubo un “empate técnico” entre los votantes por la pirámide y los votantes por la red, tanto pre-juego como post-juego. No obstante, cuando se evaluaron los colegios urbanos y rurales por separado, en los colegios rurales ganó la pirámide (pre-juego 62% y post-juego 59%) y en los urbanos ganó la red (pre-juego 58% y post-juego 61%). Cabe destacar que la dinámica del juego pretendía mostrar que las relaciones tróficas se parecen más a una red que a una pirámide. De hecho,

las relaciones entre los organismos y su ambiente no solo es uno de los temas más importantes en la enseñanza de las ciencias, sino también es la base para comprender conceptos más complejos de ecología (Gallegos, Jerezano, & Flores, 1994, p. 259).

### **7.5. Animales que salvaría**

Doce animales nativos (6) y no nativos (6) debían ser elegidos por los estudiantes para ser salvados. Todos los animales gozaban de una amplia popularidad ya que habían sido objeto de campañas para su protección y conservación, eran íconos nacionales o eran especies carismáticas/bandera. El panda, el oso de anteojos y el koala fueron los tres animales que encabezaron los listados de animales para salvar, seguidos por el cóndor y finalmente el león, lo cual confirma que los mamíferos son los animales preferidos, seguidos por las aves y los reptiles, lo cual se relaciona con el principio de similitud (Tisdell, Wilson, & Swarna Nantha, 2006, p. 102).

En cuanto al número de animales nativos escogidos para ser salvados, el porcentaje de alumnos en general que eligieron tres animales nativos en la evaluación pre-juego versus post-juego aumentó más del doble (4% vs. 11%); no obstante, el porcentaje de alumnos que eligieron tres animales nativos todavía fue muy bajo.

Respecto a la preferencia del público por algunos animales, no hace mucho en los países industrializados la ciencia de la conservación comenzó a preocuparse por entender el papel que desempeña la apreciación estética del hombre en la conservación de las especies animales, aunque pocos estudios han abordado el tema de la valoración estética de la biodiversidad en países en desarrollo (Roque De Pinho, Grilo, Boone, Galvin, & Snodgrass, 2014, p. 1). Asimismo, en un estudio sobre los animales que más despertaban el interés de los visitantes en un zoológico se encontró que el taxón era el predictor más importante respecto al interés del visitante, es decir, la mayoría de visitantes estuvieron más interesados en los mamíferos, aunque el tamaño del animal, la mayor actividad de este, y si la especie era una de las especies bandera también tuvieron que ver con la preferencia del público (Moss & Esson, 2010, p. 729). En otras palabras, cuando se trata del afecto por los animales, tanto el taxón como la estética del animal son más importantes que la pertenencia o no al mismo contexto ecológico/social/cultural de la persona. En este sentido, es evidente el motivo para que los estudiantes siguieran eligiendo los animales más llamativos, sin

importar si eran nativos o no. De hecho, lo que sucedió con mayor frecuencia es que de los tres posibles animales que podían salvarse, solo uno era nativo, y el panda y el koala fueron los animales con mayor probabilidad de ser salvados, lo cual, en el caso del panda, refleja su aparición en películas y el éxito de las campañas internacionales de conservación de esta especie, y en el caso del koala, su importancia como ícono de un país.

#### **7.6. Fuentes de información y de contacto con la fauna.**

En general se observó un patrón, tanto en los colegios urbanos como rurales, donde la fuente de información o medio de contacto con la fauna más importante fue la televisión y el cine, seguida por los zoológicos, y finalmente las visitas a la finca, vacaciones, paseos familiares, etc. Este patrón similar entre los estudiantes de colegios rurales y urbanos, el cual no refleja el mayor contacto que en teoría tendrían con la naturaleza los estudiantes rurales en comparación con los urbanos, podría relacionarse con: a) los colegios rurales y semi-urbanos de este estudio se encuentran en zonas rurales de Cundinamarca, las cuales se caracterizan por una larga historia de uso del suelo y un avance vertiginoso de la frontera agrícola; b) nuestra sociedad se encuentra en el umbral entre el mundo real y un mundo virtual, lo cual conduce a una desconexión con la naturaleza (Samways, 2007, p. 1995); y c) la urbanización de ambientes rurales puede conducir a un cambio de una biofilia a una biofobia relacionado con la creciente falta de contacto de los niños con la naturaleza (Zhang, Goodale, & Chen, 2014, p. 114-115).

En este sentido, ya que cada vez es mayor el grado de desconexión entre los niños y la naturaleza, es crucial fomentar su contacto con la naturaleza. De hecho, son muy importantes las experiencias tempranas en la identificación de algunas plantas y animales, en particular si tales experiencias están conectadas con episodios de la vida cotidiana (Helldén & Helldén, 2008, p. 130). Además, ya que la conexión con la naturaleza se correlaciona con los valores familiares, las experiencias previas con la naturaleza y el conocimiento del medioambiente (Cheng & Monroe, 2012, p. 44), la reconexión entre los niños y la naturaleza va más allá de lo que el niño aprende en casa. Por consiguiente, es crucial que los docentes permitan que los niños tengan experiencias de biodiversidad en la naturaleza que puedan llevar al desarrollo de un mejor entendimiento y actitud frente al medioambiente (Helldén & Helldén, 2008, p. 130).

### **7.7. Animales del álbum nunca antes vistos**

Si bien los animales mencionados por los estudiantes de colegios rurales y urbanos coincidieron en su mayoría, los estudiantes de los colegios rurales nombraron menos animales que los de colegios urbanos, tanto en total como por estudiante, lo cual se podría relacionar con el mayor contacto con la naturaleza que tienen los estudiantes de colegios rurales. Sin embargo, es importante tener en cuenta que los estudiantes de colegios urbanos y rurales coincidieron en nombrar animales que deberían ser bien conocidos por los colombianos en general, como la machaca (cultura popular), la pava hedionda (ave insignia de la Orinoquía) y el rey de los gallinazos (el gallinazo más colorido).

Una explicación plausible a la presencia de estos tres animales “bien conocidos” de la fauna nativa de Colombia es que su rango de distribución no coincide con las áreas geográficas donde se encuentran los colegios. Por ejemplo, en el caso del rey de los gallinazos (*Sarcoramphus papa*) suele encontrarse en bosques poco perturbados (Márquez, Bechard, Gast, & Vanegas, 2005, p. 90) hasta los 1500 msnm (Hilty & Brown, 1986, p. 88), y solo los colegios Novilleros y La Mesa estuvieron por debajo de esta altitud (1200 msnm), pero en hábitats muy intervenidos; asimismo, la pava hedionda (*Opisthocomus hoazin*) solo se encuentra hasta los 500 msnm (Hilty & Brown, 1986, p. 223), y la machaca (*Fulgora sp.*), por su parte, se encuentra asociada a unos pocos árboles de gran tamaño (Hogue, 1984, p. 145). Por ende, es de esperarse que las machacas sean muy escasas o hayan desaparecido en las zonas intervenidas donde se ubican los colegios.

### **7.8. Animales de los que los estudiantes saben más**

Cuatro de los cinco animales fueron los mismos en los colegios rurales y urbanos, y de estos solo el jaguar fue nativo. Asimismo, estos animales no cambiaron pre-juego versus post-juego. Infortunadamente, este era un resultado que podía esperarse, ya que los animales mencionados correspondieron a especies carismáticas y el juego no cambió el componente afectivo respecto a las especies nativas. En este sentido, se ha considerado que la capacidad de atracción física o estética está asociada con el apoyo del público hacia las especies; de hecho, los grupos ambientalistas suelen utilizar el gusto estético y/o las especies simbólicas para alentar el apoyo del público frente a la conservación de las especies (Knight, 2008, p. 95). Así, no es extraño que los animales de los que más saben los

estudiantes sean justo aquellos con el mayor atractivo estético y que son utilizados al rededor del mundo en campañas de conservación. Por consiguiente, este tipo de campañas con animales “bandera” o con especies carismáticas, contrario a su objetivo, terminan por empeorar la desconexión entre los niños y su contexto ecológico.

