



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO**

**MAESTRÍA EN DOCENCIA PARA LA EDUCACIÓN MEDIA SUPERIOR**

**Desarrollo de una estrategia didáctica en el tema selección natural de  
bachillerato, utilizando como base el juego**

**TESIS**

**QUE PARA OPTAR POR EL GRADO DE MAESTRO EN DOCENCIA PARA  
LA EDUCACIÓN MEDIA SUPERIOR**

**CAMPO DE LA BIOLOGÍA**

**PRESENTA**

**BIÓL. ALBERTO ISRAEL AYALA PÉREZ**

**TUTORA**

**DRA. NORA ELIZABETH GALINDO MIRANDA - FACULTAD DE CIENCIAS  
UNAM**

**MIEMBROS DEL COMITÉ TUTOR**

**DR. LUIS FELIPE JIMÉNEZ GARCÍA – FAC. CIENCIAS**

**DRA. ARLETTE LÓPEZ TRUJILLO – FES IZTACALA**

**DR. ARTURO GARCÍA GÓMEZ – FAC. CIENCIAS – CCH SUR**

**M. EN D. SILVIA TORO BADILLO – FAC. CIENCIAS – CCH SUR**

**MÉXICO, CDMX, AGOSTO 2023**

**FACULTAD DE CIENCIAS**



Universidad Nacional  
Autónoma de México



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

## **Agradecimientos**

Quiero dar las gracias a mi familia, mis padres, mis hermanos, mis tías, mis primos y primas, a mi esposa, a mi hijo, y a todos los amigos y amigas, compañeros y profesores por estar en ese proceso de trabajo que resultó en esta tesis para obtener el grado de Maestro en Docencia para la Educación Media Superior del campo de conocimiento de biología, por parte de la facultad de ciencias UNAM.

Agradezco mucho el apoyo y comentarios acertados sobre mi trabajo de tesis a mí tutora de tesis de maestría la Dra. Nora Elizabeth Galindo Miranda, y a mis tutores el M. en C. Alejandro Martínez Mena, el Dr. Luis Felipe Jiménez García, y al Dr. Arturo García, Gómez, a la Dra. Arlette López Trujillo y a la M. EN D. Silvia Toro Badillo por su asesoramiento muchas gracias.

También al Conacyt por el apoyo para realizar los estudios de posgrado en la generación 2018-1. A la UNAM que me dio muchísimo con todos los profesores, maestros, doctores y personal, y espacios que forman parte de esta institución educativa de excelencia.

Es también justo y necesario agradecer a las actividades artísticas de guitarra impartidas en la facultad de ciencias por el maestro en música el guitarrista Diego López, que tantas satisfacciones me dieron, y a los deportes de la UNAM particularmente al judo impartido en el ex reposo de atletas de ciudad universitaria, pues fue gracias a los maestros Hilario Ávila, Verónica Jiménez, Agustín Buendía, Marco Antonio Carrillo y a todos los compañeros de entrenamientos que aprendí a valorar el significado de las palabras maestro y alumno.

Finalmente agradezco mucho a mí mismo por haber superado los obstáculos, los retos, los desafíos, los problemas y las situaciones que forman parte de un proceso de aprendizaje para obtener un grado de maestro.

Está tesis, este trabajo, este proyecto, este tiempo está dedicado principalmente a mi hijo, que me ha enseñado el valor del juego y como este es funcional para el aprendizaje y el desarrollo humano, al igual que a los alumnos del CCH sur que participaron en la implementación de la estrategia didáctica basada en un juego que desarrollé con la intención clara de no sólo ser un proceso psicopedagógico sino también un replanteamiento del significado de educar, enseñar y aprender a través

través de nuevas formas más humanas y más coherentes con el humanismo que abarca la educación y la labor de un agente educativo integral.

Gracias por todo.

Atte. Alberto Israel Ayala Pérez

Junio 2023, CDMX. México.

Correo de contacto:

israel\_it@ciencias.unam.mx



Imagen de los primeros bocetos del diseño conceptual, teórico y didáctico de “El juego de la evolución – resistencia bacteriana” por el Biól. Alberto Israel Ayala Pérez.

---

*Hay algo muy interesante que sucede con el bambú japonés y que nos enseña una importante lección. Cuando un cultivador planta una semilla de este árbol, el bambú no crece inmediatamente por más que se riegue y se abone regularmente.*

*De hecho, el bambú japonés no sale a la superficie durante los primeros siete años. Un cultivador inexperto pensaría que la semilla es infértil, pero sorprendentemente, luego de transcurridos estos siete años el bambú crece más de treinta metros en solamente seis semanas.*

*¿Cuánto podríamos decir que tardó realmente en crecer el bambú? ¿Seis semanas? ¿O siete años y seis semanas? Sería más correcto decir que tardó siete años y seis semanas. ¿Por qué? Porque durante los primeros siete años el bambú se dedica a desarrollar y fortalecer las raíces, las cuales van a ser las que luego de estos siete años pueda crecer tanto en solamente seis semanas. Además, si en algún punto en esos primeros siete años dejamos de regarlo o cuidarlo, el bambú muere”.*

*Autor: Anónimo.*

---

## Contenido

Resumen.....	2
Introducción.....	4
<b>Capítulo 1. Planteamiento del problema</b>	
1.1. El fundamento de la selección natural como un mecanismo de la evolución biológica y sus problemas de aprendizaje.....	7
1.2. Ideas o creencias erróneas de la teoría propuesta por Charles Darwin.....	10
1.3. Propósitos de aprendizaje y ubicación dentro del plan de estudios del CCH.....	11
<b>Capítulo 2. Marco teórico</b>	
2.1. El juego y la enseñanza del tema “selección natural”.....	15
2.2. El aprendizaje.....	19
2.3. El aprendizaje colaborativo.....	21
2.4. Teorías del juego y el aprendizaje.....	24
<b>Capítulo 3. Propuesta metodológica</b>	
3.1. Propuesta y validación de la estrategia didáctica lúdica.....	27
3.2. El juego y el aprendizaje colaborativo: Enseñanza de la teoría evolutiva.....	27
3.3. Las reglas del juego para la enseñanza del tema selección natural.....	29
3.4. Planeación de la estrategia didáctica para la enseñanza del tema selección natural en bachillerato: Desarrollo del aprendizaje por medio del juego.....	37
3.5. Planeación de la estrategia didáctica.....	41
3.6. Estrategia didáctica.....	43
ANEXOS 1.....	48
<b>Capítulo 4. Evaluación: Conclusiones y resultados</b>	
4.1. Autoevaluación: Conclusiones y resultados (Informe de la intervención).....	61
4.2. Evaluación del profesor por parte de los alumnos.....	62
4.3. Autodiagnóstico de fortalezas y debilidades. Programa de Formación Docente Individualizado (PROFODI-I).....	64
4.4. Análisis de los resultados por actividad (valoración de la propuesta).....	66
4.5. Conclusiones y valoración de la propuesta en su conjunto.....	69
4.6. Conclusión final.....	74
4.7. Reflexión final.....	76
ANEXOS 2.....	80
<b>Bibliografía.....</b>	<b>87</b>

## **Resumen**

El presente muestra el desarrollo e implementación de una estrategia didáctica para la enseñanza a nivel medio superior (bachillerato del plan de estudios del CCH sur de la UNAM) del tema evolución - selección natural basado en un juego de mesa original desarrollado como eje central de la actividad psicopedagógica que permitió el aprendizaje de un tema que muestra dificultades en su aprendizaje por parte de los alumnos y enseñanza por parte de los profesores. Este trabajo de tesis demostró que es posible enseñar, y lograr aprendizajes en los alumnos, a través de una actividad lúdica, que desarrolla, implementa y abarca los conceptos, temas, teoría y explicación del proceso de selección natural en la evolución biológica. El resultado final fue una estrategia desarrollada e implementada en CCH sur (colegio de ciencias y humanidades) de la UNAM, que muestra una estrategia innovadora basada en el juego, que está fundamentada en los conocimientos teóricos biológicos de un licenciado en biología por parte de la UNAM, de la facultad de ciencias, especializado en el área de la biología evolutiva y que fue el trabajo de tesis para obtener el grado de maestro en docencia.

## **Abstract**

This thesis shows the development and implementation of a didactic strategy for teaching at the upper secondary level (high school of the curriculum of the CCH sur de la UNAM) of the topic evolution - natural selection based on an original board game developed as the central axis of the psychopedagogical activity that allowed the learning of a subject that shows difficulties in its learning by the students and teaching by the teachers. This thesis work demonstrated that it is possible to teach, and achieve learning in students, through a playful activity, which develops, implements and covers the concepts, themes, theory and explanation of the process of natural selection in biological evolution. The final result was a strategy developed and implemented at CCH sur (college of sciences and humanities) of the UNAM, which shows an innovative strategy based on the game, which is based on the biological theoretical knowledge of a biology graduate from the UNAM, from the

Faculty of Sciences, specialized in the area of evolutionary biology and which was the thesis work to obtain the master's degree in teaching.



## INTRODUCCIÓN

Algunos de los principales problemas en el bachillerato respecto a la enseñanza del tema evolución y selección natural, se refieren a la dificultad para entender el proceso evolutivo, pues se ha señalado que en el contexto educativo un número significativo de estudios han mostrado el problema para que los alumnos comprendan conceptos centrales del neodarwinismo y de la teoría evolutiva central, pues existen concepciones en los alumnos que no son válidas desde el punto de vista evolutivo, reflejan errores en la comprensión del tema, el cual es central y fundamental en la biología. Además, estos errores persisten en estudiantes universitarios después cursar estudios sobre el tema en nivel bachillerato actual (Hernández-Ruiz, 2000). El propósito de este trabajo es diseñar y aplicar una estrategia didáctica innovadora, la cual resuelva los problemas de aprendizaje respecto del tema selección natural en bachillerato, fundamentada en el juego, y el aprendizaje colaborativo, y la cual pueda lograr los aprendizajes esperados en bachillerato, particularmente para el plan de estudios del CCH.

El desarrollo de esta estrategia didáctica utilizando el juego como recurso primario, es el resultado de la investigación realizada a lo largo del posgrado MADEMS, campo disciplinar de Biología, respecto a la teoría evolutiva, sus problemáticas en el aprendizaje en alumnos con los cuales se trabajó, y juegos tanto de contenido científico como contenido meramente de entretenimiento, para plasmar dentro de los límites de lo posible los conceptos, información y elementos que componen el recurso didáctico como apoyo para la enseñanza-aprendizaje del tema selección natural en bachillerato. Para ello, es fundamental reconocer al juego como un recurso con una función esencial del desarrollo y el avance de los conocimientos humanos, y por ende de la educación, con el fin de establecer su verdadero valor pedagógico y reconocer su mérito en todas las dimensiones de la construcción del individuo (Melo M., *et al.* 2014).

En el ámbito disciplinario, el conocimiento que se quiere llevar a los alumnos, se sustenta en la teoría evolutiva propuesta por Charles Darwin y Alfred Wallace, ambos trabajando independientemente, desarrollaron la misma teoría, acerca de

cómo cambió y cambia la vida a lo largo del tiempo, a través de un mecanismo principal: la selección natural, que fue un punto de inflexión para la biología que también tuvo y tiene repercusiones en otras disciplinas científicas y sociales.

El gran mérito de Darwin, como lo ha señalado John Dupré (2003) radica en su capacidad para ofrecer un mecanismo que explica y describe el proceso de evolución a través de lo que él denominó "selección natural".

Este mecanismo se fundamenta en la presencia de variaciones en todas las formas de vida y en el hecho de que la descendencia de los organismos generalmente supera la capacidad de supervivencia del entorno. Este mecanismo se fundamenta en la presencia de variaciones en todas las formas de vida y en el hecho de que la descendencia de los organismos generalmente supera la capacidad de supervivencia del entorno. En otras palabras, según la perspectiva de Darwin, los organismos generan una descendencia mayor de la que típicamente sobrevive, pero esta descendencia presenta variaciones que pueden resultar más favorables en un entorno particular. Con el transcurso del tiempo, estas variaciones ventajosas se consolidan en el entorno, lo que da lugar al proceso evolutivo (Dupré 2003).

Para lograr transmitir el conocimiento del tema selección natural, se realizó haciendo énfasis en un caso real, con el ejemplo del surgimiento de bacterias resistentes a antibióticos, de manera que los alumnos pudieran interpretar el tema con un ejemplo que tiene relevancia en la vida cotidiana, en su salud y hábitos, y así entenderlo de forma cercana a la realidad, a eso se le sumó el eje central de la estrategia que fue un juego de mesa (véase el anexo 2 pág. 79), y una revisión del resultado en los procesos de cambio en las poblaciones debido a factores que ejemplifican la Selección Natural y, con esto se logró ilustrar el tema y alcanzar los propósitos de la estrategia didáctica.

## **Objetivo Central**

Generar una estrategia didáctica basada en el juego con el desarrollo de un material didáctico (un juego original) para la enseñanza-aprendizaje del tema evolución de los seres vivos. Particularmente para el plan de estudios del CCH, acompañada del aprendizaje colaborativo, para lograr los aprendizajes esperados del tema.

## **Objetivos particulares**

\*Desarrollar un juego de mesa para abordar y explicar el tema de selección natural.

\*Ejemplificar los conceptos clave del tema (variación, mutación, azar en evolución biológica, selección natural, población y organismo) en el juego desarrollado.

\*Implementar la estrategia didáctica colaborativa junto con el juego en el aprendizaje del tema evolución.

\*Realizar una evaluación por medio de la reconstrucción de los sucesos ocurridos a lo largo del juego (Bitácora Col modificada, figuras 9 y 13), en forma de un pequeño cuestionario-reflexión, donde los alumnos describan el desarrollo del juego que jugaron (El juego de la evolución – resistencia bacteriana) y respondan las preguntas con los objetivos clave del aprendizaje propuestos en la metodología, y con esto verificar si utilizan correctamente los conceptos clave.

\*Evaluar si la dinámica con el juego resulta útil en el aprendizaje del tema, y concluir cuáles son los aspectos positivos y ventajosos de esta propuesta, además, cuáles son los aspectos negativos y desventajas.

## Capítulo 1. Planteamiento del problema

### 1.1. El fundamento de la selección natural como un mecanismo de la evolución biológica y sus problemas de aprendizaje.

---

*“El organismo no está determinado ni por sus propios genes ni por el ambiente y ni siquiera por la interacción de estos factores, sino que lleva la señal de procesos fortuitos” (R. Lewontin 1998).*

---

La teoría evolutiva propuesta por Charles Darwin y Alfred R. Wallace, conocida como “La teoría de la evolución por medio de la selección natural”, es uno de los principales paradigmas de la biología moderna, su influencia permea todos los campos de las ciencias, tanto sociales como exactas. La selección natural es el mecanismo que explica cómo cambian los seres vivos y nos acerca a comprender la vida en sí misma, la biodiversidad, sus orígenes y sus causas, con todo lo que implica. Por tales motivos aprender evolución es una tarea que nos acerca a comprender la naturaleza de la vida y sus relaciones e implicaciones en todo ámbito biológico.

Otro aspecto no menos importante, y que es fundamental, es el no caer en errores, suposiciones o comprensiones totalmente erróneas de lo que nos puede explicar la teoría evolutiva. El fundamento de este trabajo es sustentar la relevancia, su aporte, y esclarecer los conceptos e ideas erróneas que tienen los alumnos de bachillerato sobre este tema central en biología, pero con un sentido más humano y a veces olvidado, por medio del juego, junto con el aprendizaje colaborativo.

El objetivo principal de este trabajo, se centró en desarrollar e implementar una estrategia didáctica basada en un juego de mesa, el cual desarrollé y al cual he llamado “El juego de la evolución – resistencia bacteriana” con el que se desarrolle aprendizaje por medio del juego y la colaboración, una estrategia que ya se ha implementado bajo otros contextos, pero lo innovador de este proyecto de tesis fue desarrollar un juego de mesa original y educativo, fundamentado en los conocimientos biológicos de la evolución y la selección natural para nivel

bachillerato, con el cual se enseñé evolución, particularmente el tema de selección natural, y que el aprendizaje sea de forma lúdica y humanista.

## **PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

La teoría evolutiva es considerada más como un conjunto de proposiciones que una sola afirmación, sin embargo, el punto central de la explicación propuesta por Charles Darwin en su libro “El origen de las especies por medio de la selección natural” (1859), es la selección natural (SN), este mecanismo fue propuesto por Darwin como medio para explicar la evolución biológica (Darwin C. 1859), la cual se conforma por tres premisas fundamentales añadiendo los conocimientos posteriores de la genética (Dupré, 2003), que se resumen en: 1) el rasgo sujeto a selección debe ser heredable; 2) debe existir variabilidad del rasgo entre los individuos de una *población*; 3) la variabilidad del rasgo debe dar lugar a diferencias en la supervivencia o éxito reproductor, es posible que ciertas características recientemente desarrolladas se propaguen en la población.

John Dupré (2003) también ha señalado las evidencias de la evolución y la importancia de la teoría, pero sobre todo que suele mal entenderse cuál es la importancia de la teoría de la evolución, su significado real y lo que esta puede explicar.

Las ideas de Darwin se han ido reforzando con las investigaciones en genética, biología molecular, registro fósil, anatomía, entre otras investigaciones sobre la evolución biológica. La noción original de la diversificación desde un ancestro compartido, propuesta por Darwin, ha ganado fortaleza durante más de 150 años de investigación en biología. En los recientes años, se ha señalado que probablemente se reescribirá la historia de la vida pero desde una pluralidad explicativa, basada en la conjunción de diversos fenómenos y procesos evolutivos que van desde la simbiogénesis, la transferencia horizontal de genes, la deriva génica, las hibridaciones, la plasticidad fenotípica, la epigénesis, los fenómenos del desarrollo embrionario y, desde luego, la variación y la selección natural o

reproducción diferencial (Noguera-Ruíz, 2009), y sin embargo, los conceptos fundamentales que sustentan la teoría evolutiva no han sido entendidos correctamente, y en algunos casos ni siquiera conocidos, por las personas que estudian a nivel bachillerato e incluso licenciatura, como lo señalan Noguera-Ruíz, entre otros autores (2009).

### **Análisis y explicación del problema**

Se ha señalado que en las concepciones del proceso gradual evolutivo, de acuerdo a lo entendido por los estudiantes de bachillerato, no lo relacionan con cambios en la proporción de individuos de una población, y el pensamiento poblacional es un aspecto fundamental para comprender el proceso evolutivo por variación y selección natural, pero los alumnos lo entienden como cambio gradual de las características de los organismos en sí mismas, las cuales pueden mejorarse o deteriorarse de una generación a la siguiente (Hernández R. *et al.*, 2009). Esta concepción es una de las más importantes para lograr entender el proceso evolutivo claramente, y es uno de los principales problemas en la enseñanza que no se logra entender de forma correcta y clara el pensamiento poblacional.

Para afrontar la problemática anterior, uno de los principales objetivos fue utilizar un juego original, propuesto con las bases teóricas de mi formación en Biología (Ayala P., 2016), pedagógicas y didácticas dentro del posgrado, junto con todo el trabajo de investigación académico para realizar una estrategia didáctica utilizando como base un juego de mesa, donde el factor principal del juego son las poblaciones biológicas, para resolver el mencionado problema de enseñanza. Añadido al juego como estrategia didáctica, se empleó el aprendizaje colaborativo como parte de la propuesta metodológica de enseñanza-aprendizaje.

En otros aspectos, no menos importantes que el primero, se han identificado en otros estudios previos algunos problemas de aprendizaje en el tema evolución, que se relacionan con las dificultades que pueden tener los estudiantes a la hora de enfrentarse a los contenidos del tema (Ma. Díaz de la Fuente, 2013).

Los siguientes puntos respecto a las concepciones erróneas que tienen los alumnos se pueden delimitar en dos grandes grupos basado en el trabajo de Díaz de la Fuente (2013):

Las ideas Lamarckianas por un lado, y por otra parte ideas o creencias erróneas de la teoría propuesta por Darwin. Estas ideas se presentaron también en algunos de los alumnos del grupo del CCH donde se aplicó un cuestionario (figura 13b, pág. 60) de conocimientos e ideas del tema, previo a la realización de esta estrategia didáctica.

## **1.2. Ideas o creencias erróneas de la teoría propuesta por C. Darwin**

A continuación, se muestra un listado de la situación objeto de estudio que son los problemas identificados en la enseñanza y aprendizaje del tema SN (selección natural) (Díaz de la Fuente 2013).

### **Ideas Lamarckianas, las cuales son:**

- \* Entender la selección natural como el intento de los seres vivos por adaptarse al medio para sobrevivir.
- \* Creer que a la selección natural proporciona a los seres vivos lo que necesitan para sobrevivir.
- \* Considerar la aparición de nuevas características por necesidad.
- \* Considerar que hay una adquisición de nuevas características anatómicas en los seres vivos mediante el uso y desuso de determinados órganos o partes del cuerpo.

### **Ideas o creencias erróneas de la teoría de Darwin.**

- \* Entender la evolución como un camino progresivo y lineal.
- \* Entender el cambio como gradual en los individuos de una especie o población, o sea de los organismos de manera individual y, no lo relacionan con cambios en una población de una determinada especie.
- \* Consideran que hacen falta pruebas que demuestren la evolución.
- \* Considerar que la teoría de la evolución cada vez es más rechazada en el ámbito

científico.

\* Consideran a las mutaciones como perjudiciales.

\* Creer que el chimpancé es un antepasado de los humanos porque procedemos de los monos.

\* Considerar que la evolución es falsa porque afirma que los humanos proceden de los monos.

\* Consideran que los seres vivos evolucionan siendo cada vez un poco más resistentes, oscuros o mejores.

### **1.3. Propósitos de aprendizaje y ubicación dentro del plan de estudios del CCH (contextualización)**

Sobre los anteriores dos principales, grupos de ideas erróneas identificadas (Díaz de la Fuente, 2013), que se han reportado en los alumnos de nivel bachillerato y considerando que los objetivos del plan de estudios de la CCH, para la cual fue formulada esta propuesta didáctica, el enfoque fue resolver el problema del pensamiento poblacional y los aspectos particulares que se plantean en los objetivos del plan de estudios de El Colegio de Ciencias y Humanidades (CCH).

El plan de estudios del CCH señala que los cursos de Biología I y II que se imparten en tercero y cuarto semestres del Plan de Estudios del Colegio de Ciencias y Humanidades, forman parte de la materia de Biología, que se ubica en el Área de Ciencias Experimentales. Ambos están orientados a contribuir en la formación integral de los alumnos en este campo del saber, a través de la adquisición de los conocimientos y principios propios de esta disciplina, así como propiciar el desarrollo de habilidades, actitudes y valores que les permitan enfrentar con éxito los problemas relativos al aprendizaje de nuevos conocimientos en este campo. Según el CCH (Centro de Ciencias de la Atmósfera) de la UNAM, el programa de estudio de Biología I y II se encuentra disponible en línea en el siguiente enlace: [https://www.cch.unam.mx/sites/default/files/programas2016/BIOLOGIA\\_I\\_II.pdf](https://www.cch.unam.mx/sites/default/files/programas2016/BIOLOGIA_I_II.pdf).

El tema se ubica en el curso de Biología II que se divide en dos unidades, la primera tiene como propósito lograr Identificar los procesos que han favorecido la



diversificación de los sistemas biológicos a través del análisis de las teorías que explican su origen y evolución para que el alumno comprenda que la biodiversidad es el resultado del proceso evolutivo.

