



Fotografía
Gonzalo M. A. Bermudez

DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UNA SECUENCIA DIDÁCTICA RELATIVA A UN ASUNTO SOCIOCIENTÍFICO

Design and Implementation of a Didactic Sequence Related to a Socio-Scientific Issue

Design e implementação de uma sequência didática relacionada a um tema sociocientífico

José Luis Hernández-Sarabia* 

Fecha de recepción: 30 de abril de 2023
Fecha de aceptación: 08 de noviembre de 2023

Cómo citar:

Hernández-Sarabia, J. L. (2024). Diseño e implementación de una secuencia didáctica relativa a un asunto sociocientífico. *Bio-grafía*, 17(32), 80-92. <https://doi.org/10.17227/bio-grafia.vol.17.num32-20436>

Resumen

La investigación se llevó a cabo con el objetivo de diseñar y poner a prueba una secuencia didáctica centrada en el asunto sociocientífico *alimentos transgénicos*, con actividades relacionadas con los procesos de indagación, argumentación y debate respaldadas por el uso de TIC. Esto surge de lo que Revel *et al.* (2021), citados por Hernández-Sarabia (2022) y Bahamonde (2014), señalan acerca de los problemas que enfrentan los estudiantes al indagar, argumentar, tomar decisiones y debatir. La metodología empleada fue de naturaleza mixta con un enfoque pragmático. Se revisó la bibliografía relacionada con el tema central y las actividades incorporadas en la secuencia didáctica. Fue implementada por un docente, manteniendo una comunicación constante con él y realizándole una entrevista no estructurada. A los estudiantes se les aplicó un cuestionario. Según Tobón *et al.* (2010), Guerrero (2011) y Díaz-Barriga (2013), los resultados indican que, para mejorar el aprendizaje de los estudiantes, es necesario implementar una secuencia didáctica con actividades organizadas en función de un propósito didáctico, respaldadas por un programa de estudios, adaptadas al nivel cognitivo de los estudiantes y relevantes desde el punto de vista sociocientífico, junto con el acompañamiento e intervención oportuna del docente.

Palabras clave: secuencia didáctica; asunto sociocientífico; TIC; indagación; argumentación, debate

* Magíster en Tecnología Digital para la Educación. Jefe de Departamento de Biología y Educación Ambiental, Secretaría de Educación Pública, CDMX. jluish@nube.sep.gob.mx

Abstract

The research was carried out with the objective of designing and testing a didactic sequence that had as its central axis the socio-scientific issue “Transgenic Foods” and with activities associated with the processes of inquiry, argumentation and debate supported with the use of ICT. The above derived from what Revel *et al.* (2021), cited by Hernández-Sarabia (2022) and Bahamonde (2014), point out that students have problems inquiring, arguing, making decisions and debating. The methodology developed was mixed in nature with a pragmatic approach. Bibliography was reviewed regarding the axis and the activities included in the didactic sequence. A teacher implemented it, there was constant communication with him and an unstructured interview was carried out. A questionnaire was administered to the students. For students to improve their learning, the results show, according to Tobón *et al.* (2010); Guerrero (2011) and Díaz-Barriga (2013) that, when implementing a didactic sequence with activities organized based on a didactic purpose, supported by a study program, appropriate to the cognitive level of the students and of socio-scientific relevance, it is also necessary the accompaniment and timely intervention of the teacher.

Keywords: didactic sequence; socio-scientific issue; ICT; inquiry; argumentation; debate

Resumo

A pesquisa foi realizada com o objetivo de projetar e testar uma sequência didática centrada no tema sociocientífico dos alimentos transgênicos, com atividades relacionadas aos processos de investigação, argumentação e debate apoiadas pelo uso de TIC. Isso decorre do que Revel *et al.* (2021), citado por Hernández-Sarabia (2022) e Bahamonde (2014), apontam sobre os problemas que os alunos enfrentam ao investigar, argumentar, tomar decisões e debater. A metodologia utilizada foi de natureza mista com uma abordagem pragmática. Foi feita uma revisão bibliográfica relacionada ao tema central e às atividades incorporadas na sequência didática. Foi implementada por um professor, mantendo comunicação constante com ele e realizando uma entrevista não estruturada. Um questionário foi aplicado aos alunos. De acordo com Tobón *et al.* (2010), Guerrero (2011) e Díaz-Barriga (2013), os resultados indicam que, para melhorar a aprendizagem dos alunos, é necessário implementar uma sequência didática com atividades organizadas de acordo com um propósito didático, apoiadas por um programa de estudos, adaptadas ao nível cognitivo dos alunos e relevantes do ponto de vista sociocientífico, juntamente com o acompanhamento e intervenção oportuna do professor.