### **7.9. Importancia de los carroñeros y de los diferentes grupos de animales en un ecosistema**

En general, la apreciación de los estudiantes respecto a la importancia de los carroñeros en un ecosistema fue positiva, ya que más del 80% pre-juego y post-juego consideraron que eran importantes. Lo mismo ocurrió con la apreciación de la importancia de los diferentes grupos de animales en un ecosistema, donde cerca del 90% de los estudiantes consideraron que todos los grupos son importantes. No obstante, el conocimiento de la importancia de todos los grupos, es decir un aspecto cognitivo, contrasta con los resultados obtenidos respecto a los animales favoritos, es decir un aspecto afectivo, donde son evidentes las preferencias hacia los vertebrados, y en especial hacia los mamíferos.

Este resultado destaca la importancia del afecto en las percepciones humanas, y aunque los procesos cognitivos y afectivos están relacionados, son diferentes; de hecho, las reacciones iniciales de los humanos a los estímulos suelen ser afectivas, no cognitivas, y por consiguiente podemos gustar de algo o estar atemorizados de algo antes de conocerlo de manera precisa o incluso antes de saber qué es (Zajonc, 1980, p. 154). De esta manera puede explicarse por qué los estudiantes generan sentimientos de afecto por animales que nunca han visto o acariciado, y aunque su conocimiento indica que todos son valiosos, incluso los menos populares, sienten repulsión por aquellos que carecen de un vínculo afectivo.

Por otra parte, debe entenderse que la intervención fue jugar sin la presencia de un tutor o facilitador, y esto hace que su efecto sobre el componente afectivo sea muy pobre o inexistente. De hecho, cuando se comparó el aprendizaje cognitivo y afectivo en niños de 4º grado después de manipular especímenes vivos o especímenes preservados de diferentes animales se encontró que el aprendizaje cognitivo a corto y a largo plazo se presentó con ambos tipos de contacto, pero los aumentos en el aprendizaje afectivo (medidos como cambios de actitud) solo se lograron cuando los niños manipularon los especímenes vivos

(Sherwood, Rallis, & Stone, 1989, p. 99), algo muy similar a lo que podría esperarse al ver las fotografías de los animales sin tener la posibilidad de un contacto con los especímenes vivos. Asimismo, un estudio alemán con niños de 5° y 6° grado que comparó el efecto cognitivo y emotivo del uso de animales vivos versus películas para el desarrollo de competencias de experimentación encontró que el uso de animales vivos en el salón de clases no solo beneficiaba a los estudiantes, sino también evocaba emociones positivas; no obstante, los logros cognitivos fueron superiores con el uso de películas (Hummel & Randler, 2010, p. 3829-3830). Los resultados de este estudio ratificaron de nuevo el mayor efecto cognitivo versus afectivo que puede esperarse del juego.

#### **7.10. Búsqueda de información sobre animales y motivación para hacerla**

Aunque la mayoría de los estudiantes (81,1%) indicó que alguna vez había buscado información sobre animales, la mayoría de ellos solo habían realizado una búsqueda, y estas búsquedas incluyeron 444 animales, de los cuales 245 fueron nativos. Asimismo, respecto a la motivación para tales búsquedas, la mayoría de veces (43,9%) fue por curiosidad o para realizar tareas escolares (33,7%).

Estos datos muestran un panorama poco alentador. Los niños en general realizan pocas búsquedas de información sobre animales, la motivación más frecuente es la curiosidad o para hacer tareas escolares, y tienen la misma probabilidad de buscar animales nativos o no nativos. Con esto en mente, puede verse una carencia en el papel de los docentes de ciencias naturales, quienes no aprovechan la curiosidad y no llevan a la búsqueda de información sobre los animales nativos. No obstante, si se analiza la raíz del problema, esta se encuentra en la formación de los docentes de ciencias naturales y en los programas de enseñanza de la biología. En este sentido, la formación de los maestros debe prepararlos para la enseñanza al aire libre, de tal manera que se les brinde a los niños más oportunidades para experimentar la naturaleza, y de esta manera alcanzar los objetivos de alfabetización ecológica, apego a los lugares naturales e identidad (Fägerstam, 2012, p. 13). Aún más, para recalcar la escasa formación que tienen los docentes en temas relacionados con la biodiversidad, en un estudio español de 40 docentes en formación de educación elemental se encontró que la mayoría de ellos tenían dificultades para distinguir entre los vertebrados y los invertebrados, y aunque la mayoría indicó que estaban familiarizados con

las arañas, los resultados indicaron que tenían un escaso conocimiento de ellas (Jambrina, Vacas, & Sánchez-Barbudo, 2010, p. 795-797).

### **7.11. La edad en relación con la aceptación del juego, el número de veces de juego por semana y el cambio de conocimientos**

Las edades que más veces jugaron a la semana, que tuvieron la mayor aceptación del juego y que tuvieron el mayor cambio en los conocimientos de la fauna nativa comprendieron a los estudiantes de 9, 10 y 11 años, los cuales representaron  $\sim 1/3$  de la población.

De acuerdo con el esquema de organización del Sistema Educativo Colombiano, los niños de 9, 10 y 11 años corresponden a los grados 4°, 5° y 6°, respectivamente (Ministerio de Educación Nacional, 2014, p. 8). En este contexto, si se tiene en cuenta que de las tres etapas de desarrollo principales respecto a la evolución de las percepciones de los animales, la segunda etapa correspondiente a los grados 5° al 8° se caracteriza por una gran expansión en la comprensión intelectual y cognitiva de los animales (Kellert, 1984, p. 59), es evidente por qué el juego tuvo un gran impacto en el cambio de conocimientos de este grupo etario.

Por otra parte, la primera de las etapas de desarrollo principales respecto a la evolución de las percepciones de los animales se presenta en los niños entre 2 y 5 grado, y esta se caracteriza por un aumento dramático en las preocupaciones emocionales y el afecto general por los animales (Kellert, 1984, p. 59). De nuevo, esto explicaría el escaso/inexistente efecto del juego sobre el componente afectivo, ya que el estudio no evaluó a estudiantes de 2° o 3° grado.

### **7.12. Curiosidad por los animales en el juego**

Si bien el 58,1% de los estudiantes buscó información sobre los animales en el juego, la mayoría de estas búsquedas fueron solo sobre un animal, y la mayor motivación para hacerlas fue la curiosidad. Asimismo, la mayoría de las búsquedas fueron sobre mamíferos, seguidas por las aves y los reptiles, lo cual replicó el patrón de interés y conocimiento obtenido en el numeral 7.3 (Gráfica 8).

Este patrón de conocimiento/afecto por taxones, el cual deja en el olvido a insectos, arácnidos y otros artrópodos, podría tener que ver con que las actitudes negativas de los futuros docentes respecto a los insectos conduce a una baja probabilidad de que los

incorporen en sus ambientes educativos (Wagler & Wagler, 2012, p. 315-316), lo cual genera ambientes de aprendizaje dominados por los mamíferos (Wagler, 2010, p. 372) y deja en el olvido a los invertebrados, e incluso a algunos grupos de vertebrados, como los anfibios y los peces.

### **7.13. Observaciones de los docentes participantes**

Contrario a su aceptación por parte de los estudiantes y a la opinión positiva de los docentes respecto al juego, e incluso al papel de este en la capacitación de los mismos docentes, el entorno educativo es un espacio carente de lo lúdico (Eschenhagen, 2009, p. 154). De hecho, el juego es algo ajeno a la práctica docente, lo cual puede tener muchas explicaciones, pero en general podría deberse a que la creación de juegos es muy especializada y requiere competencias específicas (algo particularmente cierto en el campo digital) (Sandbrook et al., 2015, p. 123), a ciertos problemas de aceptación de los juegos en contextos educativos formales (Whitton, 2012, p. 249), y a que los docentes tienen dificultades para articular los juegos en su práctica. Así, estas barreras alejan poco a poco al aprendizaje basado en juegos del anhelado currículo creativo, que según Cuéllar-Cañedo & Chica-Cañas (2007) debe explotar la imaginación y la innovación del docente y de los estudiantes de tal manera que se involucren múltiples aspectos educativos, sociales, culturales y ambientales para estimular un aprendizaje significativo de aprender haciendo (p. 15).