Para lograr dicho propósito, la unidad se ha dividido en tres temas principales (evolución, aportaciones de las teorías al pensamiento evolutivo y escala de tiempo geológico), siendo el tema dos dónde los aprendizajes esperados son que el alumno logra Identificar el concepto de evolución biológica, y que reconozca las aportaciones de las teorías de Lamarck, Darwin–Wallace y Sintética, al desarrollo del pensamiento evolutivo. En este tema se empleó la estrategia propuesta de utilizar un juego de mesa como base para la enseñanza – aprendizaje del subtema específico selección natural.

Los propósitos generales de la materia Biología relacionados con el tema evolución y selección natural según el plan de estudios del CCH, se enumeran a continuación:

- Identifique la Teoría celular y la Teoría evolutiva por selección natural, como unificadoras para el estudio de la biología.
- Identifique las teorías que favorezcan la interpretación científica del origen y evolución de los sistemas biológicos.
- Que el alumno interprete a la evolución como el proceso por el que los sistemas biológicos cambian en el tiempo y cuyo resultado es la diversidad biológica.

[https://www.cch.unam.mx/sites/default/files/programas2016/BIOLOGIA\\_I\\_II.pdf](https://www.cch.unam.mx/sites/default/files/programas2016/BIOLOGIA_I_II.pdf).

En la práctica docente, en la que se aplicó esta estrategia didáctica, se realizó en un grupo de Biología II, se engloba dentro de la unidad I, la cual lleva por nombre ¿Cómo se explica el origen, evolución y diversidad de los sistemas biológicos?” (Fig.1)

### Contenidos temáticos Biología I

Unidad	Nombre de la unidad	Horas
1	¿Por qué la Biología es una ciencia y cuál es su objeto de estudio?	10
2	¿Cuál es la unidad estructural, funcional y evolutiva de los sistemas biológicos?	35
3	¿Cómo se transmiten los caracteres hereditarios y se modifica la información genética?	35

### Contenidos temáticos Biología II

Unidad	Nombre de la unidad	Horas
1	¿Cómo se explica el origen, evolución y diversidad de los sistemas biológicos?	40
2	¿Cómo interactúan los sistemas vivos con su ambiente y su relación con la conservación de la biodiversidad?	40

Figura 1. Contenidos temáticos de Biología I y II. Tomado de [https://www.cch.unam.mx/sites/default/files/programas2016/BIOLOGIA\\_I\\_II.pdf](https://www.cch.unam.mx/sites/default/files/programas2016/BIOLOGIA_I_II.pdf)

#### **Objetivos de aprendizaje;**

Los objetivos de aprendizaje se centraron en los puntos identificados como debilidades en un cuestionario previo sobre el tema de Selección Natural (SN). Los objetivos de aprendizaje se basan en los planteados por el plan de estudios del CCH y se orientan a las debilidades específicas identificadas respecto a los problemas de aprendizaje reportados.

Para lograr los objetivos de aprendizaje respecto a los problemas identificados, se desarrolló un juego basado en la teoría evolutiva como recurso didáctico base para la estrategia, apoyado el juego con el aprendizaje colaborativo, donde los alumnos guiados por el profesor, resolvieron sus dudas y se puso sobre el tablero de juego parte de los procesos fundamentales en la evolución por Selección Natural que causaban problemas en el aprendizaje.



## Capítulo 2. Marco teórico

### 2.1. El juego y la enseñanza del tema “selección natural”.

---

*“Puedes descubrir más sobre una persona en media hora de juego que en un año de conversación”. Platón*

---

Es reconocido que el juego es una actividad que ha aportado a la construcción del individuo y a la sociedad, pues es una actividad inherente al ser humano, vinculada al gozo, al placer y a la diversión. La importancia en el proceso de enseñanza y aprendizaje es reconocida, pues se considera una actividad didáctica que potencia el desarrollo cognitivo, afectivo y comunicativo, que son aspectos determinantes en la construcción social del conocimiento.

El juego no sólo facilita el aprendizaje de los estudiantes, sino que el docente se puede apoyar en un vasto conjunto de actividades didácticas que puede usar para motivar el aprendizaje. Al jugar, un proceso humano, se crean relaciones con objetos, situaciones y personas, se potencia el desarrollo cognitivo, sobre todo para la resolución de problemas y la creación de nuevos conocimientos. Reconocer el juego como una función esencial del desarrollo y el avance de los conocimientos humanos es fundamental, y por ende de la educación, con el fin de establecer su verdadero valor pedagógico y reconocer su mérito en todas las dimensiones de la construcción del individuo (Melo *et al.*, 2014).

Claramente el juego es un proceso humano, y en la elaboración de una tesis de Maestría en Docencia para la Educación Media Superior (MADEMS) la cual se engloba en el área de las ciencias y las humanidades, resulta fundamental tener presente el sentido humanístico de la educación.

En trabajos en los cuales el juego se ha utilizado como herramienta para el aprendizaje de conceptos y temas de la teoría de la evolución y la selección natural, ha comentado Herrera *et al.* (2014) que al analizar el rol del juego, en el videojuego comercial llamado *Spore* (Electronic Arts, 2008), como herramienta para la

enseñanza, se llegó a los resultados de que si bien el videojuego *Spore* se utilizó como una herramienta para mejorar la comprensión de los procesos evolutivos y se reportó que los estudiantes pudieron comparar sus ideas previas con el conocimiento académico a través de la simulación presentada en el videojuego, este aún carece de un sustento que realmente genere un aprendizaje correcto del tema evolución y selección natural a nivel bachillerato y en sus conceptos fundamentales.



Figura 2. SPORE™. El juego plantea en su descripción la posibilidad de: “Evoluciona desde una ameba hasta en un ser inteligente capaz de viajar por el espacio”. Estudio: Maxis, Género: Simulación, Plataformas: Mac, PC. Fecha de lanzamiento: 2008-09-05.

El juego *Spore* es un videojuego de simulación y estrategia en el que el jugador puede “evolucionar” una especie durante cinco etapas evolutivas. En el juego, el jugador inicia con un organismo microscópico y, a medida que progresa, este se transforma en criaturas sucesivas con características sociales e intelectuales cada vez más elaboradas. Los usuarios tienen la opción de "moldear la evolución" de la vida o de alterar a las criaturas (ver Figura 2) al agregarles atributos que afectan su habilidad para sobrevivir y prosperar (Herrero *et al.*, 2014). Los resultados de este

estudio consideran al videojuego como una forma interactiva para que los estudiantes exploren sus ideas previas y sus conocimientos académicos sobre la evolución y la Selección Natural (S N). El principal aporte según señalan Herrera y colaboradores, es que *Spore* ayuda en el proceso de enseñanza y aprendizaje, pues facilita a los alumnos a identificar y relacionar sus ideas previas y abstractas sobre la evolución biológica con los conceptos teóricos trabajados en clase y añadido a lo anterior, el videojuego resulta útil en que el profesor tenga más conocimiento sobre el grado de comprensión de sus alumnos sobre los conceptos que se deseaba aprendieran (Herrero *et al.*, 2014).

Con este juego se reporta el logro de un aprendizaje interactivo y una exploración de las ideas previas y sus conocimientos académicos sobre la evolución y la Selección Natural, sin embargo, en las aulas del CCH no existe el acceso a consolas de videojuegos, y sobre todo algunos de los elementos implícitos del videojuego *Spore* —recordando los problemas y concepciones erróneas de los alumnos a nivel bachillerato—, se repiten implícitamente de forma directa, pues el juego *Spore* encamina las acciones de los jugadores a medida que avanza el juego incorporando características que afectan a su capacidad para sobrevivir y prosperar, pero dentro de estas acciones se comete un claro error para fundamentar la teoría evolutiva, la cual es una de las concepciones erróneas que tienen los alumno de bachillerato sobre la evolución, y es: creer o interpretar que la Selección Natural es quién proporciona a los seres vivos lo que necesitan para sobrevivir.

Es justamente en el juego *Spore*, donde a medida que uno avanza consumiendo nutrientes (bits de meteoritos u otros organismos), que se van desbloqueando características que aumentan la capacidad de supervivencia, y esto claramente reafirma no sólo la idea de que la Selección Natural proporciona lo que los seres vivos necesitan para sobrevivir, sino también que se puede sobreentender que la evolución ocurre como un camino progresivo y lineal.

Además, por estas razones, principalmente, este juego realmente no facilitaría a los alumnos el identificar y relacionar sus ideas previas y abstractas, en el aprendizaje de la teoría evolutiva, sino reafirmar sus posibles conceptos y concepciones

erróneas acerca de la evolución biológica. Considero que debe entenderse, para enseñar este tema, que la evolución no es un proceso lineal, pues como lo señala Lewontin (1988), se trata de una trayectoria móvil, históricamente contingente, que se desarrolla a través del espacio de las posibilidades. Ciertamente el juego de *Electronic Arts* no está adscrito como un juego educativo u escolar, por esta razón desarrollar un verdadero juego educativo, pensado y planeado para la enseñanza de la teoría evolutiva por S N resulta en un trabajo que aporta a la educación y a la enseñanza de un tema central en la biología moderna.

Por estas razones consideré que un material didáctico en forma de tablero de mesa, dónde no se requiera energía eléctrica, ni un ordenador o de una consola para correr un juego, puede ser no solo útil para la enseñanza sino también práctico y accesible a otros niveles, si el docente domina el tema, y la imaginación en las dinámicas sería el límite para la utilización de este material original. Así se llevó a cabo en la implementación de este trabajo en las aulas.

## **Aprendizaje colaborativo y juego**

### **MARCO TEÓRICO**

Dentro del enfoque constructivista, el cual señala: el conocimiento es descubierto por los alumnos y transformado en conceptos con los que el alumno puede relacionarse, y que éste es posteriormente reconstruido y expandido a través de nuevas experiencias de aprendizaje, y recordando que el aprendizaje siempre será perfeccionable, me apoyé en el aprendizaje colaborativo, el cual fue parte integral de esta propuesta didáctica para la enseñanza del tema evolución y Selección Natural, con el elemento del juego como parte vinculante y central del proceso de enseñanza-aprendizaje y, además humana y recíproca, como lo es en sí mismo el juego y debe ser la educación.

Para la estrategia didáctica y, particularmente para los objetivos planteados en esta tesis de maestría, me enfoqué en señalar los principales fundamentos y teorías relacionadas con mis intenciones para sustentar mi proyecto.

## 2.2. El aprendizaje

Un objetivo de todo proceso de enseñanza aprendizaje, debiera ser coadyuvar en el desarrollo integral del alumno. Esta consideración parte de reflexionar sobre lo que yo mismo he concebido como educación y como aprendizaje, basado en múltiples autores y reflexiones.

El Dr. Jorge González González (1991), señala que existen tres momentos de alteridad (entendido como cambio en los conocimientos e información del individuo) en el proceso de aprendizaje y adquisición de conocimiento. Particularmente, en el tercer nivel que se refiere a los procesos de alteración del conocimiento, referente al ámbito educativo, es la transformación de la entidad real en unidad de conocimiento, y que aporta un componente fundamental, la creatividad, pues desde el punto de vista educativo el alumno pondrá en juego como señala González (1991), sus capacidades intrínsecas, su información previa, su experiencia y práctica, que producen una nueva alteración que el autor denomina “los procesos transformados”, los cuales en el ámbito educativo hacen referencia a la alteración subjetiva del conocedor. Lo que convierte a un proceso transformado en un proceso alterado.

En el ámbito educativo es como señala claramente el autor: “el proceso de obtención de información de la realidad y su interpretación”. Así pues, el conocimiento que el alumno adquiere “es una abstracción, es una representación que pretende reflejar lo más fielmente posible, ese concreto, esa realidad”. Citando al doctor González “El conocimiento es una construcción permanente de una realidad en constante cambio. Al ser una construcción, es una proposición de orden y al mismo tiempo, una proposición de verdad que intenta comprender y reconstruir la realidad” (González, 1991). Sobre esta argumentación, y concordando con el doctor González (1991), el aprendizaje es un proceso de transformación, y ciertamente este proceso debe tener a un factor fundamental, la comprensión de que a quién se le está enseñando —los involucrados en este proceso—, son seres humanos, y debe haber un sentido humano en cómo se enseña y cómo se aprende.



El aprendizaje se define como la acción y efecto de aprender algún arte, oficio u otra cosa. Aprender tiene su origen en la palabra de origen latín *apprehendĕre*, conformada por el vocablo “ad” que significa “a” y “*prehendere*” que expresa “percibir, agarrar”. Aprender en su sentido literal es coger o prender un objeto, especialmente si es de contrabando o ilegal.

La raíz recuerda la popular frase del investigador y escritor francés, especialista en ciencias de la educación y pedagogía Philippe Meirieu (1949- ) “Aprender es atreverse a subvertir nuestro verdadero modo de ser; es un acto de rebeldía contra todos los fatalismos y todos los aprisionamientos, es la afirmación de una libertad que permite a un ser desbordarse a sí mismo. Aprender, en el fondo, es hacerse obra de uno mismo” (Meirieu, 1998), la cual expresa el significado de aprender, más allá de la definición tradicional sobre que aprender es adquirir el conocimiento de algo por medio del estudio o de la experiencia o más banalmente como fijar algo en la memoria (RAE.es, 2023).

Dentro de la pedagogía se ha definido el aprendizaje, particularmente el llamado aprendizaje significativo o relevante, como “aquel que el estudiante ha logrado interiorizar y retener luego de haber encontrado un sentido teórico o una aplicación real para su vida” (Picardo *et al.*, 2005). Se plantea que este aprendizaje va más allá de la memorización, como se define en ocasiones el aprendizaje con fijar algo en la memoria, en esta definición se integra la comprensión, aplicación, síntesis y evaluación. En otras palabras, el aprendizaje debe tener un significado real y útil para el estudiante, evitando la visión tradicional o errónea de aprender por el simple hecho de hacerlo (Picardo *et al.*, 2005).

Para esta propuesta de aprendizaje se toma en consideración particularmente el aprendizaje colaborativo y el juego.

Sobre lo anterior es importante retomar lo que Piaget (1975) señalaba en su idea de que los niños construyen activamente su conocimiento a través de la interacción con su entorno, y en esta estrategia se buscó y logró lo anterior. Piaget propuso que

los niños pasan por diferentes etapas de desarrollo cognitivo, cada una caracterizada por formas específicas de pensamiento y razonamiento. En su libro "La equilibración de las estructuras cognitivas: Problema central del desarrollo" (1975), Piaget explica cómo los niños desarrollan y ajustan sus patrones de pensamiento a medida que interactúan con su entorno. Teoría centrada en la idea de que el aprendizaje es un proceso activo en el que los niños asimilan nueva información en sus estructuras cognitivas existentes, pero también acomodan y reajustan sus esquemas para adaptarse a nuevas experiencias (Piaget, 1975).

### **2.3. El aprendizaje colaborativo**

Teniendo en consideración que el aprendizaje es un proceso que no ocurre en solitario, sino que esta actividad considerada auto estructurante, y que está mediada por la influencia de otros, y por esta razón el aprendizaje, es en realidad, una actividad de reconstrucción de los saberes de una cultura, y teniendo en cuenta que los aprendizajes que se producen en el ámbito escolar, son para posibilitar el enriquecimiento de los conocimientos, ampliar perspectivas y desarrollar al estudiante. Este proceso está determinado por la comunicación y el contacto interpersonal con los docentes y los compañeros de grupo.

El docente debe tener clara la importancia de las interrelaciones que establece el estudiante con las personas que le rodean, la influencia educativa que ejerce el docente y los compañeros de clase son fundamentales para adquirir conocimiento (Picardo *et al.*, 2005) en otras palabras, para lograr un aprendizaje verdadero.

Es claro que la enseñanza individualizada permitir a cada estudiante trabajar con independencia y a su propio ritmo, pero también es importante promover la colaboración y el trabajo grupal, pues para esta propuesta de estrategia didáctica, el juego no va en solitario, sino en colaboración, se ha comprobado que "los estudiantes aprenden más, les agrada más la escuela, establecen mejores relaciones con los demás, aumentan su autoestima y aprenden habilidades sociales más efectivas cuando trabajan en grupos cooperativos, que al hacerlo de manera

individual y competitiva” (Picardo *et al.*, 2005). Igualmente se reconoce que la enseñanza se puede describir como un proceso continuo de negociación de significados, de establecimiento de contextos mentales compartidos, fruto y plataforma a la vez de este proceso de negociación (Coll y Solé, 1990), negociación que dentro de la metodología de esta estrategia didáctica, va acompañada por intentar que los alumnos, en la medida de lo posible, conversen entre ellos, alentándolos a ser críticos, objetivos, y replantearse sus conceptos erróneos a lo largo de la actividad lúdica y construir con sus bases previas conocimiento, en este caso, del tema evolución – Selección Natural.

Una teoría que señala este aspecto colaborativo es la teoría “conversacional” (Pask, 1975), la cual sigue el punto de vista de Vygotsky (1979) sobre el hecho de que aprender es por naturaleza un fenómeno social. Pask (1975) afirmaba que la conversación existente entre profesor y estudiante tiene una importancia fundamental en la investigación del proceso de aprendizaje (Pask, 1975). Laurillard (1993), basado en la teoría de Pask ideó un modelo conversacional de aprendizaje y enseñanza, donde describe la enseñanza y el proceso de aprendizaje como una relación de dialogo entre profesor y alumno.

La negociación y estudio de varios puntos de vista sobre un determinado tema, mediante un diálogo entre profesor y alumno, espera que la percepción del alumno en lo que respecta a un concepto se vaya modificando hasta llegar a un punto donde el estudiante y el académico concuerdan (Laurillard, 1993), es un esquema bastante objetivo, pues no centra el conocimiento sólo en el profesor, como un ente que lo sabe todo, sino comparte y respeta las posibles aportaciones del alumno. Algunos autores han buscado incluso diseñar un modelo Conversacional Colaborativo, dónde según su trabajo, señalan que este puede ayudar para idear la estructura y las reglas de funcionamiento de cualquier sistema educativo, ya sea a distancia o presencial (Yousef Martín *et al.*, 2006), sin embargo, como se señala, es sobre todo en el sistema educativo a distancia donde se puede explotar de una manera más fácil las ventajas que ofrece su modelo.

Para este trabajo, que sería y fue realizado en educación presencial, el juego es lo que sustenta la colaboración en presencia, para enriquecer no sólo el dialogo sin más sobre un tema, como en la enseñanza tradicional, sino sobre el eje de una actividad lúdica dónde se incluya al alumno, los estudiantes en conjunto y el académico como guía y motivador en el dialogo, para generar un aprendizaje verdadero.

Así pues, recordando que la adquisición de nuevo conocimiento es el resultado de la interacción de gente que participa en un diálogo. Tal como señala Zañartu (2003): El proceso de aprendizaje se caracteriza por ser dialéctico y dialógico, donde un individuo confronta su perspectiva personal con la de otro, ya sea con otra persona o consigo mismo, con el fin de alcanzar un acuerdo. Esta dinámica se aprecia claramente en el aprendizaje colaborativo, el cual promueve la iniciativa individual y la participación activa de los miembros del grupo en la toma de decisiones. Además, fomenta la motivación de todos los integrantes, lo que resulta en una mayor productividad (Jaramillo, 2012; Zañartu, 2003).

Finalmente, para señalar que este trabajo no pretende ser una estrategia tradicional o una estrategia repetitiva de algo bajo un contexto distinto, recordaré la idea de que la didáctica actúa como una herramienta para el proceso de aprendizaje. En la realidad educativa de América Latina, la didáctica se ha destacado como una disciplina que se encarga de explicar cómo los estudiantes pueden mejorar su intelecto, emociones y habilidades motoras. Se ha definido como un estudio riguroso que proporciona al docente estrategias para abordar el conocimiento, haciendo que sea más accesible. Sin embargo, su objetivo principal es la creencia de que en las aulas, los procesos académicos deben ser facilitados a través de la aplicación de técnicas diseñadas para el aprendizaje y no simplemente para la enseñanza. En este sentido, la didáctica reconoce el método didáctico como el enfoque principal que los profesores deben emplear para guiar el proceso de desarrollo de los alumnos (Picardo *et al.*, 2005).

Sobre definición anterior es justo señalar, que este trabajo no pretende ser una receta de cómo enseñar el tema evolución, sino la implementación de una estrategia

de aprendizaje no tradicional, que reconsidere el ambiente escolar no como un sitio donde se adoctrina a los alumnos a repetir o memorizar conceptos, ideas, formulas, textos, etcétera, para apuntalar quién mejor repita con un diez o con un seis el menos memorístico, sino más bien como lo que debe ser la educación y el aprendizaje, considerado en esta propuesta de trabajo, como un acto de creación, dinámico, colaborativo y divertido.

#### **2.4. Teorías del juego y el aprendizaje.**

La definición de juego, según el Diccionario de la lengua española es: la acción y efecto de jugar por entretenimiento. El juego es un ejercicio recreativo o de competencia sometido a reglas, y en el cual se gana o se pierde. Juego de naipes, de ajedrez, de billar, de pelota son ejemplos de juegos. En uno de los significados de juego se puede entender también como una actividad intrascendente o que no ofrece ninguna dificultad (RAE.es, 2023), definición que en ocasiones puede llegar a demeritar el valor lúdico en el aprendizaje, pues como señalan Melo y colaboradores (2014) el juego es una actividad que ha aportado a la construcción del individuo y a la sociedad. Es una actividad inherente al ser humano, vinculada al gozo, al placer y a la diversión, y tiene una importancia en el proceso de enseñanza y aprendizaje reconocida, pues se sostiene que, cuando se inserta en una actividad educativa, amplifica el progreso en las dimensiones cognitiva, emocional y comunicativa, las cuales juegan un rol crítico en el proceso de construcción social del conocimiento.

Además, las investigaciones señalan que el juego favorece la creatividad, el espíritu investigativo y despierta la curiosidad por lo desconocido, tópicos fundamentales en la ciencia (Melo *et al.*, 2014).

Por otro lado, una secuencia didáctica se ha considerado más que una lección o tema, un modelo alternativo de enseñanza que permite concretar todas las decisiones y elecciones realizadas en otros niveles de planificación educativa, como

los objetivos, los planes de estudio y todo lo que establece y respalda una cierta forma de concebir y llevar a cabo la enseñanza y su comunicación, tienen un impacto en la secuencia didáctica. Según lo indicado por Obaya y colaboradores (2007), vemos la secuencia didáctica como una propuesta flexible que puede y debe ajustarse a la situación concreta que busca atender. Esto implica una cierta organización del proceso de enseñanza-aprendizaje para evitar la improvisación constante y la falta de dirección, mediante un proceso reflexivo en el que participan tanto los estudiantes como los docentes, los contenidos del curso y el entorno. Además, la secuencia didáctica se presenta como una herramienta efectiva para analizar y explorar la práctica educativa. Su objetivo es inculcar valores, actitudes y habilidades cognitivas que fomenten la representación de la propia experiencia y el conocimiento, tanto en el ámbito escolar como en otras situaciones de aprendizaje del estudiante (Obaya *et al.*, 2007).