Palavras-chave: sequência didática; assunto sociocientífico; TIC; investigação; argumentação; debate



Introducción

En la sociedad actual, se presentan diversas situaciones derivadas del desarrollo científico y tecnológico, como lo relacionado con la biotecnología, que aplican el conocimiento sobre los seres vivos con la intención de resolver problemas asociados a las áreas de salud, la industria, la energía, la agricultura y el medio ambiente, así como para generar servicios para la sociedad, entre ellos, la producción de alimentos transgénicos.

Sadler y Donnelly (2006) señalan que estas situaciones, o “asuntos sociocientíficos”, abordan temas sociales controvertidos vinculados a conceptos y procedimientos provenientes de estudios de ciencia y tecnología. Estos resultan novedosos y desconocidos para la mayoría de los estudiantes de educación secundaria; sin embargo, ofrecen oportunidades para desarrollar procesos de indagación y argumentación, es decir, fomentan la práctica de la búsqueda, selección y análisis de información, la evaluación de evidencias y opiniones contrapuestas, así como la presentación de alternativas y el cuestionamiento de la validez de las afirmaciones, por lo que son importantes para llevar a cabo experiencias de aprendizaje en ciencias.

Respecto al uso de tecnologías de la información y la comunicación (TIC), Roncal *et al.* (2022) destacan la importancia de procesos como el manejo de diversas herramientas digitales y habilidades para indagar, como seleccionar, analizar y apropiarse de información de manera reflexiva y crítica en condiciones de seguridad, y que, a su vez, sean útiles para argumentar. Esto posibilita que los estudiantes construyan conocimiento en torno al mundo en el que viven.

Por su parte, Atencio-González *et al.* (2023) indican que el Chat GPT es una herramienta de inteligencia artificial asociada a las TIC útil como recurso para que los universitarios indaguen, argumenten y potencien el pensamiento crítico.

De acuerdo con el Consejo Nacional de Investigación de Estados Unidos de América (1996), citado por Reyes-Cárdenas y Padilla (2012), en el caso de los estudiantes, la indagación es un proceso que implica actividades como la búsqueda de respuestas en fuentes confiables, la revisión y el análisis de datos relativos a algún problema o dificultad cercano a su experiencia cotidiana, acordes con su nivel cognitivo y orientadas a la comprensión del conocimiento científico.

Según Ruiz, Tamayo y Márquez (2015), citados por Hernández-Sarabia (2022),

la argumentación científica se puede conceptualizar como un proceso dialógico, que considera de manera explícita el lenguaje usado en ciencias, con debate, crítica constructiva, toma de decisiones, escucha activa y respeto por las ideas propias y de los pares; favorece que los estudiantes justifiquen de manera informada y clara las relaciones entre datos y afirmaciones de tal manera que sus razonamientos logren mantener o defender una postura y convencer con base en evidencias sobre lo que en biología se afirma. (p. 2749)

Por lo tanto, es conveniente que el docente incluya temas sociocientíficos y planifique las actividades didácticas adecuadas al nivel cognitivo de los estudiantes con base en un programa de estudios, cuando el contenido lo favorezca, de tal manera que se presenten organizadas y con una intención educativa previamente definida.

Cabe mencionar que la planificación didáctica, según Pérez (2019), es un proceso que evita la improvisación y reduce la incertidumbre de la tarea docente, pues permite definir qué, cómo, en qué tiempo y con qué recursos y estrategias enseñar, aprender y evaluar. Esto también facilita las actividades de acompañamiento y asesoramiento durante los procesos de enseñanza y aprendizaje.

Tobón *et al.* (2010), Guerrero (2011) y Díaz-Barriga (2013) respaldan la idea de que un instrumento de planificación es la secuencia didáctica. Esta última está constituida por una serie de actividades secuenciadas, articuladas y orientadas de manera lógica para la consecución de un tema definido. El docente las desarrolla en un determinado período de tiempo, favoreciendo así el logro de los propósitos educativos, la organización de la práctica docente y la intervención oportuna durante el desarrollo de la clase. Además, permite establecer vínculos entre los procesos de enseñanza, aprendizaje y evaluación.

En este contexto, es conveniente que la secuencia didáctica sea planificada y diseñada con antelación, otorgándole el tiempo necesario para su construcción y asegurándose de que su estructura sea coherente con el propósito de aprendizaje. Dentro de ella, las actividades se organizan de acuerdo con el momento en que se llevan a cabo: inicio, desarrollo y cierre.