Con esta problemática de fondo, si se tiene en cuenta no solo que la crisis ambiental y la pérdida de la biodiversidad relacionada con ella tienen que ver con una crisis cognitiva, puesto que la gente “está ciega” frente a los miles de seres vivos con los que cohabitamos (Figuroa & Simonetti, 2003, p. 59), sino también que los currículos educativos siempre reflejan las estructuras de pensamiento y de conocimiento del momento histórico (Eschenhagen, 2009, p. 150) y que las actitudes frente al ambiente natural corresponden a una forma compartida de interpretar el mundo, es decir que están estrechamente relacionadas con el contexto social de la persona (Fischer et al., 2011, p. 118), entonces el currículo debe, además de incluir los contenidos necesarios para mejorar el conocimiento de la biodiversidad, representar el cambio actitudinal deseado del público frente a la naturaleza.

Si se tiene en cuenta lo anterior, y se considera que la interdisciplinariedad puede ser un método útil para buscar y construir una cosmovisión que le dé un nuevo significado a la vida (Eschenhagen, 2009, p. 49), entonces el hecho de que el juego fuese utilizado por diferentes áreas como biología, español y matemáticas mostró su enorme potencial como eje de un trabajo interdisciplinario dentro de un posible currículo que busque una educación ambiental enfocada en cambiar los conocimientos, actitudes y conductas frente a la vida.

## 8. CONCLUSIONES

Una de las grandes fortalezas de este estudio fue la inclusión de diferentes contextos, grados y edades, lo cual permitió obtener una muestra más amplia y generar resultados más robustos. De hecho, el presente estudio representa una de las pocas veces, sino la primera, que se contrasta el conocimiento y el afecto frente a los animales nativos entre los estudiantes de instituciones públicas rurales y urbanas de Colombia. También es la primera vez que se determina el impacto del aprendizaje basado en juegos como herramienta de educación ambiental sobre la fauna nativa de Colombia en contextos rurales y urbanos bajo condiciones *ad libitum*. En general, pudo observarse que los estudiantes de 4° a 9° grado, cualquiera fuera su contexto, urbano o rural, tienen un escaso conocimiento de la fauna nativa, y sus preferencias por los animales no se relacionan con que los animales sean nativos o no, sino más bien con el aspecto/apariencia y el taxón de los animales, lo cual condujo a que los mamíferos, en especial las especies carismáticas, tuvieran el mayor grado de afecto, conocimiento e interés entre la población del estudio.

Ya que es posible amar u odiar un animal sin conocerlo, al igual que es posible conocerlo sin amarlo, y con el fin de aprovechar al máximo el desarrollo innato de las percepciones de los niños para lograr el mayor impacto posible de las intervenciones educativas relacionadas con el conocimiento, afecto y preocupación por los animales, es importante que las estrategias de educación ambiental relacionadas con la fauna nativa hagan una segmentación de la población objetivo. Es decir, en la primera infancia y en los niños pequeños es primordial que las estrategias de educación ambiental aborden la esfera afectiva; luego, cerca del paso de la primaria al bachillerato, deben hacer hincapié en el

aprendizaje de datos y hechos, y a partir de la mitad del bachillerato deben abordar las relaciones éticas con los animales y los conceptos de ecología.

Aunque muchas estrategias de educación ambiental se basan en aprender a valorar las especies y los recursos naturales, la estrategia educativa de la presente investigación se centró en el afecto. A este respecto, vale la pena distinguir entre el “valor intrínseco” y el “valor instrumental” (el valor para los seres humanos). Si bien es fácil determinar el valor instrumental de algo, es muy difícil determinar el valor intrínseco, ya que este intenta capturar valores que difieren de los intereses de la sociedad, es decir, los humanos intentan definir valores no humanos, vistos a través de los ojos humanos. Por ende, en la mayoría de los casos, la asignación de un valor a una especie parte de una visión antropocéntrica, es decir, la relación con los animales se basa en los beneficios culturales, económicos, nutricionales o medicinales que puedan ofrecer. Por el contrario, el afecto establece una relación con los animales que trasciende los beneficios o perjuicios, y por consiguiente es más adecuado para evaluar el resultado de una intervención de educación ambiental sobre la fauna nativa.

Respecto al efecto del juego, pudo evidenciarse, contrario a lo sucedido en el aspecto afectivo, que el juego tuvo un efecto positivo al mejorar el conocimiento que tienen los niños sobre la fauna nativa de Colombia. Asimismo, debido a que las estrategias de educación ambiental relacionadas con la biodiversidad deben responder a las necesidades y preferencias de la población objetivo, la implementación del juego *ad libitum* durante el descanso de la escuela, además de brindar una alternativa de educación y diversión para los niños, no interfirió con la ocupada agenda de los docentes en las instituciones, lo cual permite ver que el juego puede ser una herramienta ideal para la educación ambiental en escenarios escolares.

Para terminar, en un país biodiverso como Colombia, en particular en el escenario del postconflicto donde el gobierno actual le apuesta al ecoturismo como una fuente importante para la generación de ingresos, es necesario diseñar, producir, implementar y evaluar materiales y estrategias de educación enfocadas en mejorar el conocimiento de la biodiversidad por parte del público general, y en particular de los niños. En este escenario, vale la pena destacar el papel fundamental que jugarán los formadores de futuros docentes

en que sus pupilos no solo estén más inclinados hacia una enseñanza de la biología relacionada con la biodiversidad, sino también en que incluyan en su práctica profesional a los animales menos populares, como los artrópodos.

## BIBLIOGRAFIA

- All, A., Nuñez Castellar, P. E., & Looy, J. Van. (2014). Measuring Effectiveness in Digital Game-Based Learning: A Methodological Review. *International Journal of Serious Games*, 1(2), 3–21. <http://doi.org/10.17083/ijsg.v1i2.18>
- Andrade, G., & Londoño, M. C. (2016). Cadena de valor en la generación del conocimiento para la gestión de la biodiversidad. *Biodiversidad En La Práctica*, 1(1), 1–20.
- Andrés Tripero, T. de. (2011a). Piaget y el valor del juego en su Teoría Estructuralista. *E-Innova - Revista Digital de Innovación Educativa de La Universidad Complutense de Madrid*, (6). Recuperado de <http://biblioteca.ucm.es/revcul/e-learning-innova/6/art431.php#.VxqUGTDhDIU>
- Andrés Tripero, T. de. (2011b). Vigotsky y su teoría constructivista del juego. *E-Innova - Revista Digital de Innovación Educativa de La Universidad Complutense de Madrid*, (5). Recuperado de <http://biblioteca.ucm.es/revcul/e-learning-innova/5/art382.php#.V8MVOZjhC00>
- Ballouard, J. M., Brischoux, F., & Bonnet, X. (2011). Children prioritize virtual exotic biodiversity over local biodiversity. *PLoS ONE*, 6(8), 1–8. <http://doi.org/10.1371/journal.pone.0023152>
- Balmford, A., Clegg, L., Coulson, T., & Taylor, J. (2002). Why conservationists should heed Pokémon. *Science (New York, N.Y.)*, 295(5564), 2367. <http://doi.org/10.1126/science.295.5564.2367b>
- Becker, K. (2005). How Are Games Educational ? Learning Theories Embodied in Games. En *Changing Views: Worlds in Play* (pp. 1–6). Recuperado de [https://www.researchgate.net/publication/221217423\\_How\\_Are\\_Games\\_Educational\\_](https://www.researchgate.net/publication/221217423_How_Are_Games_Educational_)