Bajo estas consideraciones el juego como forma de enseñanza-aprendizaje puede jugar un papel considerablemente más humano y con sentido en el aprendizaje. Pues como ha señalado Huizinga (2000) uno de los primeros elementos que facilita el desarrollo del conocimiento del ser humano –y ha sido así a largo de su existencia como especie– es el juego. Pues como señalé en la definición que en ocasiones se tiene del juego como simplemente un medio para gastar energía o pasar el tiempo, hay que recordar que, en cuanto el juego traspasa los límites de la ocupación puramente biológica o física, pasa a ser una función llena de sentido (Huizinga, 2000; Melo *et al.*, 2014) y como las investigaciones lo señalan, una herramienta muy útil en el aprendizaje.

Es reconocido que el juego es un elemento potenciador de la enseñanza y el aprendizaje de las ciencias, ya que no sólo facilita el aprendizaje de los estudiantes, sino que el maestro se respalda en una amplia variedad de actividades pedagógicas que emplea para estimular ese proceso de aprendizaje. En las aulas se han obtenido resultados satisfactorios que incluso han permitido incluir varias asignaturas en una sola propuesta didáctica. Por estas razones cada vez son más los académicos del área de las ciencias quienes apoyan en estos postulados y se

lanzan a incluirlos en sus actividades, por supuesto, se plantea con metas que van mucho más allá de simplemente entretener. Uno de ellos es Chimeno (2000), quien considera que el juego educativo se puede aplicar en las clases de ciencias en todos los niveles, con fin de ampliar la calidad de los conocimientos de los estudiantes (Melo *et al.*, 2014) y estos mismos fines son los que esta propuesta didáctica pretende llevar a cabo.

Finalmente, retomando el tema central de aprendizaje, es claro que dentro de todas las perspectivas que existen en la teoría de la evolución propuesta por Darwin y los posteriores conocimientos y teorías añadidas, como lo fue la genética, que dio lugar a la llamada síntesis evolutiva, es clara la relevancia y sus fundamentos.

El comprender y dar una explicación al cambio que se demuestra con las evidencias evolutivas, nos acerca a conocer más profundamente la vida y las relaciones causales y contingentes que dieron lugar a toda la biodiversidad existente en la Tierra, y evitar las interpretaciones o concepciones erróneas que como señaló anteriormente pueden llevar a explicaciones alejadas o equivocadas de las argumentaciones evolutivas, las cuales pueden llevar a mucha gente a suponer que por ejemplo con la psicología evolutiva, con respecto a la conducta humana, como lo ha señalado J. Dupré (2003), esta no sugiere que algunos hombres tienen genes mutantes que los impulsan a violar, sino más bien que es normal en los hombres una disposición a violar, —ambos puntos son igualmente incorrectos cabe señalar— y malinterpretando los postulados y explicaciones que nos da la teoría evolutiva, pues en un sentido amplio, ésta incluye la clase de procesos culturales que la psicología evolutiva precisamente se propone rechazar. Por estas razones es fundamental comprender de raíz la teoría evolutiva, sus principios básicos, para no llegar a formular ideas totalmente absurdas o descabelladas, fundamentadas en una malinterpretación de la biología evolutiva.

Por tales motivos el enseñar evolución es una tarea que nos acerca a comprender la vida en sí misma, la biodiversidad, sus orígenes y sus causas, con todo lo que implica.

## Capítulo 3. Propuesta metodológica

---

*«Cada acto de percepción es en cierto grado un acto de creación  
y cada acto de memoria es a cierto modo un acto de imaginación»*

*Gerald M. Edelman*

---

### 3.1. Propuesta y validación de la estrategia didáctica lúdica

#### PROPUESTA DIDÁCTICA

Para lograr el desarrollo e implementación de esta estrategia didáctica basada en el juego, el enfoque fue resolver las concepciones erróneas y/o conceptos que generalmente quedan sin comprenderse correctamente en el tema de selección natural, con la planeación de la estrategia enfocada en los objetivos planteados previamente. Se desarrolló a largo de todos los semestres del posgrado una revisión exhaustiva de diferentes juegos, formas de aprendizaje, tableros de mesa, fichas, dados, cartas, etcétera, de múltiples juegos y fui desarrollando la estrategia con la incorporación de los aspectos teóricos de la evolución por medio de la Selección Natural, y de esa manera se desarrolló e implemento una didáctica específica basada en el juego para el proceso de enseñanza – aprendizaje del tema Selección Natural , en un plan de estudios específico del CCH sur de la UNAM. A continuación, se describe la propuesta.

### 3.2. El juego y el aprendizaje colaborativo: Enseñanza de la teoría evolutiva

#### METODOLOGÍA

Para la propuesta de trabajo, el recurso fundamental fue el desarrollo del juego, dónde se incluyeran los conceptos e información necesaria para lograr completar exitosamente los objetivos de aprendizaje planteados.



El juego de mesa al cual se tituló “El juego de la evolución – resistencia bacteriana”, Fue el recurso utilizado para implementar una estrategia conceptual novedosa, con la incorporación de un juego para la enseñanza del tema evolución y selección natural.

En la estrategia didáctica desarrollada, el primer elemento a estructurar fueron las reglas del juego donde se incorporarán los conceptos fundamentales de la teoría de la evolución por Selección Natural de Darwin. Posteriormente idear el plan de la clase para lograr hacer dentro de la dinámica de la estrategia didáctica observaciones a los alumnos, con la finalidad de orientar el aprendizaje.

Dentro de lo que es considerado “aprendizaje colaborativo” es necesario recordar a los alumnos como seres humanos, entes sociales que necesitan mantener contactos en las empresas (en este caso en la búsqueda de aprendizaje), donde los equipos de trabajo sustituyen cada vez más al trabajador individual quien toma decisiones y ordena; actualmente se considera que los grupos asumen decisiones con más riesgo y aprenden con más rapidez, pues se ha comprobado como las personas participando en equipos “se motivan por la experiencia de trabajar con sus compañeros en la búsqueda de maneras de mejorar sistemas y procesos de la empresa y resolver problemas. Si el equipo logra alcanzar sus metas, la experiencia suele ser muy satisfactoria, y genera una fuerte identificación con el equipo y orgullo por sus logros” (Jaramillo, 2012), así la motivación generada durante el desarrollo de la actividad lúdica sería un aliciente extra para el aprendizaje al estar motivados por la experiencia de trabajar con sus compañeros en la búsqueda de soluciones, estrategias y aprendizaje.

Este aprendizaje colaborativo fue llevado en equipos de 4 a 6 integrantes, para poder tener mayor control y retroalimentación con los alumnos, y así lograr una participación con mayor eficacia. Se realizó una presentación sobre el caso de una modelo muerta a causa del contagio con una bacteria multi resistente a antibióticos en un hospital (figura 12), donde el punto de la exposición-discusión fue partir del caso concreto (CNN, 2009); el cual causa una emoción en los alumnos para así detonar la atención y generar emoción-interés desde el comienzo de la estrategia,

para lograr con la presentación dar a conocer la importancia de la selección natural en la vida cotidiana. Posteriormente se explicaron las reglas del juego.

### **3.3. Las reglas del juego para la enseñanza del tema selección natural**

Tal como se define un juego y la concepción de educación en la cual se apoya este trabajo, fue una representación abstracta de la realidad por medio de elementos conceptuales y teóricos de la Selección Natural aplicados en un juego para apoyar la enseñanza del tema selección natural - evolución.

A continuación, se describen los elementos del recurso didáctico y su relación con los problemas y objetivos de aprendizaje, como elemento central de la estrategia didáctica:

#### **Jugadores**

El juego está diseñado para ser jugado por 2 jugadores o 2 equipos, los cuales “luchan” por sobrevivir atravesando el tablero (las losetas hexagonales), y gana quién al final de un tiempo determinado tenga más bacterias o pierde quién se quede sin bacterias para jugar.

A cada jugador o equipo, se les asigna un número determinado de 12 bacterias, divididas en (fichas de colores) 3 azules, 3 rojas y 3 amarillas, que representa bacterias sin ninguna mutación (genes) que les confieran resistencia a antibiótico, y 1 morada, 1 verde y 1 naranja, representan las bacterias con una mutación de resistencia a antibiótico.

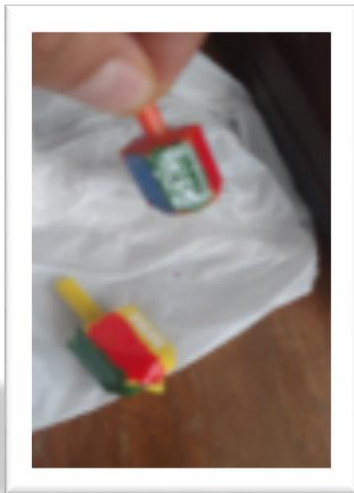
El curso del juego está diseñado para al ir avanzando y finalizar el juego, la cantidad de fichas (bacterias) de colores morado, verde y naranja (las cuales ejemplifican las bacterias con genes de resistencia bacteriana) sean mayor en comparación con las anteriores fichas de color azul, rojo y amarillo que representan bacterias sin genes de resistencia a antibiótico, explicándose bajo un proceso de Selección Natural, dónde los genes de resistencia a antibióticos les confieren una sobrevivencia diferencial respecto a las no-resistentes a antibióticos. Lo anterior se da por medio

de las cartas del juego que representan las presiones de selección sobre la variación biológica y los procesos de ambientes fortuitos no direccionados, sino azarosos y circunstanciales como ocurre en la naturaleza. En los Anexos 2 de la página 80 se encuentran las imágenes del tablero, las fichas y las cartas.

### **El tablero (losetas hexagonales móviles)**

El juego consiste de un tablero armable (figura 3) de forma hexagonal (12 losetas), el cual está dividido en 6 casillas de colores rojos, amarillo, azul, y una casilla central blanca donde se representa los símbolos de reproducción y mutación.

#### **\*Casillas de mutación y reproducción**



Dentro de las losetas armables que componen el tablero, dentro del hexágono, en la casilla blanca están representados los símbolos de reproducción (elefante) y mutación (circulo fractalico), lo que se determina cuando un jugador al avanzar sobre las casillas cae en determinado punto marcado que represente la reproducción, añadiéndose una ficha más del mismo color de la ficha que cayó sobre la casilla de reproducción. En el caso del símbolo de mutación la ficha cambiará de color determinada por una **pirinola** que se girará por el jugador

o equipo que cayó en esa casilla, la cual está marcada de los 6 colores que componen las fichas (amarillo, rojo, azul, verde, naranja y morado), el color en el que se detenga será al cual cambie la ficha del jugador.

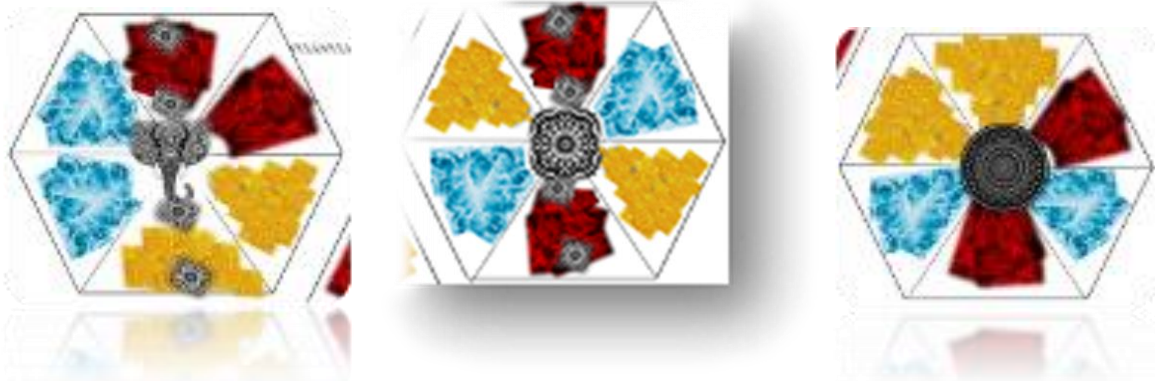


Figura 3. Tablero de losetas hexagonales. Con el simbolo de **mutación** (da una ficha de un color al azar —determinado por el color indicado en la pirinola al jirlarla— se suma a la población del jugador, en la casilla de **reproducción** (una figura de mismo color se suma simplemente) y vacío (no hay efecto, es neutralidad).

***Sustento al subtema específico de la resistencia bacteriana como un proceso resultante de la selección natural.***

Cada elemento en el tablero (Figura 5) representa un significado biológico-evolutivo, en el caso de la mutación en el juego, está esta representada y determinada por el jiro de la pirinola, representando así el azar en la variabilidad genética producida por una recombinación o una mutación genética.

El aspecto de la reproducción representa el crecimiento poblacional cuando las condiciones lo permiten, como es el caso de una caja petri con agar específico para que en ese medio se puedan reproducir las bacterias bajo condiciones de nutrición óptima, así se representa este aspecto sumando una ficha más que representa una población de bacterias sumándose por la reproducción diferencial, concepto incluido así también dentro del juego.

El elemento del vacío en el juego representa los momentos de calma o de reproducción lenta en una caja de petri, corroborado en múltiples experimentos, (Bochicchio *et al.*, 2009; Martínez-López, N. *et al.*, 2021) así como las mutaciones neutrales. Así el juego logra incluir los conceptos biológicos sustentando el conocimiento pretendido y logrado transmitir en esta estrategia didáctica basada en el juego, como medio de aprendizaje con el desarrollo de esta estrategia didáctica

en el tema selección natural de bachillerato, utilizando como base el juego aquí explicado, implementado y valorado por los alumnos como un buen método lúdico de aprendizaje (vease pág. 70).

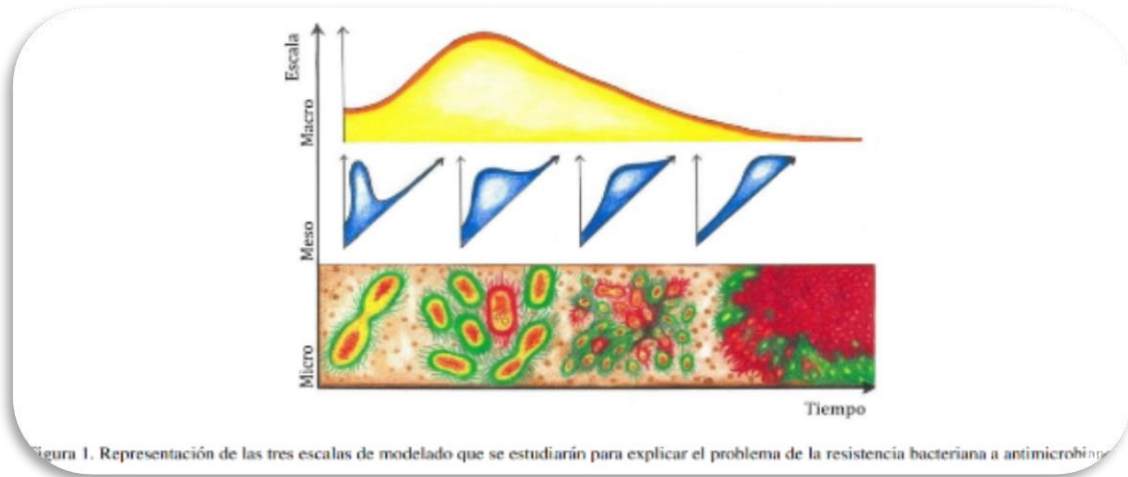


Figura. 3B. Representación gráfica de un estudio de crecimiento bacteriano de la dinámica de la resistencia bacteriana a antimicrobianos, de un estudio realizado en el 2022 (Martínez-López, N. *et al.*, 2022).

### Las fichas

El juego consta de fichas (figuras de bacterias) de colores. Un jugador o equipo tiene las fichas sin moteado y, el otro jugador o equipo tiene las fichas de colores moteados (para diferenciar entre los dos equipos que juegan, figura 4), las cuales representan poblaciones de bacterias (la variación con moteado es para distinguir un jugador o equipo del otro).

Las fichas son de los siguientes colores: Amarillo, rojo, azul, representan las bacterias sin resistencia a antibióticos, y las verde, morado y naranja representan las bacterias con genes de resistencia a antibióticos, así representan la variabilidad en la población de bacterias.

Cada equipo comienza con una población de 12 bacterias en la siguiente proporción 3 amarillas, 3 rojas, 3 azules, 1 verde, 1 morada y 1 naranja. De tal manera que se

representa una población de bacterias con variaciones en cuanto a su grado de resistencia a antibióticos que se espera vaya cambiando en el transcurso del juego.



Figura 4. Fichas (bacterias de diferentes colores. Población moteada (izquierda) y población sin manchas (derecha) para diferenciar a los dos jugadores o equipos que juegan.



Figura 5. Fichas y tablero de juego.

### **Dados (movimiento de las fichas)**

Los movimientos de las fichas estarán determinados por el número que salga en su dado correspondiente. Cada equipo tendrá 3 dados, un dado rojo, un dado azul y un dado amarillo. Se tienen por tanto 3 tiros por turno. Se moverán las fichas dependiendo del dado que se tire, significando esto que, si se tira en dado de color rojo, se deberá mover una ficha de color rojo. Para el movimiento de las fichas de colores secundarios (morado, verde y naranja) se realizará con cualquier dado significando la utilización de un movimiento utilizado con ese dado.

## Comienzo del juego

Cada jugador o equipo comienza desde su loseta específica, ya sea loseta lisa (jugador 1) o moteada (jugador 2). El juego comenzará con las 12 fichas por cada equipo que se avanzarán en 3 turnos por equipo y al finalizar sus movimientos, se tomarán 3 cartas por equipo, las cuales se podrán utilizar en el desarrollo del juego (alternando los turnos) teniendo la posibilidad de utilizarse en el orden que se considere por los jugadores. Cada ronda consta entonces de 6 movimientos por cada equipo, utilizándose ya sea o los dados o las cartas en el orden preferido. Al finalizar una ronda se vuelven a tomar 3 cartas más y se continúa el juego (figura 6).



Figura 6. Desarrollo del juego entre dos equipos de 4 integrantes cada equipo.  
Alumnos del CCH sur.

## Las cartas (“cartas de Selección Natural”)

El juego consta de 30 tarjetas (Figura 7) con información sobre la evolución, la resistencia bacteriana y su relación con la Selección Natural. Estas cartas contienen instrucciones o efectos sobre la población de bacterias (fichas) que cada equipo tiene, estos efectos son la muerte de las bacterias de un determinado color específico en determinada casilla de algún color de los tres del tablero, por ejemplo, la instrucción de una carta (llamadas dentro del juego “cartas de Selección Natural”)

sería: “Bacteria color azul en casilla roja muere”, lo que causa la eliminación de toda ficha (de ambos equipos) que sea de color azul y se encuentre sobre una casilla roja. Esto es para ejemplificar el efecto de un antibiótico, eliminando a las bacterias en esas casillas de colores, independiente del equipo, pues la Selección Natural no distingue entre un jugador u otro, simplemente actúa el ambiente sobre los genes y características presentes.

Estos elementos del juego cumplen el papel de representar la Selección Natural causada por un antibiótico o algún compuesto capaz de eliminar a las bacterias, dónde el color representa el grado de resistencia a antibióticos, dónde los colores primarios: azul, amarillo y rojo representarán bacterias de baja resistencia a antibióticos o nula resistencia, y los colores secundarios: Naranja, morado y verde las bacterias resistentes a antibióticos.

Esta estadística de resistencia está determinada por las cartas de SN, donde la proporción matemática de muerte a bacterias de color primarios versus bacterias color secundario es de 6 a 24, dónde por cada carta de Selección Natural que afecte a una de color secundario hay 18 cartas que eliminan a bacterias de color primario, significando esto un cambio en la proporción de colores a medida que transcurre el desarrollo del juego, quedando al final más fichas de colores secundarios que de colores primarios en proporción al inicio del juego.

Sin embargo, los resultados aunque tienden a una mayor proporción de colores secundarios, en la dinámica del juego por las características aleatorias de azar y cierta estrategia al momento de jugarse, no está determinado un orden o resultado preestablecido, pudiendo cambiar la población representada sólo en los colores primarios y no en más colores secundarios, pudiéndose así explicar, las propiedades intrínsecas del proceso evolutivo, un proceso no determinado, ni con una dirección, sino el producto de la variación, el organismo y el ambiente interactuando con eventos y procesos no determinísticos.





Figura 7. “Cartas de selección natural” del juego “Evolución-resistencia bacteriana”.

### **Objetivo y desarrollo del juego con la estrategia de aprendizaje**

El elemento de entretenimiento y diversión propio de este juego se fundamenta en la estrategia y el azar. El elemento educativo se fundamenta en los elementos incorporados en las fichas como representación de poblaciones, la variación entre estas, eventos no determinados como representación de la contingencia en el proceso evolutivo, y la información contenida en las tarjetas (figura 8).



Figura 8. Elementos del juego: Tablero (losetas), Fichas (representando a las bacterias con diferentes colores: Amarillo, azul, rojo; correspondientes a bacterias sin una resistencia a antibióticos, y naranja, morado y verde para representar las bacterias con una mutación de resistencia a antibióticos), dados de colores para avanzar las bacterias en el tablero, pirinola para representar el azar y variaciones ambientales, las “cartas de selección natural” e instructivo.

### **3.4. Planeación de la estrategia didáctica para la enseñanza del tema selección natural en bachillerato: Desarrollo del aprendizaje por medio del juego**

La estrategia didáctica del presente trabajo de maestría se fundamenta en la utilización de un juego de mesa original desarrollado para la enseñanza del tema Selección Natural en bachillerato, el cual es el eje que guía la dinámica de la estrategia didáctica.

Durante el desarrollo del juego en el aula, se fueron resolviendo las dudas surgidas en clase, y en estos puntos clave de la dinámica es cuando se concretaron y reafirmaron los conceptos clave enfocados en esta estrategia didáctica.

La teoría evolutiva, y más aún el proceso mismo de la evolución da sentido a la biología moderna, en palabras de Stephen Jay Gould, retomando lo expuesto en su libro "La estructura de la teoría de la evolución" (2002), dónde aborda el tema de la evolución biológica, sostiene que la evolución no es un proceso lineal y gradual, sino más bien un proceso caracterizado por cambios episódicos y saltos evolutivos. Gould propone la teoría del equilibrio puntuado, junto a Niles Eldredge en los años 70, la cual sugiere que las especies experimentan períodos de estabilidad evolutiva interrumpidos por rápidos cambios en cortos lapsos de tiempo, algo observado en las bacterias (Bochicchio *et al.*, 2009; Martínez-López *et al.*, 2021), y se trata de reflejar en el juego expuesto en este trabajo. Estos cambios pueden ser impulsados por eventos como mutaciones (el juego lo representa con ciertas casillas relacionadas con procesos mutacionales), cambios ambientales (las losetas y movimiento de las fichas representa) o migraciones (en las bacterias ocurre por proceso de contaminación biológica).

Según Gould, la evolución biológica no es un camino predecible y constante hacia una forma de vida superior, sino un proceso complejo y multifacético en el que la diversidad y la contingencia juegan un papel fundamental, algo que el juego de esta estrategia didáctica trata de exponer lúdicamente. La perspectiva de Gould reta la idea tradicional de una evolución gradual y continua, destacando la importancia de los eventos fortuitos y la variabilidad en el proceso evolutivo (Gould, 2002) aspecto incluido en el juego con los diferentes colores de las fichas (amarillo, rojo y azul representando bacterias no resistentes a antibióticos y los colores secundarios naranja, verde y morado representando las bacterias con genes de resistencia a antibióticos).

Para evaluar la utilidad de esta estrategia por medio del juego y, evaluar con ello el aprendizaje de los alumnos, se realizó por medio de una bitácora Col (Figura 9), la cual se modificó haciendo preguntas relacionadas al tema de la Selección Natural. Este ejercicio por parte de los alumnos, el cual consistió en describir la historia de sus acciones en el transcurso del juego, además de hacer las observaciones clave que aspira a enseñar esta dinámica, las cuales son: que el alumno comprenda el

conjunto de factores que intervienen en la evolución de los seres vivos por medio del mecanismo propuesto por Darwin, la Selección Natural y su significado correctamente. También, que los alumnos visualicen como cambia una población a través del tiempo por los factores abióticos y bióticos que intervienen en la naturaleza, y entienda que las variaciones son el motor de la evolución. Por último, que los alumnos entiendan qué es la Selección Natural y su importancia como mecanismo propuesto por Darwin para explicar y fundamentar la evolución de los seres vivos.

### **Aprendizaje lúdico**

Las investigaciones señalan el juego como una actividad favorecedora de la creatividad, el espíritu investigativo y despierta la curiosidad por lo desconocido, tópicos fundamentales en la ciencia (M. Melo *et al.*, 2014)

Es reconocido el juego como elemento potenciador de la enseñanza y el aprendizaje de las ciencias, de ahí la importancia en esta estrategia didáctica, pues no sólo facilita el aprendizaje de los estudiantes, también el docente se apoya en un rico conjunto de actividades didácticas utilizadas para motivar dicho aprendizaje. En las aulas se han obtenido resultados satisfactorios que incluso han permitido incluir varias asignaturas en una sola propuesta didáctica. Por estas razones cada vez son más los docentes del área de las ciencias quienes se apoyan en estos postulados y se lanzan a incluirlos en sus actividades, por supuesto, con objetivos que van más allá de la diversión. Uno de ellos es Chimeno (2000), quien considera que el juego educativo se puede aplicar en las clases de ciencias en todos los niveles, con fin de ampliar la calidad de los conocimientos de los estudiantes (Melo *et al.*, 2014) y estos mismos fines fueron incorporados en esta propuesta didáctica llevada a cabo. .

### **Aprendizaje colaborativo**

En esta estrategia didáctica fue fundamental la importancia de las interrelaciones que establece el estudiante con las personas que le rodean, así como la influencia educativa ejercida por el docente y los compañeros de clase para adquirir

conocimiento (Picardo *et al.* 2005) así en colaboración, con un proceso dinámico, guiado y sostenido por la estrategia didáctica, planeada bajo los supuestos anteriores se logró un aprendizaje verdadero.

Es importante promover la colaboración y el trabajo grupal, pues para esta propuesta de estrategia didáctica, el juego no va en solitario, sino en colaboración, se ha comprobado como “los estudiantes aprenden más, les agrada más la escuela, establecen mejores relaciones con los demás, aumentan su autoestima y aprenden habilidades sociales más efectivas cuando trabajan en grupos cooperativos, a diferencia de hacerlo de manera individual y competitiva” (Picardo *et al.* 2005).

Igualmente se reconoce que la enseñanza se puede describir como un proceso continuo de negociación de significados, de establecimiento de contextos mentales compartidos, fruto y plataforma a la vez de este proceso de negociación (Coll y Solé, 1990), negociación que dentro de la metodología de esta estrategia didáctica, va acompañada por intentar que los alumnos, en la medida de lo posible, conversen entre ellos, alentándolos a ser críticos, objetivos, replantearse sus conceptos erróneos a lo largo de la actividad lúdica y construir con sus bases previas conocimiento, en este caso, del tema evolución particularmente del tema “Selección Natural”.

Así utilizando los diferentes elementos teóricos descritos en el apartado “3.2. Las reglas del juego para la enseñanza del tema selección natural”, esta estrategia logra incluir los aspectos fundamentales en el proceso evolutivo del mecanismo de la Selección Natural como lo es la variabilidad, las mutaciones, las poblaciones y los procesos fortuitos no-determinísticos en el proceso de evolución y Selección Natural de la vida.

Por medio de los elementos incluidos en este juego y la estrategia didáctica los alumnos del CCH sur, lograron jugando en equipos de 4 vs 4, visualizar con el tablero los diferentes ambientes (marcados con colores rojo, amarillo y azul), para representar los medios dónde las fichas (bacterias de colores) ejemplifican las poblaciones y variaciones que existen naturalmente en el medio ambiente; con las “tarjetas de selección natural” (se logró ejemplificar los procesos azarosos de

muerte y supervivencia diferencial), y con la pirinola de mutaciones (ejemplificar las variaciones genéticas que ocurren en los procesos de reproducción, así como las mutaciones que confieren alguna resistencia a un antibiótico), así, además con un instructivo de juego en una infografía, se mostró aún más la parte teórica biológica del fundamento de este juego, para esta estrategia didáctica lúdica.

### **3.5. Planeación de la estrategia didáctica.**

#### **PLANEACIÓN LARGA – Tema: Selección Natural**

Descripción de los datos dónde se realizó la estrategia didáctica.

#### **DATOS**

**Centro escolar:** Colegio de Ciencias y Humanidades Plantel Sur.

**Materia:** Biología II, Unidad I, ¿Cómo se explica el origen, evolución y diversidad de los sistemas biológicos?”

**Profesor practicante:** Biólogo Alberto Israel Ayala Pérez

**Profesor supervisor:** Doctor en Ciencias, Arturo García Gómez

**Grupo:** 501

**Horario:** 4-6 pm **Sesión:** martes, jueves y viernes -

**Duración:** 3 sesiones (360 minutos)

**Tema:** Selección natural.

**Temática:** Selección natural y su relación con la evolución como una de las principales fuerzas evolutivas.

#### **OBJETIVOS DE LA CLASE**

Que al alumno reconozca que la selección natural es la fuerza principal que determina el proceso de la evolución (como lo señala el plan de estudios).

## OBJETIVOS DE APRENDIZAJE

- Conceptuales:**
- Identificar el concepto de evolución.
  - Enumerar los factores que intervienen en la selección natural (S.N.) y el proceso evolutivo.
  - Identificar el mecanismo evolutivo principal: la selección natural
  - Identificar los conceptos de variación, mutación, población y S.N.
- Procedimentales:**
- Desarrollar instrumentos para organizar la información nueva por aprender (por medio de un resumen y reflexión del tema apoyado con el juego y el aprendizaje colaborativo).
  - Ordenar las ideas y conceptos que intervienen en la S.N.
- Conocimiento:**
- Entender definiciones de los conceptos básicos
  - Entender la relación de la variación mediada por la recombinación genética y las mutaciones dentro de la población como fuentes fundamentales para la evolución biológica
- Declarativo:**
- Expresar verbalmente y por escrito los conceptos básicos
  - Expresar las ideas fundamentales del tema S.N.
- Actitudinal:**
- Actitud colaborativa
  - Actitud de respeto y comprensión hacia sus compañeros y docente
  - Actitud de empatía y solidaridad
  - Actitud de tolerancia

## CONTENIDOS TEMÁTICOS

- Concepto de Evolución y Selección natural
- Conceptos fundamentales involucrados en el proceso de S.N.:

Población, variación biológica, mutación, reproducción, azar, eventos contingentes, reproducción y supervivencia diferencial.

### 3.6. Estrategia didáctica

A continuación, se describen los diferentes elementos utilizados para la realización de la estrategia didáctica con su respectiva descripción y uso durante la aplicación del proyecto “Desarrollo de una estrategia didáctica en el tema Selección Natural de bachillerato, utilizando como base el juego”.

#### **Bitácora de Col modificada\***

La bitácora COL es un componente de la estrategia pedagógica que se presenta como un registro en forma de diario de campo, en el que se registra información específica que estimula, fomenta y mejora las habilidades y actitudes del individuo que lo lleva a cabo.

Tiene tres niveles:

1. Los componentes del primer nivel son las preguntas:

¿Qué pasó?, ¿Qué sentí? y ¿Qué aprendí?

2. Los componentes del nivel avanzado son las preguntas:

¿Qué propongo?, ¿Qué integro? y ¿Qué invento?

3. Los componentes del nivel experto, son el manejo de las seis preguntas anteriores y alguna(s) que conviene añadir para ciertos fines, por ejemplo: ¿Qué quiero lograr?, ¿Qué estoy presuponiendo?, ¿Qué utilidad tiene?, etcétera.

Recuperado

de:



Para esta propuesta, la bitácora será modificada para ser adaptada a los fines y estrategias complementarias que se llevarán a cabo:

¿Qué paso?	¿Qué sentí?	¿Qué aprendí?	Metacognición ¿De qué me doy cuenta?	Resumen de lo acontecido en el juego	Conclusiones de aprendizaje Relacionar Juego con teoría evolutiva – S.N.

**Figura 9. Bitácora de Col modificada\***

Los alumnos escribieron en la bitácora la información, la cual despierta, desarrolla y perfecciona habilidades y actitudes en quien la hace, sobre el tema de S.N. aunado a esto se realizó un resumen de lo acontecido en el juego y se relacionó con la teoría evolutiva enfocada hacia el tema de Selección Natural.

De esta manera se integró la evaluación y la conclusión y cierre de las sesiones y se evaluó así el aprendizaje del tema y la relevancia del juego para la enseñanza del tema Selección natural.

\* **Bitácora de Col** modificada para el tema de selección natural, con aprendizaje colaborativo y lúdico (Figura 9).

**Para la sesión se presentó trabajar de la siguiente manera:**

- Apertura: Clase #1 (120 min)
- Saludo y bienvenida a los alumnos. Presentación y un ejercicio para conocer a los alumnos
  - Alentar a los alumnos a dar a conocer sus ideas y conocimientos previos del tema.
  - Aplicar una evaluación diagnóstica sobre la evolución y la selección natural.
  - Terminar la sesión con las ideas previas sobre la evolución y participación de los alumnos, para en la siguiente clase utilizar esas ideas previas que se tenían y resolver las concepciones erróneas y perfeccionar las ideas correctas.
- Desarrollo: Clase #2 (120min)
- El docente pedirá que se repasen las ideas previas y se revisaran las ideas previas sobre selección natural y evolución, y explicará con las ideas previas –corrigiendo los errores conceptuales- el discurso del juego de mesa.
  - Se definirán claramente las reglas del juego por medio de una infografía (Figura 10 y Figura 11).
  - Se pedirá a los alumnos formar equipos de 4 a 8 alumnos por tablero para lograr un aprendizaje lúdico y colaborativo
  - Comenzaran a jugar con las instrucciones, orientación y supervisión del profesor. Al final del juego se describirán los resultados por equipo del juego para finalizar la sesión
- Integración: Clase #3 (120min)
- Exponer los resultados del juego en una bitácora de Col modificada. De esta manera se relacionarán las ideas del juego con la teoría que sustenta el material lúdico.

- Se concluirá con los conocimientos y dudas que surgieron en el transcurso del juego
- Se concluirá con la explicación de lo que sucedió por equipos en el transcurso del juego y finalizará el tema con los resultados del juego y relacionarán los conceptos del juego con los conceptos de la teoría.
- Se resume la clase y se concluye con las últimas dudas.

**TIEMPO ESTIMADO: 3 sesiones (360 min).**

### **ACTIVIDADES**

- Ideas previas.
- Infografía para explicar las reglas del juego y teoría evolutiva
- Tablero de juego (El juego de la evolución- Resistencia bacteriana)
- Conceptos clave en S.N.
- Bitácora Col modificada

## EVALUACIÓN

Diagnóstica: Cuestionario para ideas previas. Formativa: Aprendizaje colaborativo en el juego. Bitácora de Col modificada.

### Planeación corta

PLANEACIÓN DIDÁCTICA / Tema: Selección natural /// Alumno: Biól. Alberto Israel Ayala Pérez ///				
<b>Objetivo:</b> Que al alumno reconozca que la selección natural es la fuerza principal que determina el proceso de la evolución (como lo señala el plan de estudios).				
<b>Institución:</b> CCH Sur	<b>Programa:</b> CCH 2016	<b>Unidad:</b> BIOLOGÍA IV Unidad 1. ¿Cómo explica la evolución el desarrollo y mantenimiento de la biodiversidad? • Selección natural y adaptación /// BIOLOGÍA II. Unidad 1. ¿Cómo se explica el origen, evolución y diversidad de los sistemas biológicos? 2. Evolución biológica. <a href="https://www.rua.unam.mx/portal/plan/index/69806/colegio-de-ciencias-y-humanidades">https://www.rua.unam.mx/portal/plan/index/69806/colegio-de-ciencias-y-humanidades</a>	<b>Fecha de aplicación:</b> <b>Abril – 2018 CCH sur</b>	
<b>Contenido:</b> Selección natural-evolución				
Estrategia didáctica en el tema selección natural de bachillerato, utilizando como base el juego				
Actividad 1 Inicio(Clase #1)	Objetivo de aprendizaje	Material didáctico	Estrategia de enseñanza aprendizaje	Evaluación
<ul style="list-style-type: none"> <li>Presentación y un ejercicio para conocer a los alumnos con una introducción al tema de un caso de una bacteria multirresistente</li> <li>Alentar a los alumnos a dar a conocer sus ideas y conocimientos previos del tema.</li> <li><u>Aplicar una evaluación diagnóstica sobre la evolución y la selección natural.</u></li> <li>Presentar elementos del juego y relacionarlos con el tema de selección natural-evolución</li> </ul>	*Declarativo *Ideas previas *Introducción al tema  <b>Actitudinal:</b> compromiso, respeto, tolerancia y empatía	<ul style="list-style-type: none"> <li>Cuestionario</li> <li>Cañón y laptop</li> <li>Pizarrón</li> <li>Tablero del juego e infografía con las reglas</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>20 a 30 minutos para presentación y acercamiento al grupo.</li> <li><u>20 a 30 minutos para responder el cuestionario diagnóstico</u></li> <li>Exposición con elementos lúdicos</li> <li>30 resolver dudas para cerrar sesión</li> </ul>	*Ideas previas sobre selección natural y evolución *Participación *Actitudinal.  <u>* Revisión del cuestionario en grupo para conocer las ideas previas de los alumnos</u>
Actividad 2 Desarrollo (Clase #2)	Dimensión del contenido	Recurso	Sistematización	Evaluación
<ul style="list-style-type: none"> <li>Revisar las ideas previas sobre selección natural y evolución, y explicar con las ideas previas –corrigiendo los errores</li> </ul>	Declarativo Procedimental Ordene e	<ul style="list-style-type: none"> <li>Uso de Pizarrón para exponer las</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>25 minutos para revisar ideas previas</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Participación</li> <li>Comunicación entre integrantes del equipo</li> </ul>

<p>conceptuales- el discurso del juego de mesa.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Definir claramente las reglas del juego</li> <li>Formar equipos de 4 a 8 alumnos por tablero para lograr un aprendizaje lúdico y colaborativo</li> <li>Comenzar a jugar con las instrucciones, orientación y supervisión del profesor. Describir los resultados por equipo del juego para finalizar la sesión.</li> <li>Explicar los resultados, para profundizar con la dinámica y reforzar los conocimientos de la actividad lúdica y cooperativa.</li> </ul>	<p>Identifique conceptos</p> <p>Actitudinal: Cooperación, respeto, tolerancia y empatía</p>	<p>reglas del juego o proyector</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Estructura conceptual del tema Selección natural</li> <li>Tablero de juego</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>25 minutos para explicar el juego y sus reglas</li> <li>25 a 35 minutos para jugar en equipos.</li> <li>30 minutos para escribir los resultados del juego con aprendizaje lúdico y colaborativo.</li> <li>Terminar la sesión con la resolución de dudas.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Participación en la dinámica del juego y actitud colaborativa y amable.</li> <li>Resumen de los resultados del juego por equipo</li> <li>Rubrica de trabajo en equipo</li> </ul>
Actividad 3 Cierre (Clase #3)	Dimensión del contenido	Recurso	Sistematización	Evaluación
<ul style="list-style-type: none"> <li><u>Exponer los resultados del juego en una bitácora de Col modificada.</u> ☹️⬆️</li> <li>Concluir con los conocimientos y dudas que falté por resolver.</li> <li>Concluir con la explicación de lo que sucedió por equipos en el transcurso del juego y finalizar el tema con los resultados del juego y relacionar los conceptos del juego con los conceptos de la teoría.</li> <li>Realizar la evaluación por parte de los alumnos de la estrategia didáctica y del recurso didáctico.</li> </ul>	<p>Declarativo Procedimental Conocimiento</p> <p>Actitudinal: Empatía, solidaridad, respeto y compañerismo</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Tablero de juego</li> <li>Pizarrón y plumones</li> <li>Bitácora Col</li> <li>Exposición de lo que sucedió durante el juego</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>30 minutos para exponer y cuestionar sobre el resultado del juego</li> <li>20-25 minutos para conclusiones</li> <li>25-30 minutos para explicar lo sucedido y realizar evaluación de la estrategia didáctica.</li> <li><u>25 min. Concluir con un cierre de la actividad (Bitácora Col modificada)</u></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Participación en todo el proceso</li> <li>Exposición de resultados</li> <li>Desempeño al responder dudas</li> <li>Compromiso y colaboración con sus compañeros en el juego</li> <li>Bitácora de Col modificada para evaluar el aprendizaje con el juego.</li> </ul> <hr/> <ul style="list-style-type: none"> <li>Evaluación del profesor y de la estrategia.</li> </ul>

**Referencias:** Díaz, F., (2010) Estrategias Docentes para un aprendizaje significativo. Una interpretación constructivista. Tercera edición. México. McGraw Hill. / Starr Taggart. (2009). Biología. La Unidad y la diversidad de la vida. 12a. edición. Evers Starr Biología. / Taxonomía de Bloom. Consultado el 20 de marzo de 2018. Disponible en: <http://sitios.itesm.mx/va/calidadacademica/files/taxonomia.pdf>

## ANEXOS 1.

# Infografía del juego.

Prácticas Docente I / Infografía: Reglas del Juego "El juego de la selección Natural" -  
Alumno: Biol. Alberto Israel Ayala Pérez

---

## El juego de la Selección Natural y la resistencia bacteriana



### Reglas del juego

- 1.- Cada jugador comienza con 12 bacterias (3 Rojas, 3 Amarillas, 3 Azules, 1 Morada, 1 verde y 1 naranja).
- 2.- En la primera ronda se tiran 3 veces los dados.
- 3.- Debe haber siempre un mínimo de 8 bacterias en juego por cada jugador (bacterias en círculo blanco de reproducción o mutación no cuentan como "en juego").
- 4.- A partir de la segunda ronda, se tira una vez los dados y se juegan 3 cartas de S.N.
- 5.- Las cartas de S.N. afectan a todo participante.
- 6.- La reproducción es en los círculos marcados con R y la mutación en M.
- 7.- La mutación dependerá del color que caiga la pirinola.
- 8.- Se reproduce en la primer casilla anterior a la unión de las losetas, y pasa a la casilla inferior.
- 9.- Cada jugador se mueve en la parte y dirección contraria de su oponente.
- 10.- Se mueve a la bacteria de un color con el dado correspondiente a su color de los dados
- 11.- Las bacterias de colores secundarios (verde, morado y naranja) se mueven con cualquier dado, utilizando cada dado sus turnos.

**EL EMPLEO DE LOS ANTIBIÓTICOS SELECCIONA BACTERIAS INSENSIBLES AL FÁRMACO.**

**¡LAS CARTAS QUE SE JUEGUEN DECIDIRÁN EL FINAL DE TODOS!**

La Selección Natural

**LAS BACTERIAS RESISTENTES ELUDIRÁN EL EFECTO DEL FÁRMACO CON MAYOR ÉXITO Y ASÍ SUCESIVAMENTE HASTA LLEGAR AL MOMENTO QUE PREDOMINEN SOBRE LAS OTRAS**

### Elementos del juego

- #1 Población de Bacterias
- #2 Dados y Pirinola
- #3 Cartas de Selección natural
- #4 Tablero

### ¿Quién gana?

En el juego de la Selección Natural, gana la población que tenga más individuos en juego dentro de la partida. La partida puede durar un número de rondas decidida o en un tiempo máximo, igualmente acordado en común.





---

fb: Ciencia, Biología y Filosofía // [Google Sites: \[cienciabiologiayfilosofia.com\]\(https://www.google.com/search?q=cienciabiologiayfilosofia.com\)](https://www.google.com/search?q=cienciabiologiayfilosofia.com) // YouTube: ciencia, Biología y Filosofía

Figura 10. Infografía de las reglas del juego.

# El juego de la Selección Natural y la resistencia bacteriana

## La fundamentación biológica



### Reglas del juego y su relación con la teoría biológica

- 1.- Cada grupo de bacterias es representado con distintos colores, lo que representa la variabilidad genética dentro de las poblaciones biológicas.
- 2.- Los turnos con los dados representan la movilidad de la población y las migraciones.
- 3.- La población debe tener un mínimo para que sea representativa la población y se pueda observar el cambio de las frecuencias en los colores, mediados por las cartas de selección natural (S.N).
- 4.- Cuando haya una movilización de las bacterias se comienza con la cartas de S.N. porque así se mostrará el cambio de las poblaciones.
- 5.- Las cartas de S.N. afectan a todo participante como ocurre en la naturaleza, sin excepción. Así se demuestra que la S.N. no está dirigida o tiene un fin, sino actúa sobre la variabilidad de las poblaciones.
- 6.- La reproducción es en los círculos marcados es el elemento que expone la fuerza evolutiva de la reproducción sexual (supervivencia y reproducción diferencial).
- 8.- Las poblaciones interactúan en el tablero que representa las posibilidades de supervivencia y reproducción diferencial.
- 9.- Para fines lúdicos se utilizan los dados como medio para representar la movilidad de las poblaciones.
- 10.- Las bacterias de colores secundarios representan a las bacterias con genes resistentes a antibióticos.

Las cartas de S.N. seleccionan las bacterias sensibles a su color primario, las bacterias representando la resistencia a antibióticos, son la variación bacteriana que tendrá mayor ventaja sobre las otras bacterias de colores primarios.

**LAS CARTAS** representan, el conjunto de factores abióticos y bióticos, además de los eventos contingentes que intervienen en la selección natural



Las bacterias resistentes eludirán el efecto de las cartas de S.N. con mayor éxito representado por los porcentajes estadísticos que asemejan la tasa de muerte y reproducción en las bacterias, donde las bacterias resistentes tienen un ventaja probabilista, haciendo así la representación de la S.N. visualizando el cambio en la población, con más bacterias resistentes a antibióticos a lo largo de juego.



### Las fuerzas evolutivas

### ¿Qué se aprende?



En el juego de la selección se gana representando la supervivencia diferencial mediada por las variaciones heredadas generacionalmente, y la "selección natural", significando esto el aprendizaje del mecanismo que Darwin señaló para explicar la evolución biológica.



## Resumen para la clase de Selección natural

**Nombre del profesor:** Biól. Alberto Israel Ayala Pérez /// Actividad de Aprendizaje cooperativo /// **Tema:** Evolución – Selección natural

---

Una de las teorías que ha cambiado no sólo el paradigma de la biología clásica sino de todos los ámbitos tanto científicos como sociales fue la teoría de la evolución propuesta por el naturalista Charles Darwin (1859).