## Learning\_Theories\_Embodied\_in\_Games

- Bednar-Friedl, B., Buijs, A., Dobrovodská, M., Dumortier, M., Eberhard, K., Fischer, A., ... Young, J. (2009). *A Long-Term Biodiversity, Ecosystem and Awareness Research Network – results from a (pilot) survey in 8 European countries*. Recuperado de <https://www.cbd.int/cepa/doc/uk-macaulay-alternet.pdf>
- Bevilacqua, M., Ciarapica, F. E., Mazzuto, G., & Paciarotti, C. (2015). “Cook & Teach”: Learning by playing. *Journal of Cleaner Production*, *106*, 259–271. <http://doi.org/10.1016/j.jclepro.2014.11.085>
- Bíró, G. I. (2014). Didactics 2.0: A Pedagogical Analysis of Gamification Theory from a Comparative Perspective with a Special View to the Components of Learning. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, *141*, 148–151. <http://doi.org/10.1016/j.sbspro.2014.05.027>
- Bodrova, E., & Leong, D. J. (2015). Vygotskian and Post-Vygotskian Views on Children’s Play. *American Journal of Play*, *7*(3), 371–388. Recuperado de <http://www.journalofplay.org/sites/www.journalofplay.org/files/pdf-articles/7-3-article-vygotskian-and-post-vygotskian-views.pdf>
- Boyle, E. A., Hainey, T., Connolly, T. M., Gray, G., Earp, J., Ott, M., ... Pereira, J. (2016). An update to the systematic literature review of empirical evidence of the impacts and outcomes of computer games and serious games. *Computers and Education*, *94*, 178–192. <http://doi.org/10.1016/j.compedu.2015.11.003>
- Briot, J. P., De Azevedo Irving, M., Mendes De Melo, G., Vasconcelos, J. E. F., Alvarez, I., Martin, S., & Wei, W. (2011). A serious game and artificial agents to support intercultural participatory management of protected areas for biodiversity conservation and social inclusion. En *Proceedings - 2011 2nd International Conference on Culture and Computing*, *Culture and Computing 2011* (pp. 15–20). <http://doi.org/10.1109/Culture-Computing.2011.12>
- Buckler, C., & Creech, H. (2014). *Shaping the Future We Want*. Luxemburgo: UNESCO. [http://doi.org/10.5363/tits.11.4\\_46](http://doi.org/10.5363/tits.11.4_46)

- Campos, C. M., Nates, J., & Lindemann-Matthies, P. (2013). Percepción y conocimiento de la biodiversidad por estudiantes urbanos y rurales de las tierras áridas del centro-oeste de Argentina. *Ecologia Austral*, 23(3), 174–183. Recuperado de [www.scielo.org.ar/pdf/ecoaus/v23n3/v23n3a06.pdf](http://www.scielo.org.ar/pdf/ecoaus/v23n3/v23n3a06.pdf)
- Cheng, J. C.-H., & Monroe, M. C. (2012). Connection to Nature: Children's Affective Attitude Toward Nature. *Environment and Behavior*, 44(1), 31–49. <http://doi.org/10.1177/0013916510385082>
- Clark, R., Yates, K., Early, S., & Moulton, K. (2008). An Analysis of the Failure of Electronic Media and Discovery-based Learning: Evidence for the Performance Benefits of Guided Training Methods. En K. H. Silber & R. Foshay (Eds.), *Handbook of Training and Improving Workplace Performance, Vol. 1: Instructional Design and Training Delivery* (Vol. I, pp. 1–35). Recuperado de [http://www.cogtech.usc.edu/publications/clark\\_yates\\_early\\_moulton\\_ispi\\_training.pdf](http://www.cogtech.usc.edu/publications/clark_yates_early_moulton_ispi_training.pdf)
- Convention on Biological Diversity. (2010). Alarming global survey on children's perceptions of nature. *Comunicado de Prensa*. Recuperado de <https://www.cbd.int/kb/record/pressRelease/70134?RecordType=pressRelease>
- Convention on Biological Diversity. (2013). Quick guides to the Aichi Biodiversity Targets. Recuperado de <http://www.cbd.int/nbsap/training/quick-guides/>
- Correa, P. (2016, June 16). Maloka: ¿un sueño imposible o mal administrado? *El Espectador*. Bogotá, D.C. Recuperado de <http://www.elespectador.com/noticias/ciencia/maloka-un-sueno-imposible-o-mal-administrado-articulo-637032>
- Costa Neto, E. M. (2007). La percepción de diplopoda (arthropoda, myriapoda) por los habitantes del poblado de Pedra branca, Santa teresinha, Bahía, Brasil. *Acta Biológica Colombiana*, 12(2), 123–134.
- Cuéllar-Caicedo, F., & Chica-Cañas, F. A. (2007). *Ideas para construir un currículo creativo ambiental a partir de la acción comunicativa*. (A. M. Bejarano-Varela, Ed.). Bogotá, D.C.: Universidad Santo Tomás.

- Djaouti, D., Alvarez, J., Jessel, J., & Rampnoux, O. (2011). Origins of Serious Games. En M. Ma, A. Oikonomou, & L. C. Jain (Eds.), *Serious games and edutainment applications* (pp. 25–43). Springer, London. [http://doi.org/10.1007/978-1-4471-2161-9\\_3](http://doi.org/10.1007/978-1-4471-2161-9_3)
- Doumanis, I., & Smith, S. (2015). Validation of Games for Behavioral Change : Connecting the Playful and Serious. *International Journal of Serious Games*, 2(3), 63–75. <http://doi.org/10.17083/ijsg.v>
- Eschenhagen, M. L. (2009). *Educación Ambiental Superior en América Latina - Retos epistemológicos y curriculares*. Bogotá, D.C.: Eco Ediciones.
- Fägerstam, E. (2012). Children and Young People’s Experience of the Natural World: Teachers’ Perceptions and Observations. *Australian Journal of Environmental Education*, 28(1), 1–16. <http://doi.org/10.1017/aee.2012.2>
- Figuroa, E., & Simonetti, J. (2003). *Globalización y biodiversidad: Oportunidades y desafíos para la sociedad chilena* (1st ed.). Santiago de Chile: Editorial Universitaria.
- Fischer, A., Langers, F., Bednar-Friedl, B., Geamana, N., & Skogen, K. (2011). Mental representations of animal and plant species in their social contexts: Results from a survey across Europe. *Journal of Environmental Psychology*, 31(2), 118–128. <http://doi.org/10.1016/j.jenvp.2010.05.005>
- Fondo Mundial para la Naturaleza. (2016). *Planeta Vivo - Informe 2016 - Riesgo y resiliencia en una nueva era*. Gland, Suiza. Recuperado de [awsassets.panda.org/downloads/informe\\_planeta\\_vivo\\_2016.pdf](http://awsassets.panda.org/downloads/informe_planeta_vivo_2016.pdf)
- Fondo para el Medio Ambiente Mundial. (2009). *Esfera de Actividad del FMAM: Biodiversidad*. Washington, DC. Recuperado de [https://www.thegef.org/sites/default/files/publications/Biodiversity-ES\\_2.pdf](https://www.thegef.org/sites/default/files/publications/Biodiversity-ES_2.pdf)
- Freitag, A. (2014). Gamification, game-based learning, and serious games: What’s the difference? Retrieved April 11, 2016, from <http://www.roninsc.com/blog/2014/05/08/gamification-game-based-learning-and->

serious-games-whats-the-difference/

- Gallegos, L., Jerezano, M., & Flores, F. (1994). Preconceptions and Relations Used by Children in the Construction of Food Chains. *Journal of Research in Science Teaching*, 31(3), 259–272.
- Giessen, H. W. (2015). Serious Games Effects: An Overview. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 174, 2240–2244. <http://doi.org/10.1016/j.sbspro.2015.01.881>
- Global Environment Facility. (2014). *The GEF-6 Biodiversity strategy*. Recuperado de <http://documents.worldbank.org/curated/en/2014/09/20278278/gef-6-biodiversity-strategy>
- Golick, D. A., Heng-moss, T. M., & Ellis, M. D. (2010). Using Insects to Promote Science Inquiry in Elementary Classrooms. *NACTA Journal*, 54(3), 18–24. Recuperado de <http://search.proquest.com/docview/845518609?accountid=47900>
- Hainey, T., Connolly, T., Boyle, E., Azadegan, A., Wilson, A., Razak, A., & Grey, G. (2014). A Systematic Literature Review to Identify Empirical Evidence on the use of Computer Games in Business Education and Training. En *European Conference on Games Based Learning: ECGBL* (pp. 167–175). Recuperado de <https://search.proquest.com/docview/1674172797?accountid=47900>
- Hartig, F., Horn, M., & Drechsler, M. (2010). EcoTRADE - A multi-player network game of a tradable permit market for biodiversity credits. *Environmental Modelling and Software*, 25(11), 1479–1480. <http://doi.org/10.1016/j.envsoft.2009.01.003>
- Helldén, S., & Helldén, G. (2008). Students' early experiences of biodiversity and education for a sustainable future. *Nordic Studies in Science Education*, 4(2), 123–131.
- Herzog, S. K., Martínez, R., Jorgensen, P. M., & Tiessen, H. (2012). *Cambio climático y biodiversidad en los Andes tropicales*. Recuperado de [http://www.uss.edu.pe/uss/descargas/1006/radar/Libro\\_Biodiversidad\\_Andes.pdf](http://www.uss.edu.pe/uss/descargas/1006/radar/Libro_Biodiversidad_Andes.pdf)
- Hilty, S. L., & Brown, W. L. (1986). *A Guide to the Birds of Colombia*. New Jersey:

Princeton University Press.

- Hodges, K. E. (2016). Enhancing student engagement and learning via the optional Biodiversity Challenge. *Global Ecology and Conservation*, 5, 100–107.  
<http://doi.org/10.1016/j.gecco.2015.11.010>
- Hogue, C. L. (1984). Observations on the plant hosts and possible mimicry models of “Lantern Bugs” (*Fulgora* spp.) (Homoptera: Fulgoridae). *Revista de Biología Tropical*, 32(1), 145–150.
- Huddart-Kennedy, E., Beckley, T. M., McFarlane, B. L., & Nadeau, S. (2009). Rural-Urban Differences in Environmental Concern in Canada. *Rural Sociology*, 74(3), 1–21.  
<http://doi.org/10.1526/003601109789037268>
- Hueso, A., & Cascant, M. J. (2012). *Metodología y Técnicas Cuantitativas de Investigación. Cuadernos docentes en procesos de desarrollo* (1st ed.). Editorial Universitat Politècnica de València. Recuperado de [https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/17004/Metodología y técnicas cuantitativas de investigación\\_6060.pdf?sequence=3](https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/17004/Metodología_y_técnicas_cuantitativas_de_investigación_6060.pdf?sequence=3)
- Hummel, E., & Randler, C. (2010). Experiments with living animals - Effects on learning success, experimental competency and emotions. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 2(2), 3823–3830. <http://doi.org/10.1016/j.sbspro.2010.03.597>
- Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. (2016). *Biodiversidad 2015 - Estado y tendencias de la biodiversidad continental de Colombia*. (M. F. Gómez, L. A. Moreno, G. I. Andrade, & C. Rueda, Eds.) (Primera ed). Bogotá, D.C. Recuperado de [reporte.humboldt.org.co/biodiversidad/2015/cap1/102%0AFicha](http://reporte.humboldt.org.co/biodiversidad/2015/cap1/102%0AFicha)
- Jambrina, C. U., Vacas, J. M., & Sánchez-Barbudo, M. (2010). Ideas de los futuros maestros sobre los animales y las arañas en particular. *Electronic Journal of Research in Educational Psychology*, 8(2), 787–814.
- Johnson, A. (1994). *Love of life -- The Biophilia Hypothesis* edited by Stephen R . Kellert

- and Edward O . Wilson. *Bioscience*, 44(5), 363. Recuperado de <http://search.proquest.com/docview/216364190?accountid=47900>
- Johnson, L., Adams Becker, S., Estrada, V., & Freeman, A. (2014). *NMC Horizon Report: 2014 Higher Education Edition*. Austin, Texas, EE.UU. Recuperado de <http://cdn.nmc.org/media/2014-nmc-horizon-report-ES.pdf>
- Ke, F. (2009). A qualitative meta-analysis of computer games as learning tools. En R. Ferding (Ed.), *Handbook of research on effective electronic gaming in education (3 Volumes)* (pp. 1–32). <http://doi.org/10.4018/978-1-59904-808-6>
- Kellert, S. R. (1980). American-Attitudes Toward and Knowledge of Animals - an Update. *International Journal for the Study of Animal Problems*, 1(2), 87–119. [http://doi.org/10.1007/978-94-009-4998-0\\_11](http://doi.org/10.1007/978-94-009-4998-0_11)
- Kellert, S. R. (1984). Attitudes Toward Animals: Age-Related Development Among Children. En M. W. Fox & L. D. Mickley (Eds.), *Advances in animal welfare science* (Vol. 85, pp. 43–60). Washington, DC. Recuperado de [http://animalstudiesrepository.org/cgi/viewcontent.cgi?article=1001&context=acwp\\_sata](http://animalstudiesrepository.org/cgi/viewcontent.cgi?article=1001&context=acwp_sata)
- Knight, A. J. (2008). “Bats, snakes and spiders, Oh my!” How aesthetic and negativistic attitudes, and other concepts predict support for species protection. *Journal of Environmental Psychology*, 28(1), 94–103. <http://doi.org/10.1016/j.jenvp.2007.10.001>
- Lindemann-matthies, P., & Bose, E. (2008). How many species are there? public understanding and awareness of biodiversity in switzerland. *Human Ecology*, 36(5), 731–742. <http://doi.org/doi:http://dx.doi.org/10.1007/s10745-008-9194-1>
- Looy, H., & Wood, J. R. (2006). Attitudes Toward Invertebrates: Are Educational “Bug Banquets” Effective? *The Journal of Environmental Education*, 37(2), 37–48. <http://doi.org/10.3200/JOEE.37.2.37-48>
- López Arévalo, H., Montenegro, O., & Liévano Latorre, L. (2014). *ABC de la Biodiversidad. Retratos de la Biodiversidad* (Vol. 1).

<http://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004>

- Manterola, C., & Otzen, T. (2015). Estudios Experimentales 2ª Parte . Estudios Cuasi-Experimentales, 33(1), 382–387. Recuperado de <http://www.scielo.cl/pdf/ijmorphol/v33n1/art60.pdf>
- Márquez, C., Bechard, M. J., Gast, F., & Vanegas, V. H. (2005). *Aves rapaces diurnas de Colombia*. Bogotá, D.C.: Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. Recuperado de [http://www.humboldt.org.co/es/test/item/download/260\\_2b9bb59240c9e45488298c7425ed3b42](http://www.humboldt.org.co/es/test/item/download/260_2b9bb59240c9e45488298c7425ed3b42)
- Marquez P., E. (2013). La perspectiva epistemológica objetivista y la hegemonía de la investigación cuantitativa en las ciencias sociales. *Revista de Investigación*, 37(78), 13–50. Recuperado de <http://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=4414126>
- Martins, C., Angelo, R. B., & Torres de Oliveira, H. (2013). Potencialidades e limitações de jogos educativos sobre biodiversidade para a construção de práticas de educação ambiental. *VII EPEA - Encontro Pesquisa Em Educação Ambiental*. Recuperado de [http://www.epea.tmp.br/epea2013\\_anais/pdfs/plenary/0051-1.pdf](http://www.epea.tmp.br/epea2013_anais/pdfs/plenary/0051-1.pdf)
- Metrick, A., & Weitzman, M. L. (1998). Conflicts and choices in biodiversity preservation. *The Journal of Economic Perspectives*, 12(3), 21–34.
- Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible/Ministerio de Educación Nacional. (2012). *Política Nacional de Educación Ambiental*. República de Colombia. Bogotá, D.C.
- Ministerio de Educación Nacional. (2014). *Sistema nacional de indicadores educativos para los niveles de preescolar, básica y media en Colombia*. Ministerio de Educación Nacional. Bogotá, D.C. Recuperado de [http://www.mineduacion.gov.co/1621/articles-329021\\_archivo\\_pdf\\_indicadores\\_educativos\\_enero\\_2014.pdf](http://www.mineduacion.gov.co/1621/articles-329021_archivo_pdf_indicadores_educativos_enero_2014.pdf)
- Morrison, G. (2015). BrainPlay: Serious Game, Serious Learning? In *Paper presented at the European Conference on Games Based Learning* (pp. 680–687).