- Lamarck publicó tiempo atrás la idea de que las especies pueden cambiar a lo largo del tiempo, no fue aceptada inmediatamente por la falta de un mecanismo creíble y muchos conspiraron contra la aceptación de la idea.

- La teoría de la evolución es considerada por algunos científicos y filósofos como la idea más importante e influyente desarrollada por la mente humana.

- Podemos describir la evolución biológica como la modificación en los atributos de las poblaciones de seres vivos a lo largo de generaciones consecutivas. Este proceso resulta de la influencia de la Selección Natural, que beneficia a los individuos que heredan ciertas características genéticamente determinadas y que aumentan su éxito reproductivo.

Darwin fijó varios puntos para su teoría expuesta en su libro “El Origen de las especies por medio de la selección natural” (1859) como:

- 1. Adaptación: todos los organismos se adaptan a su medio ambiente (refiriéndose al cambio en el tiempo de las poblaciones de especies con variaciones adaptadas al ambiente dónde viven).

- 2. Variación: En todos los seres vivos se observan características que varían, y estas variaciones son el resultado del azar. Estas diferencias surgen en todas las poblaciones naturales y se transmiten de generación en generación. No son el producto de una fuerza creadora, ni son influenciadas por el entorno, ni se originan debido al esfuerzo inconsciente del organismo. Carecen de un propósito o dirección



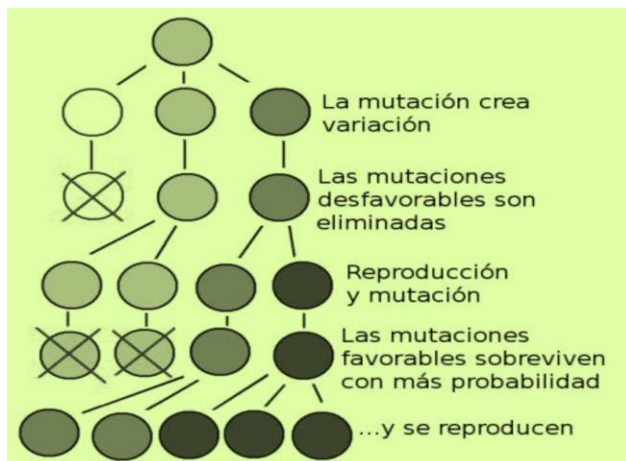
específicos, pero en muchas ocasiones pueden tener efectos positivos o negativos en la adaptación de un individuo en un determinado ambiente.

•3. Sobre-reproducción: todos los organismos tienden a reproducirse más allá de la capacidad de su medio ambiente para mantenerlos (esto se basó en las teorías de Thomas Malthus (1798), señaló que las poblaciones tienden a crecer geométricamente hasta encontrar un límite al tamaño de su población dado por la restricción, entre otros, de la cantidad de alimentos).

La biología evolutiva se dedica a comprender las trayectorias históricas y los mecanismos que han conducido a las características actuales de los seres vivos, además de explicar el motivo por el cual las particularidades de estos organismos son las que son en lugar de ser otras. La variación biológica se refiere a las diferencias genéticas y fenotípicas entre individuos de una especie. Ocurre debido a mutaciones genéticas, recombinación genética durante la reproducción sexual, migración, selección natural y otros procesos que influyen en la diversidad genética y adaptación de las poblaciones.

### La Variación biológica

Mutaciones: Una mutación es cualquier cambio permanente en una secuencia de DNA (Starr 2009). Recombinación genética: La mayoría de las diferencias



hereditarias se debe a la combinación de genes que ocurre durante la reproducción de gametos.

#### Importancia de entender la evolución:

- En la conservación de especies.
- En el desarrollo y comprensión de enfermedades.
- En la ganadería y agricultura

Conclusión.

•La teoría evolutiva es una de las ideas más influyentes en la ciencia y en la humanidad.

•Las ciencias biológicas, antes de Darwin, eran eminentemente descriptivas salvo excepciones como Pasteur o el mismo Lamarck, el gran mérito de la teoría evolutiva fue que suministró la herramienta adecuada, con una enorme capacidad predictiva, para sustentar las ideas del cambio en los seres vivos a través del tiempo (Starr, 2009),(Soler M, 2002).

**Caso presentado a los alumnos de modelo fallecida por bacteria multiresistente a antibióticos. Inicio de la implementación de la estrategia didáctica, para retomar aprendizajes previos y temas de apertura.**

The slide features a dark background with wavy green and yellow patterns at the top and bottom. The title 'SELECCIÓN NATURAL' is in large white letters, with 'Resistencia bacteriana' in smaller yellow letters below it. Below the title, the text reads: 'Diseño de caso para activar conocimientos previos en la estrategia didáctica de la práctica docente del tema de tesis. Profesor: Biól. Alberto Israel Ayala Pérez'.

The slide has a dark background with wavy green and yellow patterns at the top. The title '¿QUÉ SUCEDIÓ CON MARIANA?' is in purple. On the left, there is a photo of a woman (Mariana) with a red headscarf. To the right, there are several circular images of bacterial cultures in petri dishes. Below the title, there is a list of bullet points: '• Mariana enfermó en diciembre de 2008, y los médicos originalmente le diagnosticaron cálculos renales.', '• A principios de enero, entró en choque séptico debido a una infección bacteriana, probablemente *Pseudomonas aeruginosa*,.....', and '• que en su versión hospitalaria es resistente a la mayoría de los antibióticos...'. The bottom left corner has a small logo.

**DESENLAZC**

• La modela brasileña talentó después que le amputaran las extremidades superiores e inferiores, falleciendo debido a complicaciones infecciosas por bacterias resistentes a antibióticos en las vías urinarias en su organismo...

• ¿Cómo ocurre la resistencia bacteriana?

**¿Cómo se obtiene el ADN de un organismo? ¿Cómo se genera la diversidad genética?**

El ADN es el código genético que contiene la información para la síntesis de proteínas.

El ADN es el código genético que contiene la información para la síntesis de proteínas.

El ADN es el código genético que contiene la información para la síntesis de proteínas.

**SEGUIMIENTO CLÍNICO**

- Tuvieron que amputarle un pie y las manos para salvar su vida. Y una parte de su estómago también fue removido durante la cirugía final...
- funcionarios de salud de Brasil dijeron que Mariana no estaba respirando por sí misma y estaba sometida a hemodiálisis en un hospital de Sierra...

AB	CLASIFICACIÓN	AÑO DE INTRODUCCIÓN	AÑO EN QUE LA RESISTENCIA SE OBSERVÓ
Penicilina	Staphylococcus	1940	1947
Sulfamidatos	Staphylococcus	1940	1945
Quinolona	Staphylococcus	1960	1961
Moxifloxacina	Enterococcus	1950	1966
Moxifloxacina	Staphylococcus	1980	2000
Linezolid	Enterococcus	2000	2000

**DESENLAZC**

• La modela brasileña talentó después que le amputaran las extremidades superiores e inferiores, falleciendo debido a complicaciones infecciosas por bacterias resistentes a antibióticos en las vías urinarias en su organismo...

• ¿Cómo ocurre la resistencia bacteriana?

**¿Cómo se obtiene el ADN de un organismo? ¿Cómo se genera la diversidad genética?**

El ADN es el código genético que contiene la información para la síntesis de proteínas.

El ADN es el código genético que contiene la información para la síntesis de proteínas.

El ADN es el código genético que contiene la información para la síntesis de proteínas.

**DESENLAZC**

- La modela brasileña talentó después que le amputaran las extremidades superiores e inferiores, falleciendo debido a complicaciones infecciosas por bacterias resistentes a antibióticos en las vías urinarias en su organismo...

• ¿Cómo ocurre la resistencia bacteriana?

**SEGUIMIENTO CLÍNICO**

• Durante los últimos años el mundo se ha enfrentado a 3 grandes desafíos:

- A) El número de pacientes inmunocomprometidos en los cuales la terapia antibiótica pierde efectividad
- B) Aparición de nuevos patógenos, reaparición con mayor virulencia de otros conocidos
- C) Incremento de la resistencia bacteriana a los AB

A mediados del S. XX, se inicia el control de las infecciones bacterianas, lo cual arroja como primeros resultados aerea del índice de resistencia a *S. aureus* como la 1ª cepa resistente a la penicilina al poco tiempo de iniciada su uso, posteriormente han ido apareciendo diversas cepas resistentes a una gran gama de antibióticos

**SEGUIMIENTO CLÍNICO**

• Durante los últimos años el mundo se ha enfrentado a 3 grandes desafíos:

- A) El número de pacientes inmunocomprometidos en los cuales la terapia antibiótica pierde efectividad
- B) Aparición de nuevos patógenos, reaparición con mayor virulencia de otros conocidos
- C) Incremento de la resistencia bacteriana a los AB

A mediados del S. XX, se inicia el control de las infecciones bacterianas, lo cual arroja como primeros resultados aerea del índice de resistencia a *S. aureus* como la 1ª cepa resistente a la penicilina al poco tiempo de iniciada su uso, posteriormente han ido apareciendo diversas cepas resistentes a una gran gama de antibióticos

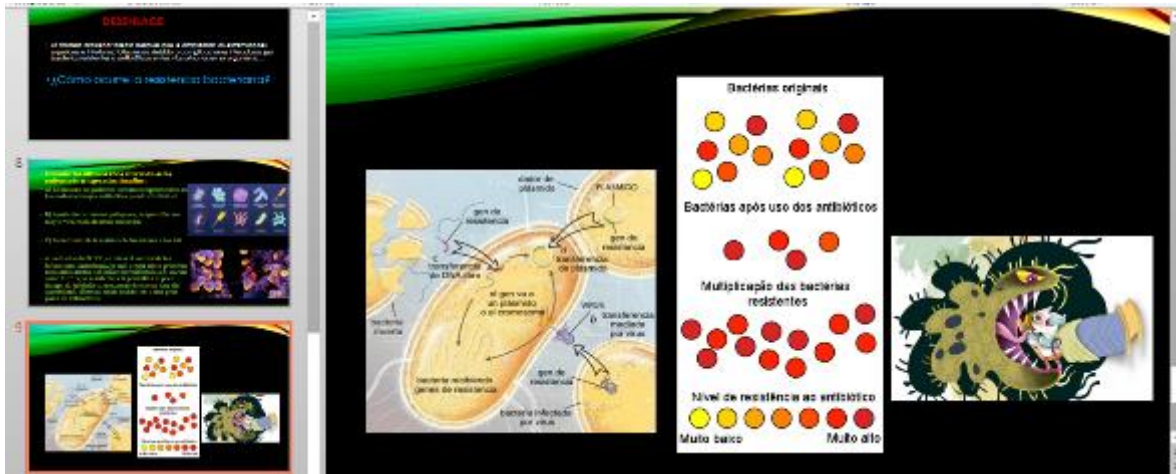


Figura 12. Imágenes de la presentación en PowerPoint de inicio de tema: “selección natural – resistencia bacteriana”. Una presentación de apertura para explicar y dar introducción a la relevancia del tema, con un caso mediático publicado en diversos medios de comunicación sobre el caso de Mariana Bridi y su fallecimiento por una bacteria multirresistente a antibióticos (CNN, 2009) con la presentación se dio inicio a la pregunta detonadora de ¿Cómo ocurre la resistencia bacteriana?, para así avanzar en el desarrollo de la estrategia didáctica con la implementación de “el juego de la evolución - resistencia bacteriana”.

### RUBRICA PARA EVALUAR EL TRABAJO EN EQUIPO del Tema Evolución y selección Natural.

Durante la implementación de la estrategia didáctica que lleva por nombre “Estrategia didáctica para la enseñanza del tema Selección Natural en bachillerato: Desarrollo del aprendizaje por medio del juego” se implementó el aprendizaje colaborativo y en equipos, y con esta rúbrica (Estrada, 2012). se puede evaluar el grado de participación para el trabajo en equipos durante el desarrollo de la estrategia y del equipo en lo general.

**Indicaciones:** Se asigna un número dependiendo de las observaciones anteriormente destacadas para cada categoría con los aspectos a considerar previamente señalados.

Fecha: \_\_\_\_\_ Grupo: \_\_\_\_\_

	1 (Nada participativo) PRINCIPIANTE	2 (Poco participativo)	3(Neutral) INTERMEDIO	4 (Participativo) AVANZADO	5 (Totalmente participativo)	Puntaje

		<b>PRINCIPIANTE AVANZADO</b>			<b>MUY AVANZADO</b>	
<b>Colaboración</b>	El alumno nunca toma decisiones y no aporta al trabajo en equipo.	El alumno pocas veces toma decisiones y aporta al trabajo en equipo.	El alumno afirma las decisiones y aportes de sus compañeros al trabajo en equipo.	El alumno toma decisiones con reserva y aporta al trabajo en equipo.	El alumno toma decisiones y aporta al trabajo en equipo en cada ocasión posible.	
<b>Comunicación</b>	El alumno nunca expresa sus opiniones, intenciones y nunca señala puntos relevantes del trabajo que se está realizando. La exposición oral no es clara, es confusa e incoherente no hay contacto visual ni gestual.	El alumno pocas veces expresa sus opiniones, intenciones y rara vez señala puntos relevantes del trabajo que se está realizando en equipo. La exposición oral no es clara así mismo no hay contacto visual y gestual	El alumno afirma o rechaza las opiniones, intenciones y puntos relevantes propuestos por la mayoría del equipo.  La exposición oral es clara sin embargo no se logra establecer contacto visual y gestual	El alumno expresa generalmente sus opiniones, intenciones y señala puntos relevantes a veces del trabajo que se está realizando. La exposición oral es clara, buen tono de voz y contacto visual	El alumno expresa siempre que se dé la ocasión sus opiniones, intenciones y señala puntos relevantes del trabajo que se está realizando, La exposición oral es fluida y clara, buen tono de voz, contacto visual y gestual	
<b>Compromiso</b>	El alumno nunca asiste a las reuniones en equipo y no valora el tiempo de los demás compañeros del equipo.	El alumno pocas veces asiste a las reuniones en equipo y valora poco el tiempo de los demás compañeros del equipo.	El alumno asiste en ocasiones a las reuniones en equipo y valora medianamente el tiempo de los demás compañeros del equipo.	El alumno asiste generalmente a las reuniones en equipo y valora el tiempo de los demás compañeros del equipo.	El alumno asiste siempre a las reuniones en equipo y valora el tiempo de los demás compañeros del equipo.	

<b>Actitud</b>	El alumno nunca toma decisiones y no aprende de los demás compañeros de su equipo.	El alumno a veces toma decisiones y aprende poco de los demás compañeros de su equipo.	El alumno puede o no tomar decisiones con y puede o no aprender de los demás compañeros de su equipo.	El alumno generalmente toma decisiones con riesgo y en ocasiones aprende de los demás.	El alumno siempre toma decisiones con riesgo y siempre aprende de los demás compañeros.	
<b>Colaboración en conjunto (Trabajo en equipo)</b>	Los alumnos nunca toman decisiones y no aportan al trabajo en equipo.	Los alumnos pocas veces toman decisiones y aportan al trabajo en equipo.	Los alumnos afirman neutralmente las decisiones y aportes de sus compañeros al trabajo en equipo.	Los alumnos toman decisiones con reserva y aportan al trabajo en equipo.	Los alumnos toman decisiones y aportan al trabajo en equipo en cada ocasión posible.	

Para Nada participativo (PRINCIPIANTE): 5<

Total, de puntos= \_\_\_\_\_

Para Poco participativo (PRINCIPIANTE AVANZADO): 11<

Para Neutral (INTERMEDIO): = 15

Para Participativo (AVANZADO): 19>

Para totalmente participativo (MUY AVANZADO): 24>

**\*Mayor que" (>) y "menor que" (<)**

#### Referencias

Estrada, J. O. M. (2012). Metodología para medir y evaluar individualmente el trabajo en equipo. *Ingeniería y Sociedad*, (4), 40-52.

**La bitácora fue modificada para ser adaptada a los fines y estrategias complementarias que se llevaron a cabo:**

<b>¿Qué paso?</b>	<b>¿Qué sentí?</b>	<b>¿Qué aprendí?</b>	<b>Metacognición ¿De qué me doy cuenta?</b>	<b>Resumen de lo acontecido en el juego</b>	<b>Conclusiones de aprendizaje Relacionar Juego con teoría evolutiva – S.N.</b>
-------------------	--------------------	----------------------	---	---	---

--	--	--	--	--	--

Figura 13. La bitácora de Col modificada. Incluye las preguntas de cómo fue el desarrollo del juego y las conclusiones de aprendizaje, para relacionar el resultado del juego con la teoría evolutiva. Abajo las preguntas específicas para evaluar la identificación de los conceptos y el significado de selección natural, con su comprensión particular.

1. ¿Cómo cambiaron las proporciones de colores en las poblaciones del juego?
2. ¿A qué se debió este cambio?
3. ¿Dónde actúa la Selección Natural?
4. ¿Cómo defines ahora Selección Natural?
5. ¿Qué interviene, de acuerdo a la información contenida en las cartas del juego, en el proceso evolutivo?

**Cuestionario diagnóstico del Tema: Evolución-Selección natural por  
Profesor: Biól. Alberto Israel Ayala Pérez. Figura 13B**

Para retomar los conocimientos previos del alumno.

**1.- La evolución es un proceso:**

- A) Gradual
- B) Hermético
- C) Ostentoso
- D) Direccional

**2.- Las mutaciones son:**

Cambios irreversibles

Cambios malos para todos

Cambios indiferentes

Cambios sin sentido ni razón

**3 ¿los seres vivos evolucionan siendo cada vez más resistentes, oscuros, grandes, inteligentes, etcétera?**

- A) sí
- B) no

**4.- ¿la selección natural puede considerarse como el intento de los seres vivos (deseo o necesidad) por adaptarse al medio para sobrevivir?**

- A) Sí
- B) No

**5.- La selección natural es:**

A) un fenómeno de la evolución que se define como la reproducción diferencial de los genotipos de una población biológica

B) un fenómeno de la evolución que se define como la reproducción igual de los genotipos de una población biológica

C) un fenómeno de la evolución que se define como la reproducción anormal de los genotipos de una población biológica

D) un fenómeno de la evolución que se define como la preservación aumentada de los genotipos de una población biológica



**6.- ¿La evolución es un proceso que sólo ha ocurrido en el pasado?**

- A) Sí
- B) No
- C) No lo sé

**7.- ¿El proceso evolutivo sigue ocurriendo?**

- A) Sí
- B) No
- C) No lo sé

**8.- ¿El proceso evolutivo se ha detenido en el ser humano?**

- A) Sí
- B) No
- C) No lo sé

**9.- El proceso evolutivo ocurre en:**

- A) las poblaciones
- B) los individuos
- C) En ambos
- D) No lo sé

**10.- Una propiedad de los seres fundamental para que ocurra el proceso evolutivo con la selección natural es:**

- A) Variación en la recombinación genética y las mutaciones
- B) La adquisición de nuevas características anatómicas en los seres vivos mediante el uso y desuso de determinados órganos o partes del cuerpo
- C) Las características de los organismos en sí mismas,
- D) No lo sé

## Capítulo 4. Evaluación: Conclusiones y resultados

### 4.1. Autoevaluación: Conclusiones y resultados (Informe de la intervención)

---

*"En todas las formas de entrenamiento, el punto más importante es librarse de los malos hábitos" Jigoro Kano (1882)*

---

El proceso de enseñanza requiere de mucha disciplina y estudio para poder llevar a cabo una buena práctica como docente. Una forma de lograr los objetivos que se propone un docente, es por medio de una evaluación que pueda contribuir a afrontar la diversidad de las situaciones dónde se evalúe su propio aprendizaje y desempeño.

La autoevaluación puede y debe ser un instrumento que facilite atender, respetar y valorar los distintos ritmos de aprendizaje según las diferentes características del alumno. Características relativas, por ejemplo: capacidades, estilos de aprendizaje, estrategias cognitivas, experiencias y conocimientos previos, motivación, atención, ajuste emocional y social, etcétera.

La autoevaluación sobresale como la estrategia primordial para promover la responsabilidad y adquirir la capacidad de apreciar, analizar y reflexionar acerca del proceso de enseñanza y aprendizaje llevado a cabo de manera individual por el docente (Calatayud, 2002). Principalmente de entre los beneficios que presenta la realización de una auténtica autoevaluación encontramos una reflexión que ayuda a practicar una conducta ética correcta, además de una práctica eficiente en cuanto a los objetivos de aprendizaje.

Todo lo anterior respecto a la autoevaluación es un proceso formativo como agente educativo, el cual permite corregir los errores o áreas de oportunidad identificados en la práctica docente, y librarse de los malos hábitos.

## 4.2. Evaluación del profesor por parte de los alumnos

Para la evaluación del profesor, se les pide a los alumnos utilizarán esta escala de valores para realizar una evaluación (figura 14) al trabajo en la práctica docente realizado.

Se pidió calificar cada uno de los puntos según la siguiente escala numérica:

**5 cuando el desempeño del profesor sea MUY MALO**

**6 cuando el desempeño del profesor sea MALO**

**7 cuando el desempeño del profesor sea SUFICIENTE**

**8 cuando el desempeño del profesor sea BUENO**

**9 cuando el desempeño del profesor te haya parecido “MUY BUENO”.**

**10 cuando el desempeño del profesor te haya parecido “SOBRESALIENTE”.**

Parámetros tomados de los lineamientos del CCH:  
<https://www.cch.unam.mx/sites/default/files/COA-TC-jun23-Lineamientos.pdf>

Los resultados de las preguntas que se realizaron mostraron un aprovechamiento superior a 8.5 obteniendo como desempeño “Muy bueno”.

## CUESTIONARIO PARA LA EVALUACIÓN DE LA PRUEBA DIDÁCTICA (ALUMNOS)

Preguntas:	Escala numérica					
	5	6	7	8	9	10
1. ¿El profesor llegó puntualmente a la clase y cubrió efectivamente el tiempo en clase?						
2. ¿El profesor indicó los objetivos o propósitos a lograr en clase?						
3. ¿Las instrucciones que te dio el profesor para llevar a cabo las actividades de clase fueron claras?						
4. ¿Las actividades que propuso el profesor, te ayudaron a conocer mejor el tema?						
5. ¿El lenguaje del profesor fue claro?						
6. ¿Mostró conocimiento del tema?						
7. ¿Sus respuestas te ayudaron a aclarar el tema?						
8. ¿Presentó ejemplos claros?						
9. ¿Te orientó para resolver los problemas del tema?						
10. ¿El profesor propició tu interés?						
11. ¿Los recursos que usó te ayudaron a aclarar el tema? (pizarrón, apoyos audiovisuales u otros)						
12. ¿El trabajo del profesor se adaptó a las condiciones del grupo?						
13. ¿El profesor te ayudó a superar las dificultades que surgieron en la sesión?						
14. ¿La sesión te ayudó a relacionar el tema con otros del programa?						
15. ¿Ayudó al grupo a obtener conclusiones?						

Figura 14. Tabla para evaluación del profesor.

A continuación, se presenta la gráfica de la evaluación realizada por los alumnos:



Figura 15. Gráfica de la evaluación realizada por los alumnos del profesor.

\*\*\*\*\*

Los resultados (figura 15) mostraron en la calificación otorgada a las preguntas sobre el desempeño docente aplicado, estas fueron superiores a 8.5, dando un resultado positivo en cuanto a las consideraciones de los alumnos respecto a la práctica docente implementada.