- Moss, A., & Esson, M. (2010). Visitor interest in zoo animals and the implications for collection planning and zoo education programmes. *Zoo Biology*, 29(6), 715–731. <http://doi.org/10.1002/zoo.20316>
- Moyer-Horner, L., Kirby, R., & Vaughan, C. (2010). Education as a tool for addressing the extinction crisis: Moving students from understanding to action. *Revista de Biologia Tropical*, 58(4), 1115–1126.
- Naciones Unidas. (1992). *Convenio sobre la Diversidad Biológica*. Naciones Unidas.
- Naik, N. (2014). A comparative evaluation of game-based learning: Digital or non-digital games? In *European Conference on Games Based Learning* (pp. 437–446).
- Navarro-Pérez, M., & Tidball, K. G. (2012). Challenges of Biodiversity Education : A Review of Education Strategies for Biodiversity Education. *International Electronic Journal of Environmental Education*, 2(1), 12–30.
- O’Neil, H., Wainess, R., & Baker, E. (2005). Classification of learning outcomes: evidence from the computer games literature. *Curriculum Journal*, 16(4), 455–474. <http://doi.org/10.1080/09585170500384529>
- Obikwelu, C., & Read, J. C. (2012). The Serious Game Constructivist Framework for Children’s Learning. *Procedia Computer Science*, 15(0), 32–37. <http://doi.org/10.1016/j.procs.2012.10.055>
- Otero, M. R. (1999). Psicología Cognitiva, Representaciones Mentales E InvestigaciÓN En EnseñAnza De Las Ciencias. *Investigações Em Ensino de Ciências –*, 4(2), 93–119.
- Palácio, T. C. G., & Rodrigues Lisbôa Mendes, R. (2014). Análise de jogos cooperativos sobre ecologia e biodiversidade produzidos por licenciandos da faculdade de formação de professores da UERJ. *Revista Da SBenBio*, 7, 6997–7008. Recuperado de <http://www.sbenbio.org.br/wordpress/wp-content/uploads/2014/11/R0510-2.pdf>
- Palmberg, I., Berg, I., Jeronen, E., Kärkkäinen, S., Norrgård-Sillanpää, P., Persson, C., ... Yli-Panula, E. (2015). Nordic-Baltic Student Teachers’ Identification of and Interest in Plant and Animal Species: The Importance of Species Identification and Biodiversity

- for Sustainable Development. *Journal of Science Teacher Education*, 26(6), 549–571.  
<http://doi.org/10.1007/s10972-015-9438-z>
- Paraskevopoulos, S., Padeliadu, S., & Zafiropoulos, K. (1998). Environmental knowledge of elementary school students in Greece. *Journal of Environmental Education*, 29(3), 55–60. Recuperado de  
<http://search.proquest.com/docview/233057599?accountid=47900>
- Paredes Ramos, P., del Ángel Pérez Pouchoulén, M. R., & Coria Ávila, G. A. (2011). Dejad que los niños (y todos los mamíferos) jueguen. *Revista de Divulgación Científica Y Tecnológica de La Universidad Veracruzana*, 24(2). Recuperado de  
<https://www.uv.mx/cienciahombre/revistae/vol24num2/articulos/dejad/>
- Patriarcha-Graciolli, S. R., Zanon, Â. M., & Robson de Souza, P. (2008). Universidade Federal do Rio Grande - FURG. *Revista Eletrônica Do Mestrado Em Educação Ambiental*, 20, 202–216. Recuperado de  
<https://www.seer.furg.br/remea/article/viewFile/3842/2291>
- Petrovska, S., Sivevska, D., & Cackov, O. (2013). Role of the Game in the Development of Preschool Child. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 92, 880–884.  
<http://doi.org/10.1016/j.sbspro.2013.08.770>
- Picard, R. W., Papert, S., Bender, W., Blumberg, B., Breazeal, C., Cavallo, D., ... Strohecker, C. (2004). Affective learning - a manifesto. *BT Technology Journal*, 22(4), 253–268. <http://doi.org/10.1023/B:BTTJ.0000047603.37042.33>
- Pilgrim, S. E., Cullen, L. C., Smith, D. J., & Pretty, J. (2008). Ecological knowledge is lost in wealthier communities and countries. *Environmental Science and Technology*, 42(4), 1004–1009. <http://doi.org/10.1021/es070837v>
- Pizarro-Neyra, J. (2011). Peruvian Children's Folk Taxonomy of Marine Animals. *Ethnobiology Letters*, 2, 50–57. <http://doi.org/http://dx.doi.org/10.14237/eb1.2.2011.26>
- Pizarro, J. (2011). Aves y peces marinos en la taxonomía folk de niños peruanos. *Revista de Antropología Experimental*, 11, 31–39.

- Prokop, P., & Tunnicliffe, S. D. (2008). “Disgusting” animals: Primary school children’s attitudes and myths of bats and spiders. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 4(2), 87–97.
- Qian, M., & Clark, K. R. (2016). Game-based Learning and 21st century skills: A review of recent research. *Computers in Human Behavior*, 63, 50–58.  
<http://doi.org/10.1016/j.chb.2016.05.023>
- Randler, C. (2008). Teaching species identification - A prerequisite for learning biodiversity and understanding ecology. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 4(3), 223–231.
- Randler, C., & Bogner, F. X. (2006). Cognitive achievements in identification skills. *Journal of Biological Education*, 40(4), 161–165.  
<http://doi.org/10.1080/00219266.2006.9656038>
- Reis Canto, A., & Zacarias, M. A. (2009). Utilização do jogo Super Trunfo Árvores Brasileiras como instrumento facilitador no ensino dos biomas brasileiros. *Ciências & Cognição*, 14(1), 144–153. Recuperado de  
<http://pepsic.bvsalud.org/pdf/cc/v14n1/v14n1a09.pdf>
- Roque De Pinho, J., Grilo, C., Boone, R. B., Galvin, K. A., & Snodgrass, J. G. (2014). Influence of aesthetic appreciation of wildlife species on attitudes towards their conservation in Kenyan agropastoralist communities. *PLoS ONE*, 9(2).  
<http://doi.org/10.1371/journal.pone.0088842>
- Ruggiero, D. (2015). The effect of a persuasive social impact game on affective learning and attitude. *Computers in Human Behavior*, 45, 213–221.  
<http://doi.org/10.1016/j.chb.2014.11.062>
- Saier, M. H. (2010). Bugs. *Water, Air, and Soil Pollution*, 205(S1), 5–7.  
<http://doi.org/10.1007/s11270-006-9312-x>
- Samways, M. J. (2007). Rescuing the extinction of experience. *Biodiversity and Conservation*, 16(7), 1995–1997. <http://doi.org/10.1007/s10531-006-9144-4>

- Sandbrook, C., Adams, W. M., & Monteferri, B. (2015). Digital Games and Biodiversity Conservation. *Conservation Letters*, 8(2), 118–124. <http://doi.org/10.1111/conl.12113>
- Schaal, S., Schaal, S., & Lude, A. (2015). Digital Geogames to foster local biodiversity. *International Journal for Transformative Research*, 2(2), 16–29. <http://doi.org/10.1515/ijtr-2015-0009>
- Secretaría del Convenio sobre la Diversidad Biológica. (2010). *Perspectiva mundial sobre la biodiversidad 3*. Montreal. Recuperado de [www.cbd.int/GBO3](http://www.cbd.int/GBO3)
- Secretaría del Convenio sobre la Diversidad Biológica. (2014). *Perspectiva Mundial sobre la Diversidad Biológica 4*. Montreal. Recuperado de [www.cbd.int/GBO4](http://www.cbd.int/GBO4)
- Selcuk, G., Altintas, G., & Ciritci, H. M. (2015). “Adventure of Democracy” Seen Through Animal Metaphors Created By 6th Grade Students. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 191, 185–189. <http://doi.org/10.1016/j.sbspro.2015.04.383>
- Sherwood, K. P., Rallis, S. F., & Stone, J. (1989). Effects of live animals vs. preserved specimens on student learning. *Zoo Biology*, 8(1), 99–104. <http://doi.org/10.1002/zoo.1430080112>
- Sistema de información sobre Biodiversidad de Colombia. (2016). Biodiversidad en Colombia. Recuperado de <http://www.sibcolombia.net/web/sib/cifras>
- Sitzmann, T. (2011). A meta-analytic examination of the instructional effectiveness of computer-based simulation games. *Personnel Psychology*, 64(2), 489. Recuperado de <http://search.proquest.com/docview/869913930?accountid=47900>
- Snaddon, J. L., Turner, E. C., & Foster, W. A. (2008). Children’s Perceptions of Rainforest Biodiversity: Which Animals Have the Lion’s Share of Environmental Awareness? *PLoS ONE*, 3(7), e2579. <http://doi.org/10.1371/journal.pone.0002579>
- Soekarjo, M., & van Oostendorp, H. (2015). Measuring effectiveness of persuasive games using an informative control condition. *International Journal of Serious Games*, 2(2), 37–56. <http://doi.org/10.17083/ijsg.v2i2.74>

- Speelman, E. N., García-Barrios, L. E., Groot, J. C. J., & Tiftonell, P. (2014). Gaming for smallholder participation in the design of more sustainable agricultural landscapes. *Agricultural Systems*, *126*, 62–75. <http://doi.org/10.1016/j.agsy.2013.09.002>
- Tahmores, A. hashtchin. (2011). Role of Play in Social Skills and Intelligence of Children. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, *30*, 2272–2279. <http://doi.org/10.1016/j.sbspro.2011.10.444>
- Taratsa, A. (2010). Biodiversity in the context of environmental sustainable development. In K. Ulbrich, J. Settele, & F. F. Benedict (Eds.), *Biodiversity in Education for Sustainable Development – Reflection on School-Research Cooperation* (pp. 31–37).
- Taylor, J. L. (1983). *Guía sobre simulacion y juegos para la educación ambiental*. Santiago de Chile: Oficina Regional de Educación de la UNESCO para América Latina y el Caribe (ORELAC).
- Thiaw, I., & Munang, R. (2012). RIO+20 outcomes recognize the value of biodiversity and ecosystems: Implications for global, regional and national policy. *Ecosystem Services*, *1*(1), 121–122. <http://doi.org/10.1016/j.ecoser.2012.07.013>
- Tisdell, C., Wilson, C., & Swarna Nantha, H. (2006). Public choice of species for the “Ark”: Phylogenetic similarity and preferred wildlife species for survival. *Journal for Nature Conservation*, *14*(2), 97–105. <http://doi.org/10.1016/j.jnc.2005.11.001>
- Turkay, S., Adinolf, S., & Tirthali, D. (2012). Collectible Card Games as Learning Tools. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, *46*, 3701–3705. <http://doi.org/10.1016/j.sbspro.2012.06.130>
- Ucus, S. (2015). Elementary School Teachers’ Views on Game-based Learning as a Teaching Method. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, *186*, 401–409. <http://doi.org/10.1016/j.sbspro.2015.04.216>
- Ulbrich, K., Settele, J., & Benedict, F. F. (Eds.). (2010). *Biodiversity in education for sustainable development – reflection on school-research cooperation*. Pensoft Publishers, Sofia–Moscow.

- UNESCO. (2012). *Education for Sustainable Development - Good Practices in Addressing Biodiversity*. (UNESCO, Ed.). Paris: Education for Sustainable Development in Action Good Practices N°6 - 2012.
- Van Eck, R. (2006). Digital Game-Based Learning: It's Not Just the Digital Natives Who Are Restless. *Educause Review*, 41(2), 16–30. <http://doi.org/10.1145/950566.950596>
- Wagler, R. (2010). The association between preservice elementary teacher animal attitude and likelihood of animal incorporation in future science curriculum. *International Journal of Environmental & Science Education*, 5(3), 353–375.
- Wagler, R., & Wagler, A. (2012). External insect morphology : A negative factor in attitudes toward insects and likelihood of incorporation in future science education settings. *International Journal of Environmental & Science Education*, 7(2), 313–325.
- Ward, P. I., Mosberger, N., Kistler, C., Fischer, O., Ward, P. I., Mosberger, N., ... Fischer, O. (1998). The Relationship Between Popularity and Body Size in Zoo Animals. *Conservation Biology*, 12(6), 1408–1411.
- Whitton, N. (2012). The place of game-based learning in an age of austerity. *Electronic Journal of E-Learning*, 10(2), 249–256.
- Wiley-Driscoll, J. (1995). Attitudes toward animals: Species Ratings. *Society and Animals*, 3(2), 139–150. <http://doi.org/10.1163/156853095X00125>
- Wouters, P., van Nimwegen, C., van Oostendorp, H., & van der Spek, E. (2013). A meta-analysis of the cognitive and motivational effects of serious games. *Journal of Educational Psychology*, 105(2), 249. Recuperado de <http://search.proquest.com/docview/1349790206?accountid=47900>
- Zajonc, R. B. (1980). Feeling and thinking. *American Psychologist*, 35(2), 151–175.
- Zhang, W., Goodale, E., & Chen, J. (2014). How contact with nature affects children's biophilia, biophobia and conservation attitude in China. *Biological Conservation*, 177, 109–116. <http://doi.org/10.1016/j.biocon.2014.06.011>

# ANEXOS

## Anexo 1. Álbum de fotografías de animales



## Anexo 2. Evaluación pre-juego

Aprendizaje basado en juegos para la educación ambiental sobre biodiversidad

Nombre: \_\_\_\_\_ Curso: \_\_\_\_\_ Profesor: \_\_\_\_\_

1. Escribe el número correspondiente a cada uno de tus cinco animales favoritos del álbum.

--	--	--	--	--

2. Escribe el número correspondiente a los animales del álbum que NO son de Colombia.


3. Escribe el nombre de todos los animales de Colombia que conozcas.

4. En tu opinión, ¿qué imagen describe mejor las diferentes relaciones tróficas (quién se come a quién) entre los animales? Marca con una X tu elección.

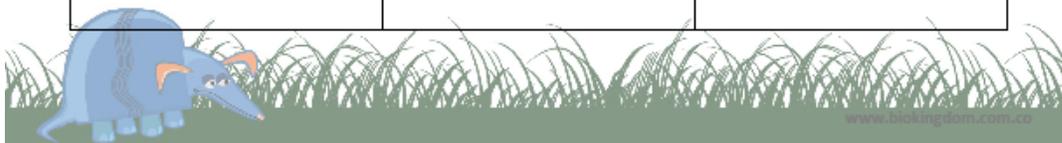
	
A. Pirámide	B. Red

5. Si tuvieras que salvar a tres de los siguientes animales, ¿a cuáles salvarías? Marca con una X la casilla de los animales seleccionados.

Jaguar	Danta	Rana dardo dorada
Elefante	Rinoceronte	Oso de anteojos
Panda	Cóndor	Tigre
Cocodrilo del Orinoco	Koala	León

6. Coloca el número de los animales presentes en el álbum que has visto en la televisión, en el cine, en zoológicos, en tu finca, en tu casa, o en un paseo familiar.