Los puntos que señalaron los alumnos con una calificación de 8 o 7 en algunos casos corresponden en cuanto a relacionar el tema con otros del programa y en el aspecto de los objetivos a lograr en cada clase, tuvieron una ligera calificación menor en algunos alumnos. En el primer punto se debe a factores como la secuencia que el profesor de grupo lleva a cabo, es distinta o no se habían revisado aún los temas claramente para relacionarlos con el tema que se expuso como primera práctica docente. En el segundo punto ciertamente es necesario poner con mucha más claridad los objetivos y propósitos a lograr en cada sesión para así lograr en los alumnos el enfoque en tales objetivos y no haya alguna confusión en cuanto a los propósitos de la clase.

### **4.3. Autodiagnóstico de fortalezas y debilidades. Programa de Formación Docente Individualizado (PROFODI-I)**

Como autodiagnóstico realizado en la primera intervención docente frente a grupo para la asignatura de práctica docente 1, llegué a las siguientes consideraciones respecto a las fortalezas y debilidades (áreas de oportunidad), y fueron que las acciones a seguir para los semestre III y IV serían tomar como referencia lo aprendido en práctica docente I y mejorar los aspectos débiles como lo fue el cierre de las actividades y concretar más, planeando un cierre bien establecido y considerar los tiempos para no perder el cierre de sesión concretando el tema tratado en la clase. Todo lo anterior se implementó de forma correcta en la asignatura de la práctica docente 2, con el grupo del Dr. Arturo García Gómez, quien también aportó valiosos comentarios sobre el desarrollo e implementación de esta estrategia didáctica.

En los aspectos técnicos, las consideraciones que más ayudaron a la posterior realización de la actividad, fue el cambiar algunos elementos del juego para hacerlo más sencillo de utilizar y jugar, cambiando materiales y algunos elementos modificarlos, esto concluyo en un tablero, y fichas y cartas más grandes y de materiales más rígidos para lograr un juego más divertido y sencillo de jugar.

Por otra parte, el aspecto general de mi estrategia didáctica fue modificar los puntos clave que no quedaron 100% asentados en los alumnos, en esa primera intervención. Para mejorar estos aspectos se evaluó cuáles elementos de la estrategia en conjunto se debían modificar, quitar o añadir y se realizó lo conveniente, resultando en una buena práctica docente y aplicación de mi estrategia didáctica de tesis.

#### 4.4. Análisis de los resultados de aprendizaje por actividad

##### **Cuestionario diagnóstico del Tema: Evolución-Selección natural**

El cuestionario diagnóstico se utilizó como una herramienta para medir el conocimiento de ciertos temas relacionados con la didáctica que se llevó a cabo. En este cuestionario las principales preguntas se enfocaban a conocer si el alumno comprendía los conceptos básicos del tema evolución y selección natural.

Algunos de los resultados aportados por este cuestionario fue lograr medir en qué proporciones los alumnos tenían ciertas deficiencias y fortalezas de conocimiento de tema. Analizando las respuestas de los alumnos encontré en varias preguntas ciertas problemáticas de conocimiento y comprensión de los conceptos del tema evolución y selección natural. A continuación, la pregunta y el análisis de las respuestas de los alumnos:

En la pregunta #1: La evolución es un proceso:

- A) Gradual
- B) Hermético
- C) Ostentoso
- D) Direccional

Los alumnos en su mayoría contestaron correctamente. La evolución es entendida por la mayor parte de los alumnos como un proceso gradual.

Respecto a la pregunta #2 sobre las mutaciones, la cual dice:

2.- Las mutaciones son:

- A) Cambios irreversibles
- B) Cambios malos para todos
- C) Cambios indiferentes
- D) Cambios sin sentido ni razón

Los alumnos tenían ciertas variaciones en cuanto a su respuesta, pues si bien escribían la respuesta correcta “cambios irreversibles”, también había alumnos que consideraban la respuesta correcta como “cambios sin sentido ni razón” lo cual generó un cierto dilema conceptual, pues si bien las mutaciones se entienden como

cambios irreversibles en el organismo, también se puede decir que no hay un objetivo ni una razón para que un secuencia cambie por factores químicos, de radiación o errores en la recombinación genética. Por tanto, solo se les oriento a los alumnos sobre la definición concreta del significado de mutación.

En la pregunta #3.

3.- El chimpancé es el ancestro de los seres humanos actuales

Sí

No

Los alumnos respondían algunos que sí, algo erróneo. Se les comentó las razones del por qué no es un ancestro directo el chimpancé de la especie humana.

Las preguntas # 4 y #5 fueron descartadas de la valoración pues revisando la pregunta y los comentarios de los alumnos durante las clases, se determinó que los conceptos y estructura de la pregunta resultaban confusos para los alumnos, las preguntas fueron:

4.- ¿los seres vivos evolucionan siendo cada vez un poco más resistentes, oscuros, etcétera?

sí

no

5.- ¿la Selección Natural es el intento de los seres vivos por adaptarse al medio para sobrevivir?

Sí

No

Por tales motivos, se descartó de la valoración de estas preguntas para conocer los conocimientos conceptuales del tema.

En la pregunta # 6. La cual es:

6.- La Selección Natural es:



- A) un fenómeno de la evolución que se define como la reproducción diferencial de los genotipos de una población biológica
- B) un fenómeno de la evolución que se define como la reproducción igual de los genotipos de una población biológica
- C) un fenómeno de la evolución que se define como la reproducción anormal de los genotipos de una población biológica
- D) un fenómeno de la evolución que se define como la preservación aumentada de los genotipos de una población biológica

Los estudiantes respondían de forma correcta, “A) un fenómeno de la evolución que se define como la reproducción diferencial de los genotipos de una población biológica” pero algunos también respondían con la respuesta del inciso D “un fenómeno de la evolución que se define como la preservación aumentada de los genotipos de una población biológica” concepto que tal vez la respuesta haya confundido a algunos alumnos. Sin embargo, algunos estudiantes contestaron con el inciso B o C. Lo cual muestra un desconocimiento conceptual de algunos alumnos.

Con la evaluación realizada se pudo enfocar la dinámica de las explicaciones conceptuales durante el desarrollo de la estrategia didáctica para resolver las dudas y los conceptos erróneos, con ayuda de la estrategia lúdica.

En cuanto a la pregunta # 11

11.- El proceso evolutivo ocurre en:

- a) las poblaciones
- b) los individuos
- c) En ambos
- d) En las generaciones par

Los alumnos respondieron en su mayoría que eran las poblaciones donde ocurría el proceso evolutivo. Posteriormente se les pidió hacer un ejemplo donde expusieran un caso de Selección natural. Se encontró que es si bien los alumnos comprenden que el proceso evolutivo ocurre en las poblaciones, no logran identificar correctamente este proceso en las poblaciones, pues siguen considerando el ambiente y a los organismos como generadores de su propio cambio, y no a las condiciones ambientales, las cuales seleccionan las variaciones más aptas para

sobrevivir en un determinado ambiente, un punto esencial en la comprensión de la evolución biológica."

#### **4.5. Conclusiones y valoración de la propuesta en su conjunto**

Finalmente, por medio del cuestionario anterior se pudieron realizar los comentarios pertinentes a los conceptos que los alumnos tenían mal interpretados y se enfocó la dinámica en resolver dudas y asentar los conocimientos necesarios para una correcta interpretación de la Selección Natural en el proceso evolutivo.

#### **Análisis de los comentarios respecto a la didáctica "Estrategia didáctica para la enseñanza del tema selección natural en bachillerato: Desarrollo del aprendizaje por medio del juego"**

Se les pidió a los alumnos evaluar los aspectos positivos y negativos de la práctica docente en general. Se les pidió agregar 4 puntos, los cuales se dividían en las siguientes preguntas: Escribir que fue lo que ellos consideraron. Lo bueno de la práctica docente. Lo malo de la práctica docente, ¿Qué agregarían a la práctica docente? Y ¿Qué quitarían a la práctica docente?

Se identificó en las respuestas de los alumnos los siguientes puntos clave:

##### **\*Lo bueno de la práctica docente (fortalezas):**

Los alumnos comentaron en general que les pareció muy bueno utilizar un juego como recurso para lograr aprendizaje.

Les gusto la dinámica de la clase porque hubo una exposición y discusión que generó un ambiente de clase muy agradable, para así las siguientes clases continuar con ese ambiente de trabajo colaborativo y mezclar el juego como un recurso para lograr un aprendizaje.

Señalaron que las tarjetas y la explicación del profesor generaba un buen elemento para logra aprender del tema.

Comentaron en su mayoría que fue “una forma de enseñar distinta a la conocida por los alumnos”

Además, un punto clave de la dinámica y los objetivos que presentó esta estrategia didáctica fue cumplido satisfactoriamente, pues los alumnos señalaron que el juego fue divertido y les ayudo a aprender con la guía del maestro y los elementos que conforman el juego los conceptos, ideas y teoría de la Selección Natural.

**\* Lo malo de la práctica docente (áreas de oportunidad):**

Los puntos negativos de la práctica docente fueron sobre todo respecto al tablero de juego, el cual señalaron se movía y dificultaba un poco la jugabilidad de este.

Otro punto importante fue respecto a las reglas. Algunos alumnos tuvieron problemas, pidieron qué se resolvieran más las reglas en cada equipo formado, algo que se iba realizando como parte de la dinámica, pero ciertamente faltó un poco más de explicación individualizada para que todos los alumnos entendieran correctamente las reglas desde el inicio.

**\*¿Qué agregarían a la práctica docente? (retroalimentación al profesor)**

Los alumnos señalaron que se le debería de agregar, sobre todo al juego, un tablero que no se moviera (fijo), y difirieron en cuanto al número de fichas (bacterias para jugar) en el juego, algunos comentaban que debía haber más, y otros que debía haber menos.

Otro aspecto sugerido fue algunas indicaciones más o extras en el tablero para facilitar el juego y el aprendizaje.

**\*¿Qué quitarían a la práctica docente?**

En este punto los alumnos señalaron mayormente que nada en cuanto al juego y el aspecto teórico de la dinámica debía ser eliminado, pues les resultaba un ejercicio innovador y ameno, diferente al que generalmente estaban acostumbrado a trabajar en el proceso de enseñanza aprendizaje.

Algunos alumnos señalaron como sugerencia quitar algunas reglas para hacer más fluido el juego, como, que no debía haber un número significativo de bacterias al inicio (pues en el juego se plantean 8 fichas por equipo para mostrar una población inicial) para así comenzar a sacar las cartas de Selección Natural (las cuales contienen información del tema y un elemento de estrategia que implica la afectación en la muerte o reproducción diferencial de los organismos representados con bacterias). Bajo este señalamiento se plantea poder comenzar desde un principio con una población inicial de ocho bacterias de distintos colores (pero con una representación de los tres colores primarios y secundarios en proporciones dónde al comienzo solo una o tres bacterias de las ocho tengan resistencia bacteriana, que serían representadas con los colores secundarios), para hacer más fluido el juego y la estrategia didáctica, sin la necesidad de ocupar tiempo en ordenar con turnos de lanzar los dados y movimientos de las bacterias. Sugerencia posible de ser implementada sin necesidad de cambiar el juego en sí mismo en otras ocasiones o modos de jugar.

En general los aspectos señalados como elementos a eliminar, mejorar o modificar no representaban un grave error o algún factor que ellos consideraban como totalmente fuera de lugar, más bien eran factores del tablero y de las reglas para mejorar tanto el entretenimiento como el proceso de enseñanza aprendizaje.

En cuanto a la evaluación realizada con la **Bitácora de Col modificada (figura 13b)**, pude encontrar los siguientes datos respecto al aprendizaje de los alumnos con la estrategia didáctica. A continuación, los resultados generales:

**La bitácora fue modificada para ser adaptada a los fines y estrategias complementarias que se llevarán a cabo (figura 13b):**

¿Qué paso?	¿Qué sentí?	¿Qué aprendí?	Metacognición ¿De qué me doy cuenta?	Resumen de lo acontecido en el juego	Conclusiones de aprendizaje Relacionar Juego con teoría evolutiva – S.N.

Figura 13b. La bitácora de Col modificada. Incluye las preguntas de cómo fue el desarrollo del juego y las conclusiones de aprendizaje, para relacionar el resultado del juego con la teoría evolutiva. Abajo las preguntas específicas **resueltas** por los estudiantes para evaluar la identificación de los conceptos y el significado de selección natural, con su comprensión particular.

#### **Respuestas en general que los alumnos proporcionaron:**

##### **\*¿Qué paso?**

Los alumnos refirieron jugar con base a la teoría expuesta reflejada en el juego que se desarrolló.

Particularmente los alumnos comentaron lo qué había pasado, esto fue jugar y relacionar el tema con la Selección Natural y la evolución biológica.

##### **\*¿Qué sentí?**

Los alumnos refirieron sentir: emoción, adrenalina, tristeza, conmoción, pasión, estrés por el juego si perdían. Se encontró que las emociones que ellos plasmaron eran mayormente positivas (la emoción en parte fundamental para el proceso de aprendizaje), así el juego cumplió su objetivo en la didáctica formando una buena relación con el tema teórico y el aspecto de diversión que como tal un juego debe tener.

##### **\*¿Qué aprendí?**

Los alumnos señalaron en su mayoría que aprendieron que hay bacterias, las cuales tiene variaciones por mutaciones, y estas se pueden reproducir, hay un cambio y la Selección Natural (conjunto de factores ambientales y biológicos) determina la supervivencia de algunas que son resistentes a antibióticos.

En general los alumnos refirieron una relación teórica de la Selección Natural y el juego.

#### **\*Metacognición ¿De qué me doy cuenta?**

Señalaron mayormente que si las bacterias se reproducen más no se terminaría el juego pues hay una continuidad donde la resistencia bacteriana da lugar a un ciclo donde el cambio de la frecuencia en cuanto a los colores de las bacterias (que representan su resistencia a antibióticos) va haciendo que el juego pueda continuar indefinidamente en algunas ocasiones, mostrando así un aprendizaje cualitativo de la teoría evolutiva.

También, señalaron que observaba como los movimientos de sus piezas por equipos tenía una implicación en cuanto a su sobrevivencia en el juego y su reproducción diferencial, pues finalmente el objetivo del juego además de enseñar el tema de Selección Natural, busca que los jugadores se reproduzcan y vaya cambiando la frecuencia de colores, dando lugar a una visualización de la población inicial con la que comenzaron para así relacionar la teoría evolutiva con la Selección Natural con el juego en el tablero.

#### **\*Resumen de lo acontecido en el juego**

En el resumen del juego y la estrategia didáctica señalaron mayormente el desarrollo de la actividad lúdica, dónde plasmaron como fue su inicio, el desarrollo y la conclusión de su juego. Señalando mayormente como había sido el proceso de cambio en los colores de las bacterias de las no resistentes a las resistentes al final, a lo largo del desarrollo del juego, esto mostró que la dinámica resultaba adecuada y eficiente para lograr los aprendizajes esperados.

Algunos alumnos comentaron que la estrategia basada en reproducirse y mutar era esencial en la Selección Natural. En estos casos muy particulares se les señalo a

los alumnos la correcta interpretación de esos puntos, pues se debían, analizando los datos de asistencia y trabajos, a errores conceptuales producto de que no habían participado más que en una o dos de las tres clases en las cuales se llevó a cabo la estrategia didáctica.

**\*Conclusiones de aprendizaje (Relacionar Juego con teoría evolutiva – S.N.)**

Mayormente en las conclusiones, los alumnos señalaron los puntos que venían en las cartas del juego y los relacionaron con los temas más específicos de estas, pero agregando en general los objetivos de aprendizaje que se buscaban con la estrategia.

En conclusión, los alumnos lograron identificar los elementos y puntos centrales de la selección Natural utilizando el juego que es en sí mismo el eje fundamental en el cual se desarrolló esta estrategia, y lo relacionaron con la guía del docente respecto del tema de selección natural, que es el objetivo de aprendizaje, comprender qué es la selección natural y qué elementos intervienen en el proceso de selección natural, en el caso de estudio particular que se mostró, con la resistencia bacteriana.

#### **4.6. Conclusión final**

Después de una larga investigación para la realización de la estrategia didáctica basada en un juego, y los múltiples artículos y estrategias didácticas revisadas con relación al tema de Selección Natural – evolución biológica para nivel bachillerato, se logró realizar el desarrollo e implementación de este juego de mesa el cual es el eje central de la estrategia didáctica lúdica, tema de esta tesis titulada “Desarrollo de una estrategia didáctica en el tema selección natural de bachillerato, utilizando como base el juego”, la cual fue un estrategia exitosa en su desarrollo e implementación por los resultados obtenidos dónde los alumnos señalaron en sus respuestas posteriores a la aplicación de la estrategia un aprendizaje correcto

respecto a los temas incluidos dentro del marco particular del CCH, y en realidad esta estrategia es aplicable a cualquier sistema de bachillerato pues los temas centrales de Selección Natural- evolución biológica son los mismos pero con diferencias que no impactan en la implementación de esta estrategia didáctica desarrollada para la obtención del grado de maestro en docencia para la educación media superior en el posgrado de MADEMS, en el área de conocimiento de biología.

Por último, pero no menos importante es necesario señalar puntualmente el aspecto que a mi parecer fue de lo más relevante durante el proceso de enseñanza-aprendizaje en este tema seleccionado, y son los comentarios de los alumnos durante y posterior a la aplicación de la estrategia didáctica dónde señalaron que el proceso de enseñanza por medio de una estrategia lúdica, utilizando un juego de mesa desarrollado específicamente para el tema, les había generado no sólo emoción -necesaria para lograr un aprendizaje significativo-, sino también un gusto por aprender, de una forma no tradicional, y que en ocasiones la educación formal tiene una total diferencia a lo que significa realmente la parte humanística y consideración ante los individuos que están prestando su tiempo con la esperanza y deseo genuino de aprender, y puedo concluir que no sólo está estrategia en este tema de selección natural-evolución biológica puede ser la única en implementarse, pues en realidad este trabajo es un replanteamiento del significado formal de la educación a todos los niveles, pues el juego no es exclusivo de cierta edad en la infancia o la juventud temprana, en absoluto, pues este trabajo demostró como sí es posible generar aprendizaje con una estrategia lúdica y más humana por su sentido colaborativo implícito en el juego, y claramente con la guía de un profesor, conocedor del tema, como lo es mi caso, pues mí formación en la licenciatura se centró en la parte teórica de la biología que fue “el pensamiento evolutivo” y sus diversas interpretaciones históricas y sociales.

En este trabajo se muestran las posibilidades de nuevas formas de entender el aprendizaje y el proceso de enseñanza. En conclusión, los objetivos generales y particulares de desarrollar y aplicar una estrategia lúdica para la enseñanza del tema Selección Natural-evolución biológica se lograron de manera satisfactoria.



#### **4.7. Reflexión final.**

##### **Conclusión y reflexión posterior como profesor de bachillerato**

En el desarrollo de esta estrategia didáctica se fueron sumando los aspectos psicopedagógicos necesarios para el proceso mismo de enseñanza y aprendizaje, dónde se utilizaron diferentes dinámicas para retomar aprendizajes previos en el inicio de la estrategia didáctica planificada previamente, generando y exponiendo una presentación en PowerPoint sobre el caso de una modelo brasileña afectada por una bacteria multirresistente a antibióticos, explicando los aspectos principales de la evolución, la variación, mutación y Selección Natural en un ejemplo de bacterias resistentes a antibióticos, posteriormente se desarrolló la actividad principal para el proceso de enseñanza “el juego de la evolución - resistencia bacteriana” desarrollado como parte de la estrategia didáctica para la enseñanza en bachillerato del tema “Selección Natural”, y finalmente se cerró la estrategia evaluando los aprendizajes y concluyendo el tema para dar paso a los posteriores subtemas de la materia de biología IV de bachillerato, específicamente del plan de estudios del CCH sur de la UNAM.

Todo lo anterior expuesto fue un proceso largo que me llevó a construir un aprendizaje del significado de la labor docente, y que está pretende como agente educativo que soy, se facilite el aprendizaje de mis alumnos, pues autores como Martínez (2022) señalan la importancia de los agentes educativos en el sistema educativo mexicano, que en sus diversos niveles educativos se plantea metas a cumplir, las cuales están orientadas al desarrollo integral de los estudiantes (Martínez C., 2022). Con este trabajo se cumplen objetivos de aprendizaje necesarios para un desarrollo integral en las áreas de carácter formativo del conocimiento del medio natural y social propuestos recientemente por la SEP (SEP, 2017; SEP, 2023).

El aprendizaje como docente durante la implementación de esta actividad psicopedagógica fue positivo, pues este trabajo de tesis de maestría en MADEMS biología me ha ayudado en mi carrera como maestro de otras asignaturas que he impartido. Así puedo concluir esta reflexión diciendo que este trabajo es en sí mismo

un éxito tanto en el desarrollo de la estrategia didáctica como en el aprendizaje de la implementación utilizando el juego, pues demuestra que el aprendizaje puede tener un replanteamiento para ser llevado con procesos psicopedagógicos lúdicos, fomentando la colaboración y convivencia sana, aspecto fundamental en el ámbito socioemocional, además de ser un proceso innovadoramente factible, así como lo señala Raspo (2022), “el juego cumple distintas funciones en la formación académica” (Raspo, M. 2022) y psicopedagógica, como lo es reflexionar sobre el valor intrínseco del juego en la formación y el ejercicio profesional de temas que, en el caso de este trabajo, se pueden implementar efectivamente e impactar así de forma amplia y positiva en el aprendizaje de los alumnos con estrategias didácticas basadas en el juego.

Biól. Alberto Israel Ayala Pérez



Figura. 15. Fotos de alumnos del CCH sur, jugando en equipos de 4 vs 4 con el tablero con diferentes ambientes (marcadas con colores rojo, amarillo y azul), las fichas (bacterias de colores), “tarjetas de selección natural”(para ejemplificar los procesos azarosos de muerte y sobrevivencia diferencial), la pirinola de mutaciones (para ejemplificar las variaciones genéticas), e instructivo de juego en una infografía.





Anexos 2.



## ANEXOS 2.

### Cartas del juego “evolución-resistencia bacteriana”

Las cartas del juego “evolución-resistencia bacteriana” son 30 cartas que contienen información complementaria que propicia mayor interés y complementa la actividad con información relacionada al tema específico de la multirresistencia a antibióticos en bacterias y su proceso de evolución por selección natural.

<p><b>Microbioma</b></p>  <p><b>Propagación</b></p>	<p><b>Resistencia a los antimicrobianos</b></p>  <p><b>Factor de resistencia</b></p>	<p><b>Resistencia bacteriana</b></p>  <p><b>Antimicrobianos</b></p>	<p><b>Resistencia bacteriana</b></p>  <p><b>Antimicrobianos</b></p>	<p><b>Tuberculosis</b></p>  <p><b>Propagación</b></p>
<p>Número total de bacterias que componen la microbiota y su material genético, lo que no hay que confundir con microbiota que es la población bacteriana existente en el organismo. Se ha comprobado que el desajuste del microbioma provoca numerosas patologías que afectan al organismo como la Enfermedad de Crohn en el ser humano. <b>Efecto:</b> Intercambia una bacteria de tu población a la casilla donde se encuentra tu bacteria.</p>	<p>La resistencia a los antimicrobianos pone en peligro la eficacia de la prevención y el tratamiento de una serie cada vez mayor de infecciones por virus, bacterias, hongos y parásitos. <b>Efecto:</b> Avanza una casilla en dirección de tu movimiento.</p>	<p>La resistencia bacteriana es un fenómeno que aparece de forma natural con el tiempo, generalmente por modificaciones genéticas. Sin embargo, el proceso se ve acelerado por el abuso y mal uso de antibióticos. <b>Efecto:</b> Avanza otro turno.</p>	<p>Por el mal uso y el abuso de los antimicrobianos. En muchos lugares hay un abuso y mal uso de los antibióticos tanto en las personas como en los animales, y es frecuente que se administren sin supervisión de un profesional. <b>Efecto:</b> Resiste el efecto de un antibiótico con esta carta.</p>	<p>"Llegará un día en que cualquier persona podrá comprar penicilina. Entonces existirá el peligro de que un hombre ignorante pueda tomar con facilidad una dosis insuficiente de antibiótico y, que al exponer sus microbios a cantidades no letales del fármaco, los haga resistentes", dijo Alexander Fleming en su discurso ante la Academia Sueca cuando recibió el premio Nobel de Medicina en 1945. <b>Efecto:</b> Avanza otro turno.</p>

<p><b>Penicilina</b></p>  <p><b>Evento contingente</b></p>	<p><b>Gen mcr</b></p>  <p><b>Factor de resistencia</b></p>	<p><b>Miel</b></p>  <p><b>Antibiótico natural</b></p>	<p><b>Aceite de Coco</b></p>  <p><b>Antibiótico natural</b></p>	<p><b>Tuberculosis</b></p>  <p><b>Factor de resistencia</b></p>
<p>El primer antibiótico descubierto fue la <b>penicilina</b>, en 1897 por Ernest <b>Duchesne</b> en Francia, quien trabajaba con hongos del género <i>Penicillium</i>. Muchas bacterias han desarrollado o adquirido la resistencia a este antibiótico. Utilizándolo como alimento, degradándolo o devolviéndolo al ambiente. <b>Efecto:</b> Lanza el desecho tóxico fuera, utilizando el dado de la bacteria en la casilla, el otro jugador perderá su bacteria si el antibiótico desechado cae en su casilla.</p>	<p>Una mujer en EE UU sufre una infección de orina con una versión de la bacteria "<b>Escherichia Coli</b>" resistente al tratamiento con colistina, un antibiótico de último recurso para esos casos. <b>Efecto:</b> Supervivencia de la bacteria por los genes de resistencia.</p>	<p>La miel cruda es rica en vitaminas B, aminoácidos, enzimas, minerales, antimicrobiana y propiedades antioxidantes. También repleto de propóleos de abeja y polen, que ofrecen muchas de curación inmune importante, impulsar y propiedades antibióticas. <b>Efecto:</b> No Avanza, retrocede a la casilla anterior.</p>	<p>El aceite de coco trata con eficacia muchos tipos de infecciones de la piel. Se puede tratar con éxito la dermatitis atópica, una enfermedad que a menudo se trata con cremas antibióticas. <b>Efecto:</b> Regresa a la posición inicial del juego.</p>	<p>La tuberculosis se contagia por vía aérea, cuando las personas infectadas tosen, estornudan o escupen. Además, un número creciente de personas del mundo contraen la tuberculosis debido a que su sistema inmunitario se ve comprometido por medicamentos inmunosupresores, abuso de drogas o el sida. <b>Efecto:</b> Intercambia de lugar con una bacteria de la población opuesta que haya</p>

<p><b>Darwinolide</b></p>  <p>Evento contingente</p>	<p><b>Genes de resistencia</b></p>  <p>Factor de resistencia</p>	<p><b>Propagación</b></p>  <p>Reproducción diferencial</p>	<p><b>Tuberculosis multiresistente</b></p>  <p>Factor de resistencia</p>	<p><b>Plásmido</b></p>  <p>Factor de resistencia</p>
<p>Compuesto antibacterias definitivo. Procedente de la <i>Dendrilla membranosa</i>, una esponja de mar del Antártico. En las pruebas de laboratorio ha demostrado que tiene una estructura única, lo cual le permite atravesar la <i>biopelícula</i>, que usan las bacterias MRSA para protegerse de los antibióticos comunes. Este compuesto no busca las bacterias en los fluidos corporales, sino que va directamente contra las <i>biopelículas</i>. <b>Efecto: Muerte de la bacteria.</b></p>	<p>La resistencia a los antimicrobianos es un fenómeno natural que aparece de forma natural con el tiempo, generalmente por modificaciones genéticas. Sin embargo, el proceso se ve acelerado por el mal uso y el abuso de los antimicrobianos. <b>Efecto: Supervivencia de la bacteria por los genes de resistencia.</b></p>	<p>La prolongación de la enfermedad, la necesidad de más pruebas y la utilización de fármacos más caros aumentan el costo de la atención sanitaria a los pacientes con infecciones resistentes en comparación con el de los pacientes con infecciones no resistentes. <b>Efecto: Avanza otro turno más la bacteria en la casilla.</b></p>	<p>Cada año, 480 000 personas presentan Tuberculosis multiresistente, y la farmacorresistencia empieza a complicar también la lucha contra el VIH y el paludismo. <b>Efecto: Utiliza la carta para resistir un antibiótico no definitivo y lograr sobrevivir.</b></p>	<p>El <b>plásmido R</b> confiere, a las células que lo poseen, resistencia a los antibióticos o drogas. Un <b>plásmido R</b> puede llegar a tener hasta 10 genes que confieren resistencia. Los <b>plásmidos R</b> pueden transferirse a otra bacteria de la misma especie, a virus e, incluso, a bacterias de diferentes especies. <b>Efecto: Utiliza la carta del plásmido para mover con cualquier dado a cualquier bacteria de tu población.</b></p>

<p><b>Reemplazo bacteriano</b></p>  <p>Antibiótico</p>	<p><b>OMS</b></p>  <p>Evento contingente</p>	<p><b>Fluoroquinolonas</b></p>  <p>Antibiótico</p>	<p><b>Dosificación</b></p>  <p>Evento contingente</p>	<p><b>Mutación</b></p>  <p>Evento contingente</p>
<p>Algunos antibióticos destruyen bacterias que viven en nuestro organismo y que son útiles para algunos de sus procesos y estas bacterias "buenas" son reemplazadas por otras que causan diarrea o facilitan una infección por hongos. <b>Efecto: Utiliza esta carta para intercambiar una de tus bacterias muertas por otra de la población contraria en su misma casilla.</b></p>	<p>La OMS recomienda para evitar la resistencia bacteriana, entre otras medidas: - Tomar antibióticos solamente si han sido recetados por un profesional calificado. - Completar siempre el tratamiento prescrito. <b>Efecto: Retrocede a la posición inicial.</b></p>	<p>La resistencia de <i>Escherichia coli</i> a una de las clases de medicamentos más utilizadas en el tratamiento de las infecciones urinarias (las fluoroquinolonas) está muy generalizada. En muchas partes del mundo hay países en los que este tratamiento es ineficaz en más de la mitad de los pacientes. <b>Efecto: Avanza una casilla.</b></p>	<p>Si la dosis del antibiótico no es la adecuada no será efectivo para el tratamiento de la infección y existe mayor probabilidad de que las bacterias desarrollen resistencias. Esto se debe al hecho de que las bacterias pueden continuar creciendo y desarrollando formas de enfrentarse a los efectos de los antibióticos. <b>Efecto: Utiliza esta carta para detener a una bacteria de la otra población paralizada hasta que aparezca e n juego otro antibiótico.</b></p>	<p>A través de las mutaciones genéticas se genera una nueva cepa resistente a antibiótico. Estas células resistentes evaden con éxito la acción de los fármacos y se vuelven predominantes. <i>Streptococcus pneumoniae</i>; es la causa de sepsis, otitis media, neumonía y meningitis. La resistencia a múltiples antibióticos ensombrecen el pronóstico de estas infecciones. <b>Efecto: Usa esta carta para mover con cualquier dado y movimiento de las otras bacterias.</b></p>

Propagación acelerada	Mal uso de antibióticos	Distribución geográfica	<i>Klebsiella pneumoniae</i>	Tuberculosis
				
<b>Propagación</b>	<b>Factor de resistencia</b>	<b>Propagación</b>	<b>Resistencia</b>	<b>Resistencia</b>
<p>Los microbios resistentes a los antimicrobianos están presentes en las personas, los animales y el medio ambiente (agua, suelo y aire). Estos pueden transmitirse de persona a persona o entre las personas y los animales, inclusive a través de la alimentación de origen animal.</p> <p><b>Efecto:</b> Intercambia una bacteria de tu población o de la otra población a la casilla donde se encuentra tu bacteria.</p>	<p>El uso incorrecto de los antibióticos se da en la administración para tratar infecciones víricas (como los resfriados o la gripe), su uso como estimulantes del crecimiento de animales o para prevenir enfermedades en animales sanos.</p> <p><b>Efecto:</b> Avanza dos casillas en dirección de tu movimiento.</p>	<p>La resistencia a los antibióticos afecta a todos los países. Los pacientes con infecciones causadas por bacterias <u>farmacorresistentes</u> corren mayor riesgo de tener peores resultados clínicos y morir.</p> <p><b>Efecto:</b> Mueve a cualquier posición a lado de una bacteria de tu población.</p>	<p>La resistencia de <i>Klebsiella pneumoniae</i> (una bacteria intestinal común que puede causar infecciones potencialmente mortales) al tratamiento utilizado como último recurso (los antibióticos <u>carbapenémicos</u>) se ha propagado a todas las regiones del mundo.</p> <p><b>Efecto:</b> Resiste el efecto de un antibiótico con esta carta.</p>	<p>La propagación de cepas resistentes a otras partes del mundo podría suponer un gran reto para la salud pública y poner en peligro los avances recientes en el control del paludismo.</p> <p><b>Efecto:</b> Avanza otro turno.</p>

Evolución Biológica	Definición de evolución	Adaptación	Variación	Sobre-Producción
				
<b>Teoría</b>	<b>Teoría</b>	<b>Teoría</b>	<b>Teoría</b>	<b>Teoría</b>
<p>La evolución biológica se puede definir como el cambio en las características de las poblaciones de organismos a través del curso de sucesivas generaciones.</p> <p><b>Efecto:</b> BACTERIA NARANJA EN ROJO MUERE</p>	<p>El cambio en las poblaciones es la consecuencia de la actuación de la selección natural favoreciendo a los individuos portadores de ciertas características determinadas genéticamente (heredables) que mejoran su éxito reproductor.</p> <p><b>Efecto:</b> BACTERIA VERDE en loseta Amarilla muere</p>	<p>Darwin fijó varios puntos para su teoría expuesta en su libro "El Origen de las especies por medio de la selección natural" (1859)</p> <p>•1. <b>Adaptación:</b> Todos los organismos se adaptan a su medio ambiente. <b>Efecto:</b> BACTERIA MORADA EN AZUL MUERE</p>	<p>El segundo punto de la teoría de Darwin es:</p> <p>2. <b>Variación:</b> Todos los organismos presentan caracteres variables, estos son una cuestión de azar, aparecen en cada población natural y se heredan entre los individuos.</p> <p><b>Efecto:</b> BACTERIA NARANJA EN ROJO MUERE</p>	<p>El tercer punto de la teoría de Darwin es:</p> <p>3. <b>Sobre-reproducción:</b> todos los organismos tienden a reproducirse más allá de la capacidad de su medio ambiente para mantenerlos (esto se basó en las teorías de Thomas Malthus, señaló que las poblaciones tienden a crecer geométricamente hasta encontrar un límite al tamaño de su población dado por la restricción, entre otros, de la cantidad de alimentos).</p> <p><b>Efecto:</b> bacteria VERDE en loseta Amarilla muere</p>

## Tablero

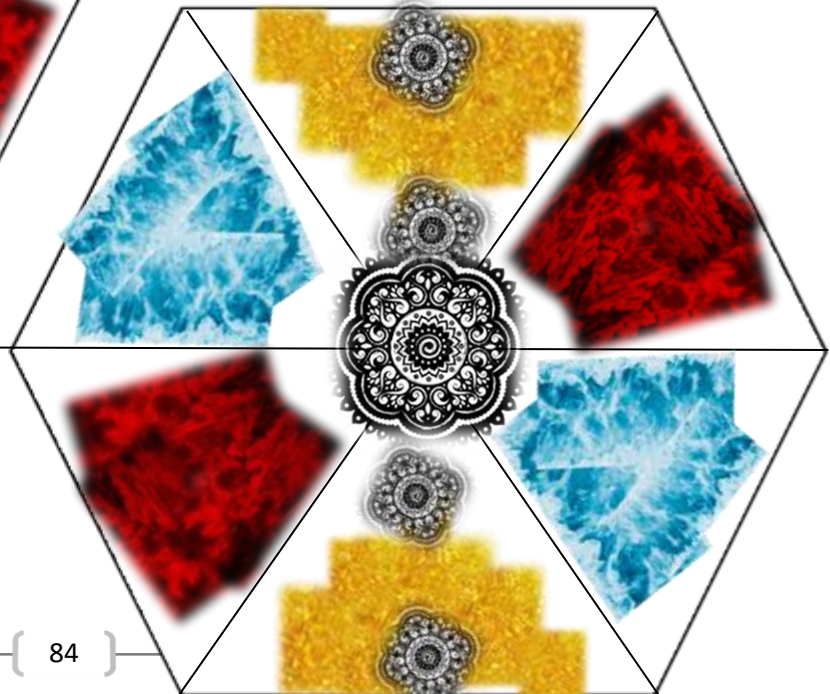
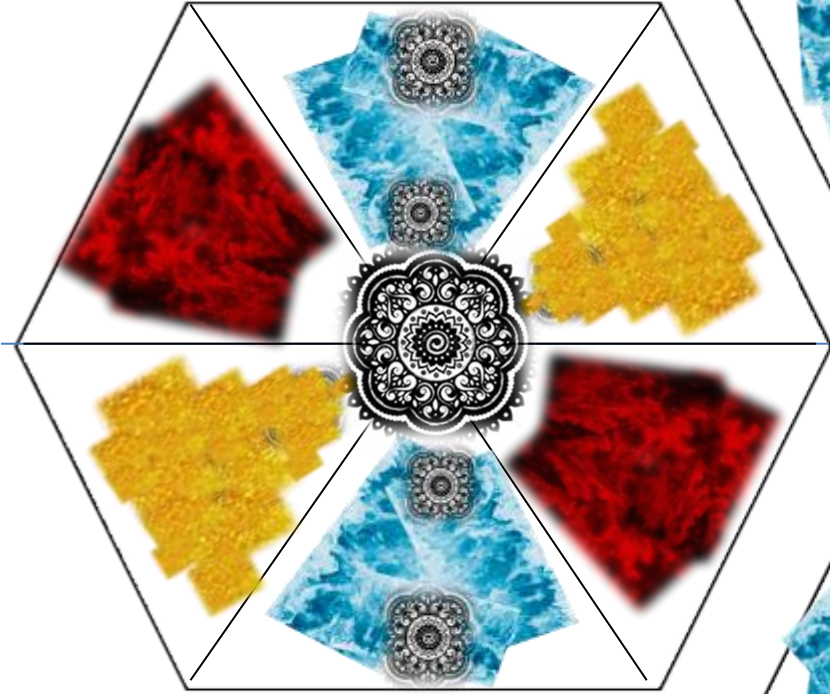
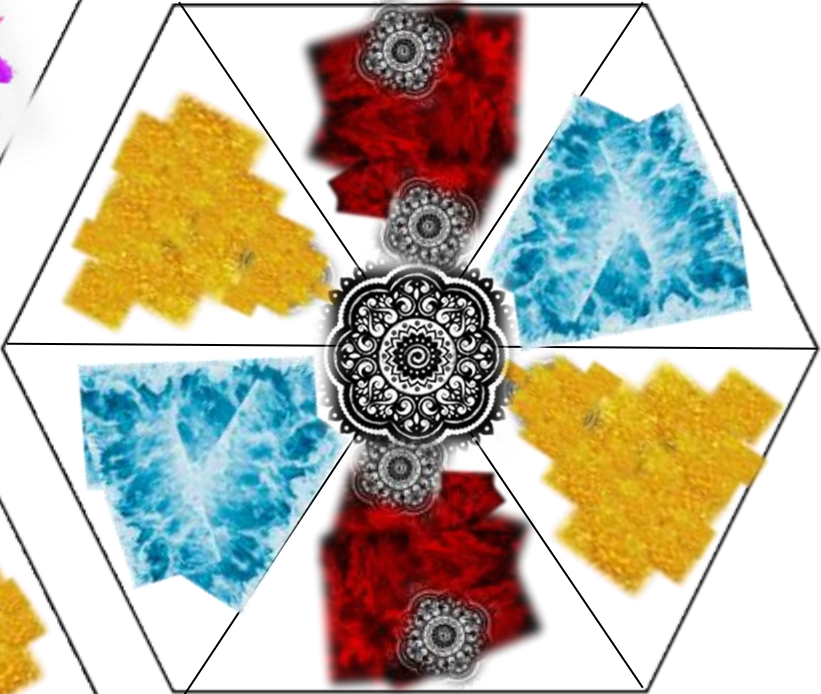
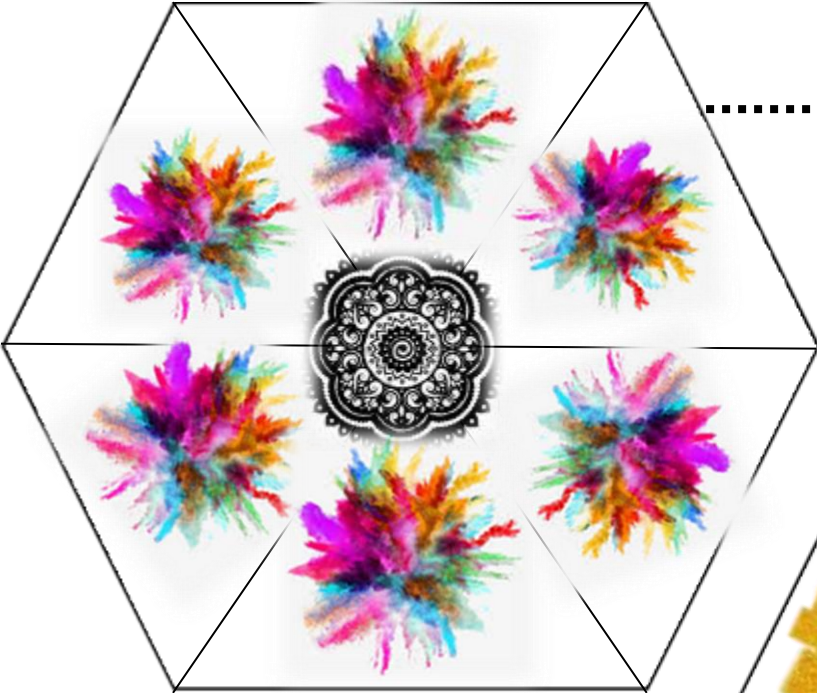
Imágenes del diseño del tablero armable del juego “evolución-resistencia bacteriana”, consta de 12 losetas hexagonales que se pueden armar de forma aleatoria para que en cada partida sea distinto el patrón y orden del tablero dando como resultado múltiples e irrepetibles partidas donde jugar y aprender. Cada loseta armable representa un ambiente con características favorables para un color específico de ficha (las cuales representan las bacterias con sus “genes” de resistencia específicos, los cuales les confieren ventaja o desventaja dependiendo del ambiente) y casillas con símbolo de “mutación”, “reproducción” y “vacío o neutro” ejemplificando los procesos involucrados en la Selección Natural como lo es la variación biológica y la reproducción diferencial.