Televisión, cine	Zoológicos	Finca, casa, vacaciones, paseo familiar



7. Escribe el número de los animales presentes en el álbum que nunca habías visto.

--

8. Escribe el número de los cinco animales en el álbum de los que más sabes, como su nombre, dieta, lugar donde habitan, si vive en manadas o tiene hábitos solitarios, si está en peligro de extinción, etc.

--	--	--	--	--

9. Marca con una X la frase que mejor expresa tu opinión. En un ecosistema:

- a) Los mamíferos son los animales más importantes.
- b) Las aves, los reptiles y los anfibios son los más importantes porque comen insectos.
- c) Todos los animales son importantes.
- d) Los arácnidos y los insectos son los más importantes porque sirven de alimento a los otros animales.

10. Marca con una X la frase que mejor expresa tu opinión. ¿Cuán importantes son los carroñeros en un ecosistema?

- a) Son poco importantes, porque al final siempre la carne se descompone sola.
- b) Son muy importantes, y tienen muchas funciones en los ecosistemas.

11. Marca con una X tu respuesta. ¿Alguna vez buscaste información sobre algún animal?

SÍ                      NO

12. ¿Sobre cuáles animales buscaste información? \_\_\_\_\_

13. Marca con una X tu respuesta. ¿Qué te llevó a buscar información sobre esos animales?

Tarea/trabajo	Interés personal	Curiosidad	No recuerdo
---------------	------------------	------------	-------------



### Anexo 3. Evaluación post-juego

Aprendizaje basado en juegos para la educación ambiental sobre biodiversidad

Nombre: \_\_\_\_\_ Curso: \_\_\_\_\_ Profesor: \_\_\_\_\_

Edad: \_\_\_\_\_

Sabías que...

#### **TODOS LOS ANIMALES QUE VISTE EN EL JUEGO SON DE COLOMBIA**

1. Marca con una X tu respuesta. En promedio, ¿cuántas veces a la semana jugaste con el juego?

Nunca	Casi nunca	1 vez	2 veces	3 veces	Casi todos los días	Todos los días
-------	------------	-------	---------	---------	---------------------	----------------

2. Marca con una X tu respuesta. ¿Cuánto te gustó el juego?

No me gustó	Sólo un poco	Más o menos	Mucho	Muchísimo
-------------	--------------	-------------	-------	-----------

3. Escribe el número correspondiente a cada uno de tus 5 animales favoritos del álbum.

--	--	--	--	--

4. Escribe el número correspondiente a los animales del álbum que NO son de Colombia.


5. Escribe el nombre de todos los animales de Colombia que conozcas.

.....
.....
.....
.....
.....



6. En tu opinión, ¿qué imagen describe mejor las diferentes relaciones tróficas (quién se come a quién) entre los animales? Marca con una X tu elección.

	
A. Pirámide	B. Red

7. Si tuvieras que salvar a tres de los siguientes animales, ¿a cuáles salvarías? Marca con una X la casilla de los animales seleccionados.

Jaguar	Danta	Rana dardo dorada
Elefante	Rinoceronte	Oso de anteojos
Panda	Cóndor	Tigre
Cocodrilo del Orinoco	Koala	León

8. Escribe el número de los 5 animales en el álbum de los que más sabes. Por ejemplo, si conoces su nombre, dieta, lugar donde habita, si está en peligro de extinción, etc.

--	--	--	--	--

9. Marca con una X la frase que mejor expresa tu opinión. ¿Cuán importantes son los carroñeros en un ecosistema?

- a) Son poco importantes, porque al final siempre la carne se descompone sola.  
 b) Son muy importantes, y tienen muchas funciones en los ecosistemas.

10. Marca con una X tu respuesta. ¿Buscaste información sobre algún animal presente en el juego?

SÍ                      NO

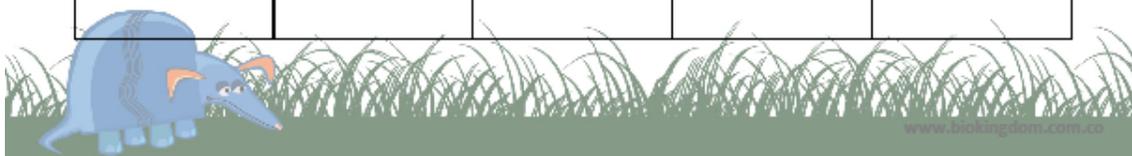
11. ¿Sobre cuáles animales buscaste información? \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_

12. Marca con una X tu respuesta. ¿Qué te llevó a buscar información sobre estos animales del álbum?

Tarea/trabajo	Interés personal	Curiosidad	No recuerdo
---------------	------------------	------------	-------------

13. Escribe el nombre de tus 5 animales favoritos del juego.

--	--	--	--	--



## Anexo 4. Encuesta

Aprendizaje basado en juegos para la educación ambiental sobre biodiversidad

### Encuesta sobre la experiencia educativa de los docentes participantes

Nombre: \_\_\_\_\_ Curso participante: \_\_\_\_\_

Nombre del colegio: \_\_\_\_\_ Ubicación: \_\_\_\_\_

#### Datos demográficos de la población escolar que participó en el estudio.

1. Rango de edad (estudiantes de menor edad y de mayor edad): \_\_\_\_\_ - \_\_\_\_\_ años.
2. ¿En este curso hay estudiante extraedad (Sí/No)?: \_\_\_\_\_. ¿Cuántos? \_\_\_\_\_.
3. ¿Este curso tiene alguna peculiaridad que lo haga diferente a otros del mismo grado? (Sí/No) ¿Cuál?  
\_\_\_\_\_

#### Datos relacionados con el juego.

4. Marque con una X. ¿Durante cuántas semanas jugaron sus estudiantes?

1	2	3	4	5	6
---	---	---	---	---	---

5. Marque con una X la casilla que mejor exprese su opinión. ¿Qué opina del juego como una herramienta de educación ambiental sobre la fauna nativa de Colombia?

No sirve como herramienta educativa	Tiene muchos defectos/problemas	Podría funcionar	Funciona, pero cambiaría algunas cosas	Funciona bien	Es ideal y tiene muchas ventajas
-------------------------------------	---------------------------------	------------------	--	---------------	----------------------------------

6. ¿Observó alguna desventaja/problema/defecto en el juego que impide o dificulta su implementación como herramienta educativa? (Sí/No) ¿Cuál?

\_\_\_\_\_

7. Marque con una X la casilla que mejor exprese su opinión. ¿Cuál fue el grado de aceptación del juego por los estudiantes?

Muy malo	Malo	Aceptable	Bueno	Muy bueno	Excelente
----------	------	-----------	-------	-----------	-----------



8. Respecto a los animales presentes en el juego, ¿Qué impresión tuvieron los estudiantes al verlos?

Indiferencia	Desinterés	Interés	Curiosidad	Asombro
--------------	------------	---------	------------	---------

9. ¿Observó cambios conductuales en este grupo de estudiantes desde que se implementó el juego? (Si/No) ¿Qué tipo de cambios?

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

10. ¿Utilizó el juego para algún tipo de actividad de biología, matemáticas, química, etc.? (Si/No) ¿Cuál?

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

11. De los animales que observó en el juego, ¿cuántos conocía usted antes del juego?

Ninguno	Muy pocos	Algunos	Varios	Muchos	Todos
---------	-----------	---------	--------	--------	-------

12. ¿El juego lo llevó a pensar en la posibilidad de utilizar este tipo de herramientas lúdicas en su práctica docente? (Si/No) ¿Cómo?

\_\_\_\_\_

13. ¿Observó que los niños tuvieran alguna dificultad con la mecánica del juego? (Si/No) ¿Cuál?

\_\_\_\_\_

**Otras experiencias.**

14. ¿Tiene alguna anécdota o experiencia que desee compartir?

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

15. ¿Tiene alguna recomendación respecto al juego y/o su implementación en escenarios educativos?

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

**Agradecemos su participación en esta investigación**