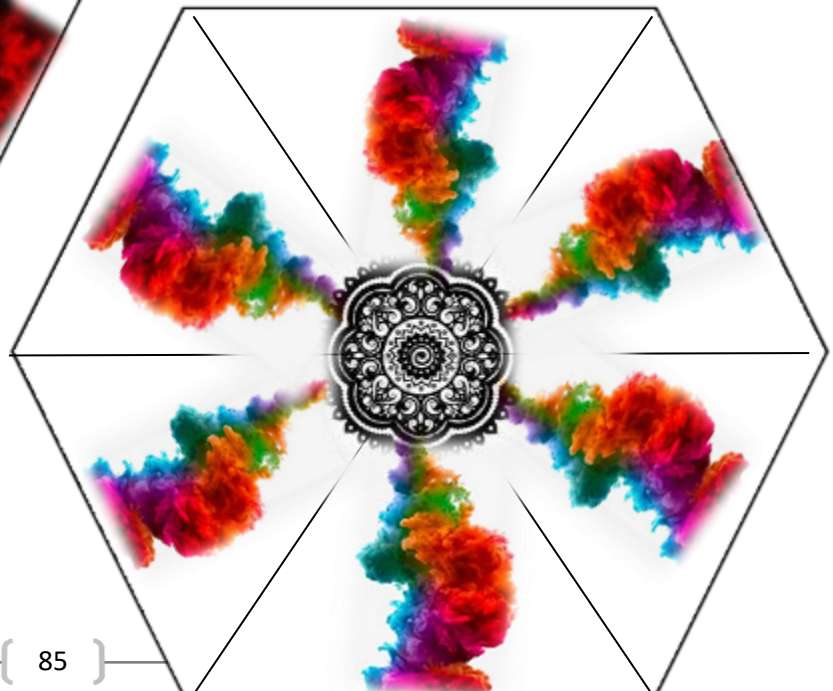
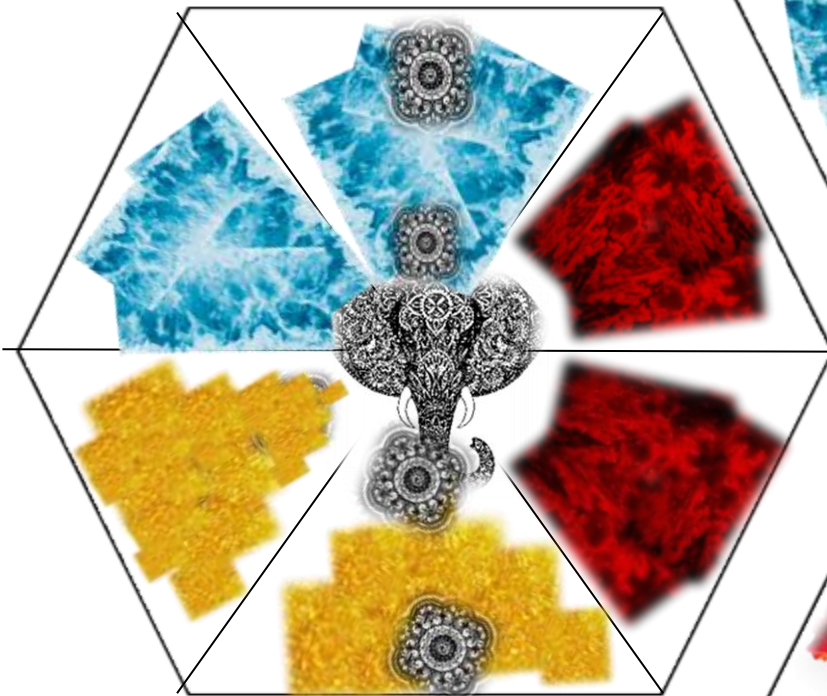
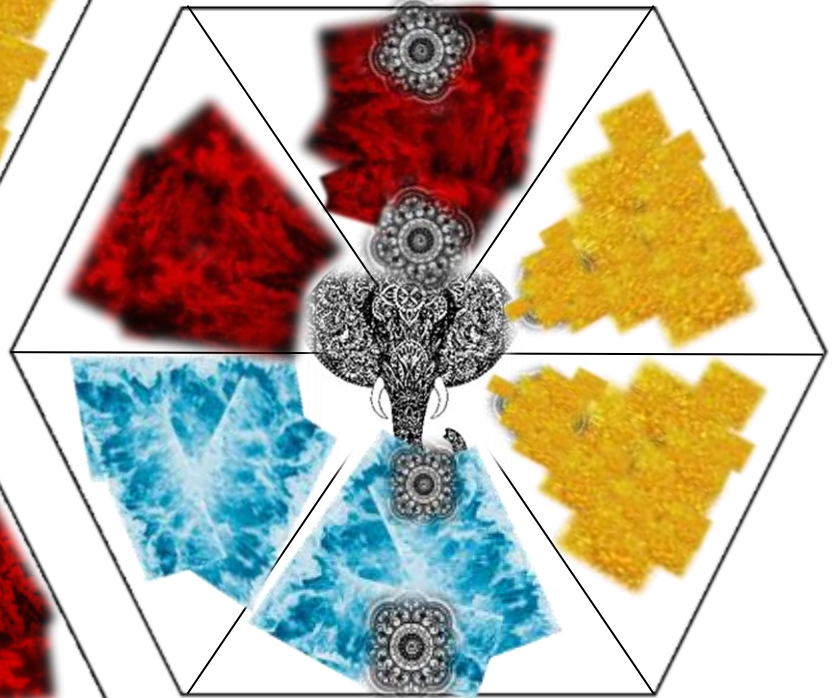
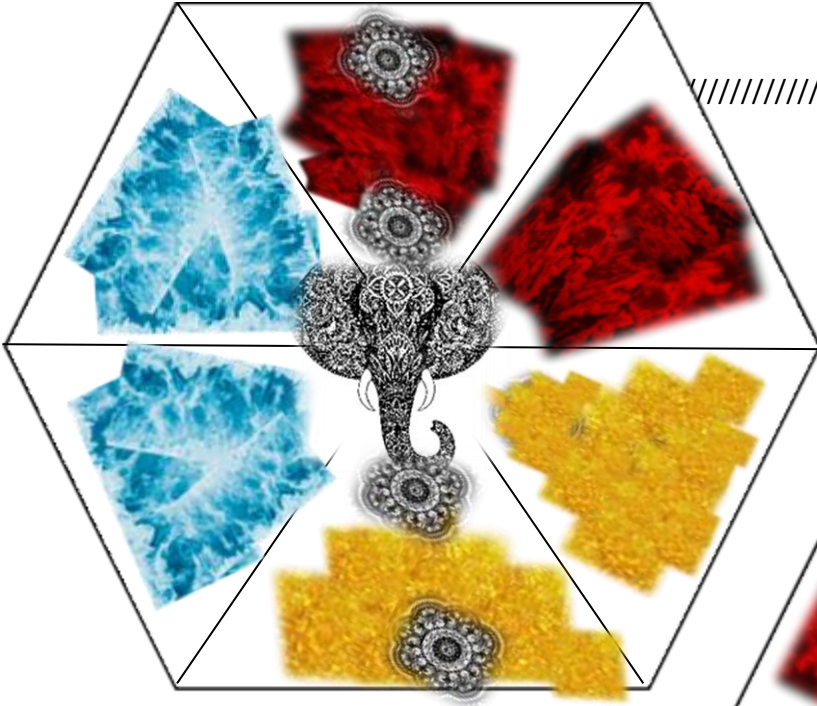
**3 losetas con el símbolo de “mutaciones”,** representando el proceso de variación, recombinación y mutación genética.

**1 loseta de población lisa** (es de donde comenzará el juego el jugador 1).

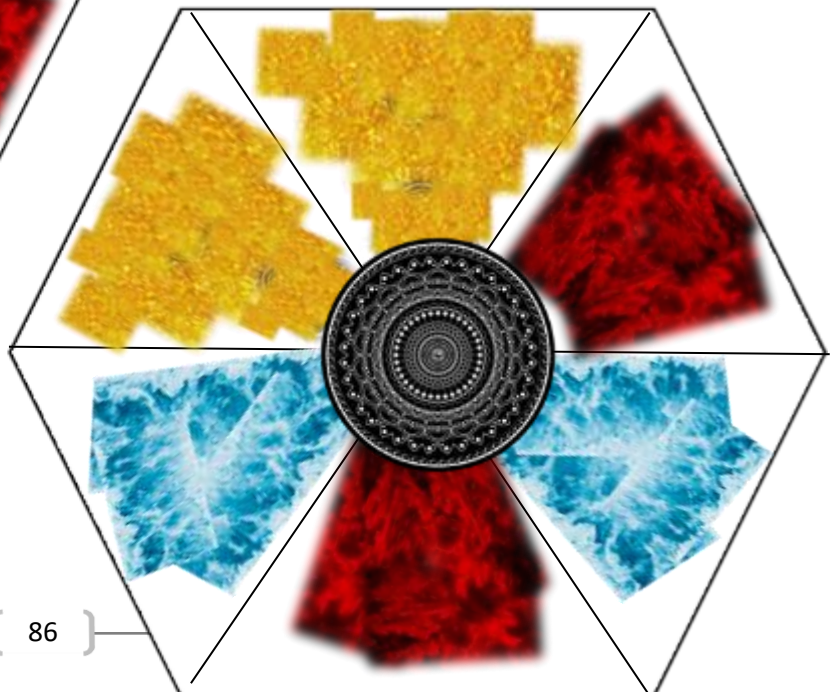
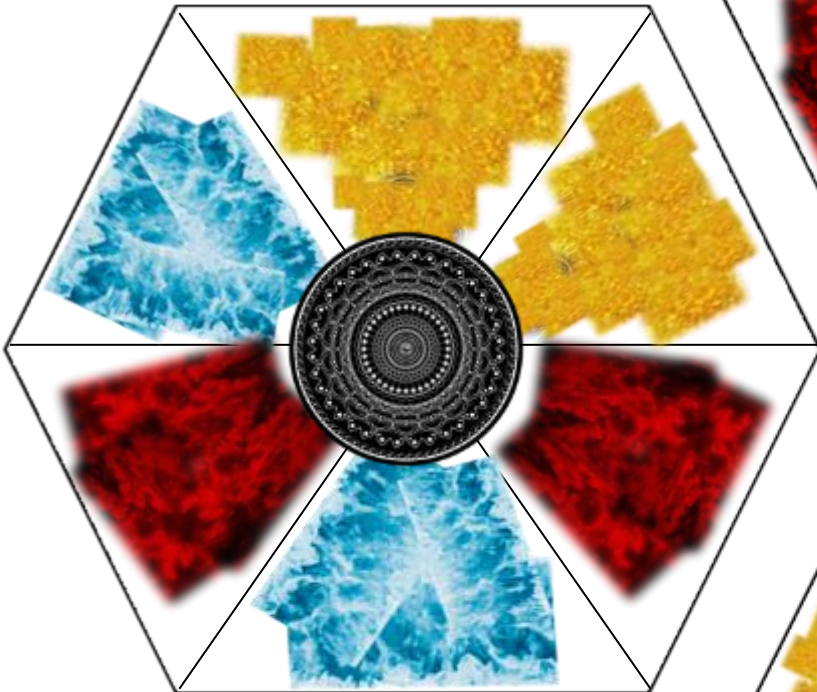
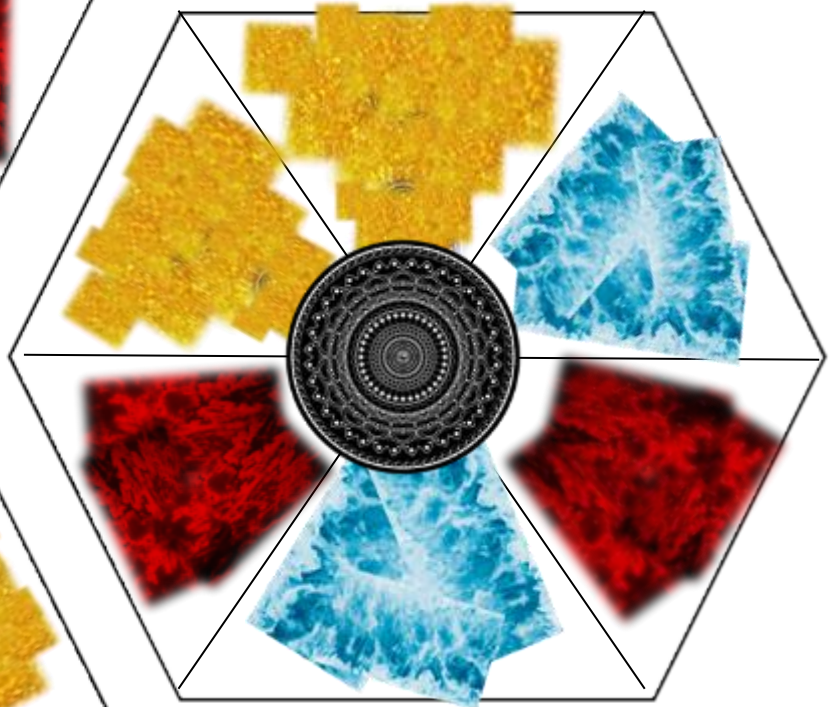
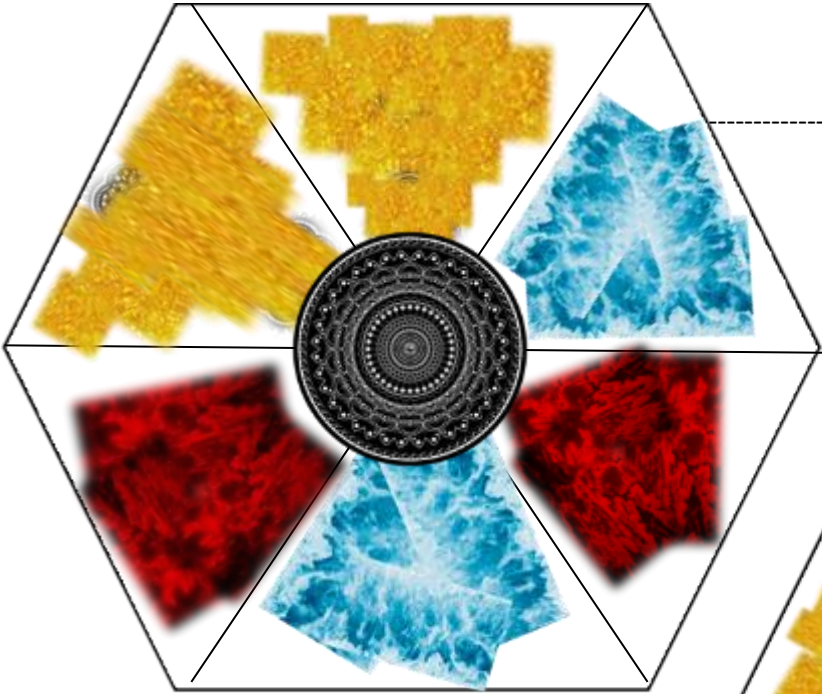


**3 losetas de “reproducción”** que representan la reproducción diferencial en poblaciones.

**1 loseta de población moteada** (es de donde comenzará el juego el jugador 2, que representa otra población bacteriana enfrentándose en el tablero de juego que simula ambientes favorables o desfavorables dependiendo de los genes de resistencias representados en los colores de las fichas).



**4 losetas con símbolo de "Vacío"**  
que representa las mutaciones  
neutrales en el proceso de  
mutaciones genéticas neutras.



## BIBLIOGRAFÍA

Ayala Pérez, A. I. (2016). El proyecto genoma humano y la medicina del siglo XXI: alcances y limitaciones. Seminario de titulación de Licenciatura en Biología. Universidad Nacional Autónoma de México, Facultad de Ciencias.

Barriga, A. F. D y Hernández, R. G. (2002) "Estrategias Docentes para un Aprendizaje Significativo. Una interpretación constructivista". Mc Graw-Hill, México, 465 Pp.

Chimeno, J. (2000). How to Make Learning Chemical Nomenclature Fun, Exciting and Palatable. *J. Chem. Education*, 77(2), 144-145

Darwin, Charles. (1859). El origen de las especies. Barcelona, España. Editorial Planeta-De Agostini. ISBN: 84-395-2172-3. Capítulo IV: Selección Natural, o la supervivencia de los más adecuados p.101-102

Darwin's Legacy: What Evolution Means Today (2005). Traducción de Mirta Rosenberg. Katz Ediciones. Buenos Aires, 2006, 202 páginas.

Díaz Barriga Arceo, Frida y Gerardo Hernández Rojas (1998). "Estrategias de enseñanza para la promoción de aprendizajes significativos" en Estrategias docentes para un aprendizaje significativo. Una Interpretación constructivista. México, McGrawHill pp. 69-112.

Díaz de la Fuente M<sup>a</sup> Teresa. (2013). Tutor UAL: Eduardo Gallego Arjona. Especialidad: Biología y Geología. El reto de enseñar y aprender evolución: una propuesta didáctica. Máster profesorado de educación secundaria obligatoria y bachillerato, formación profesional y enseñanza de idiomas trabajo de fin de máster UAL curso 2012-2013.

Díaz, F., (2010) Estrategias Docentes para un aprendizaje significativo. Una interpretación constructivista. Tercera edición. México. McGraw Hill.

Edelman G. M. (1989): "'The Remembered Present: A Biological Theory of Consciousness". (Basic Books, New York).

Escuela Nacional Colegio de Ciencias y Humanidades (2016). Programas de Estudios, Área de Ciencias Experimentales, Biología I-IV, Universidad Nacional Autónoma de México, México 80 p. Recuperado de: [http://www.cch.unam.mx/sites/default/files/programas2016/BIOLOGIA\\_III\\_IV.pdf](http://www.cch.unam.mx/sites/default/files/programas2016/BIOLOGIA_III_IV.pdf)

Estrada, J. O. M. (2012). Metodología para medir y evaluar individualmente el trabajo en equipo. *Ingeniería y Sociedad*, (4), 40-52.

Gould, S. J. (2002). *La estructura de la teoría de la evolución*. Metatemas Tusquets Editores. (Traducción 2004 de García Leal Ambrosio).

Hernández R. María Cristina., Eréndira Álvarez Pérez y Rosaura Ruiz Gutiérrez. (2009). La selección natural: aprendizaje de un paradigma. *Teorema* Vol. XXVIII/2, 2009, pp. 107-121[BIBLID 0210-1602 (2009) 28:2; pp. 107-121]

Hernández Rodríguez, María Cristina y Ruiz Gutiérrez, Rosaura. (2000) "Kuhn y el aprendizaje del evolucionismo biológico." *Revista Perfiles educativos*, Vol. XXII, Núms. 89-90, pp. 92-114.

Herrero David, *et al.* (2014). *La Teoría de la Evolución y la selección natural: aprender a través del juego y la reflexión* NEW APPROACHES IN EDUCATIONAL RESEARCH. Vol. 3. No. 1. Enero 2014 pp. 28–35 ISSN: 2254-7399 DOI: 10.7821/naer.3.1.26-33

Huizinga, J. (2000). *Homo ludens*. (E. Imaz, Trad.) Madrid, es: Editorial Alianza/Emercé.

John Dupré. (2005). *El legado de Darwin. Qué significa la evolución hoy*. Tit. Original: *The Philosopher's Tree: How to See Philosophy in a Tree*. Oxford University Press

Laurillard, D. (1993). *Rethinking University Teaching*, London, Routledge.

Lewontin, Richard C., 1998. *Genes, Organismo y ambiente: Las relaciones de causa y efecto en biología*. Editorial Gedisa. pp. 128. (Traducción de Alberto L. Bixo 2000)

Marín Díaz Verónica, Javier Martín-Párraga. (2013)¿Podemos utilizar los videojuegos para el desarrollo del currículo de la etapa de infantil? NEW APPROACHES IN EDUCATIONAL RESEARCH Vol. 3. No. 1. Enero 2014 pp. 21–27 ISSN: 2254-7399 DOI: 10.7821/naer.3.1.20-25

Martínez Córdova R. - Colaboradora Dra. López Gutiérrez Y. (2022). Desarrollo de habilidades del pensamiento (basado en el proyecto cero), en estudiantes de bachillerato de la comunidad Rincón Chamula: propuesta de intervención psicopedagógica. Tesis de maestría. <https://repositorio.unach.mx/jspui/handle/123456789/3610>

Martínez-López, N., Vilas, C., García, M.R. (2021). Comparativa entre modelos estocásticos de crecimiento bacteriano a distintas escalas. En XLII Jornadas de Automática: libro de actas. Castelló, (pp. 442-449). DOI capítulo: <https://doi.org/10.17979/spudc.9788497498043.442>.

Martínez-López, Nerea *et al.*, (2022). Modelado multi-escala y optimización de la dinámica de resistencia bacteriana a antimicrobianos. Universidad de Burgos. Actas del Simposio conjunto de los grupos temáticos de CEA: Modelado, simulación, optimización e ingeniería de control: 13-14. <http://hdl.handle.net/10261/270947>

Meirieu, Philippe. (2007). Frankenstein Educador: Philippe Meirieu. (3a.reimpresión). Barcelona: Laertes.

Melo Herrera Mónica Patricia, Hernández Barbosa Rubinsten (2014). El juego y sus posibilidades en la enseñanza de las ciencias naturales. Innovación Educativa, ISSN: 1665-2673 vol. 14, número 66 | septiembre-diciembre.

Noguera Solano, Ricardo y Ruiz Gutiérrez, Rosaura. (2010). Dos siglos explicando la evolución. *Ciencias 97*, enero-marzo, 22-30

Obaya, A., y Ponce, R. (2007). La secuencia didáctica como herramienta del proceso de aprendizaje en el área Química-Biológica. *Contacto-S*, (63), 19-25

Pask, G. (1975). *Conversation Cognition and Learning*, Elsevier.Amsterdam

Piaget, J. (1975). La equilibración de las estructuras cognitivas: Problema central del desarrollo. Siglo XXI Editores.

Picardo Joao Oscar et al. (2005). Diccionario Enciclopédico de Ciencias de la Educación. 1ª. Ed. – San Salvador, El Salvador, C.A.: Centro de Investigación

Raspo, M. (2022). El juego en la formación de Licenciados en Psicopedagogía en una universidad privada de Rosario. Tesina. Universidad del Gran Rosario.

Soler M (2002) La evolución y la biología evolutiva. En: *Evolución: la base de la biología*. Soler M. (Ed.). Proyecto Sur, Granada. Pp: 21-25.

Starr Taggart. (2009). Biología. La Unidad y la diversidad de la vida. 12a. edición. Evers Starr Biología.

Stefano Bochicchio *et al.*, (2009). “Evolución: adquisición de resistencia a antibióticos en bacterias”. Métodos de Investigación - Colegio Marymount.

Taxonomía de Bloom. Consultado el 20 de marzo de 2018. Disponible en: <http://sitios.itesm.mx/va/calidadacademica/files/taxonomia.pdf>

Yousef Martín, Tayssir, García Rueda, José y Ramírez Velarde, Raúl. (2006) Aplicaciones de la Teoría de la Conversación a entornos docentes telemáticos. Ponencia del IV Congreso Iberoamericano de Telemática, ITESM/RICOTEL. Recuperado el 26 de noviembre del 2017 de: <http://cs.mty.itesm.mx/profesores/rramirez/documentos/Aplicaciones-de-la-teoria-de-la-conversacion.pdf>.

Zañartu Correa, Luz María. (2003). Aprendizaje colaborativo: una nueva forma de Diálogo Interpersonal y en red. Revista digital de educación y nuevas tecnologías. Contexto educativo. Nueva Alejandría Internet. Fuente: <http://contexto-educativo.com.ar/2003/4/nota-02.htm>.

## **Páginas de Internet:**

Aprendizaje significativo. Consultado el 05\_04\_2018. Disponible en:

<http://hadoc.azc.uam.mx/enfoques/significativo.htm>

CNN. Caso de la modelo Mariana Bridi da Costa. Wikipedia. (2009). «Brazilian amputee model dead at 20». Newsarticle. CNN. 24 de enero de 2009. Consultado el 24 de enero de 2009. Revisado el 2018.

Carpenter, W.B. 1860b. Darwin on the Origin of the Species. National Review 10:188-214. Online: [http://darwin-online.org.uk/EditorialIntroductions/Freeman\\_OntheOriginofSpecies.html](http://darwin-online.org.uk/EditorialIntroductions/Freeman_OntheOriginofSpecies.html) 25/04/2007.

Colegio de Ciencias y Humanidades. Consultado el 05\_04\_2018. Disponible en:

<http://www.cch.unam.mx/>

Juego, Definición. Real Academia Española .Diccionario de la lengua española.

Consultado el 22 de Octubre del 2017. Disponible en:

<http://dle.rae.es/srv/fetch?id=MaeD6rF>

Juego, Definición. Real Academia Española .Diccionario de la lengua española.

Consultado el 22 de Octubre del 2017. Disponible en:

<http://dle.rae.es/srv/fetch?id=MaeD6rF>

RAE. Significado de Aprender. Disponible en: <https://dle.rae.es/aprender>.

Consultado el 05 de septiembre 2023.

Peranzi, F. G. (2008) Judo como práctica educativa [En línea]. Jornadas de Cuerpo y Cultura de la UNLP, 15 al 17 de mayo de 2008, La Plata. Disponible en Memoria Académica:

[http://www.fuentesmemoria.fahce.unlp.edu.ar/trab\\_eventos/ev.682 /ev.682.pdf](http://www.fuentesmemoria.fahce.unlp.edu.ar/trab_eventos/ev.682 /ev.682.pdf)

Parámetros de autoevaluación. Lineamientos para la presentación de pruebas de concurso de oposición abierto para plazas de profesor de carrera. (Concurso publicado en la Gaceta UNAM Núm. 3, 666 de fecha 6 de octubre de 2003).



Disponible en: <https://www.cch.unam.mx/sites/default/files/COA-TC-jun23-Lineamientos.pdf>

Secretaría de Educación Pública (SEP). (2017). Planes de estudio de Educación Media Superior: Bachillerato general. Recuperado de <https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/241519/planes-estudio-sems.pdf>

SEP (2023). Aprendizajes clave. Consultado 12 de junio del 2023. Disponible en: <https://www.gob.mx/sep/articulos/aprendizajes-clave-para-la-educacion-integral>

SEP. (2023). Bachillerato General. Unigrado. Áreas De Conocimiento. Ciencias Naturales, Experimentales Y Tecnología. Organismos: estructuras y procesos. Herencia y evolución biológica La energía en los procesos de la vida cotidiana. Consultado el 10 de junio de 2023. Disponible en: <https://nuevaescuelamexicana.sep.gob.mx/detalle-ficha/34858/>

Universidad Nacional Autónoma de México, Escuela Nacional Preparatoria, Colegio de Biología. Programa de estudios de la asignatura de: Biología IV de la UNAM. Consultado el 2 de septiembre de 2017. Disponible en: <http://dgenp.unam.mx/planesdeestudio/quinto/1502.pdf>