Es importante mencionar que, independientemente del momento en que se realicen las actividades didácticas, los recursos con los que se pueden apoyar incluyen la libreta, el libro de texto y el pizarrón, así como el uso de tecnologías de la información y la comunicación (TIC).

Asimismo, de acuerdo con Tobón *et al.* (2010), al planificar las actividades, es recomendable tener presente la adaptación, articulación y complementación de una o varias estrategias didácticas que posibiliten el logro de los propósitos educativos. Por ejemplo:

1. El aprendizaje basado en problemas (ABP) es una estrategia que facilita que los estudiantes investiguen, analicen e interpreten las posibles causas y consecuencias de un problema, en este caso, relacionado con los alimentos transgénicos. Con esta metodología, se fomenta la capacidad de argumentación y la presentación de posibles soluciones. Esta estrategia permite abordar preguntas asociadas a temáticas sociocientíficas relevantes desde una perspectiva social y educativa.
2. El aprendizaje con apoyo en las tecnologías de la información y la comunicación (TIC) es otra herramienta valiosa. La inclusión de las TIC, dispositivos como computadoras personales, tabletas, laptops o smartphones, así como el uso de herramientas digitales e internet, contribuye al desarrollo de la indagación y la argumentación. Además, proporciona a los alumnos una variedad de recursos digitales, como videos, animaciones, presentaciones electrónicas e infografías, que enriquecen los materiales didácticos.
3. El aprendizaje basado en el debate escolar, por su parte, promueve la exposición de opiniones y puntos de vista de los estudiantes sobre temas problemáticos dignos de análisis. Esto se respalda con argumentos científicos derivados de la indagación.

Estas estrategias didácticas no solo facilitan que los estudiantes construyan su propio conocimiento al orientar la indagación sobre un tema específico, sino que también promueven la expresión oral y escrita. En otras palabras, propician que los estudiantes articulen narraciones, explicaciones o argumentaciones sobre la temática de estudio y expresen sus puntos de vista, dudas e inquietudes.

En este sentido, el diseño de una secuencia didáctica contribuye al desarrollo de estrategias que favorecen la práctica educativa. Esto implica la participación activa de los estudiantes en situaciones creativas orientadas al aprendizaje significativo, donde, según Ausubel (1980), asocian información novedosa con la que ya dominan. Este enfoque permite pasar de un modelo educativo donde el profesor enseña de manera magistral a otro donde los estudiantes tienen una mayor participación en la construcción crítica de su conocimiento al indagar, explicar, argumentar, debatir, entre otros (Moreira, 2005).

Planteamiento del problema

Por otro lado, en concordancia con Revel *et al.* (2021), citados por Hernández-Sarabia (2022) y Bahamonde (2014), se plantea que a los estudiantes les resulta complicado indagar, argumentar, tomar decisiones y debatir respecto a temas sociocientíficos como la clonación o los alimentos transgénicos.

Con base en lo anterior, un aspecto de particular interés fue investigar aspectos relacionados con un asunto sociocientífico. Para tener una orientación clara sobre el proceso de investigación, se establecieron los siguientes objetivos.

Objetivo general:

Aplicar una secuencia didáctica en torno a un asunto sociocientífico para el desarrollo de la indagación, argumentación y debate escolar.

Objetivos específicos:

1. Identificar aspectos de la secuencia didáctica que favorezcan en los estudiantes la indagación y la elaboración de argumentos asociados con alimentos transgénicos.
2. Describir las evidencias que los estudiantes utilizan para indagar y desarrollar argumentos orientados a defender y convencer sobre sus puntos de vista.

Metodología

La metodología utilizada en el desarrollo de esta investigación fue mixta, lo cual implica la recolección, el análisis y el uso combinado de datos cuantitativos y cualitativos para abordar un problema de investigación basándose en las fortalezas de ambos conjuntos de datos. Asimismo, el pragmatismo es el paradigma en el que se basa este enfoque investigativo, ya que considera que las distintas aproximaciones teóricas y metodológicas son compatibles y ninguna supera a las otras (Tashakkori y Teddlie, 1998). En otras palabras, al realizar la investigación, conviene tener una metodología plural, así como guiarse por el contexto, la disposición de recursos, el problema de estudio y los objetivos.

Se eligió la investigación con métodos mixtos porque, al contar con datos tanto cuantitativos como cualitativos, es posible comprender el problema de investigación de forma más precisa y adecuada que lo que hubiera sido posible con el uso de datos cuantitativos o cualitativos

únicamente. Por ejemplo, se puede comparar y complementar la información.

La secuencia didáctica fue aplicada por un docente a cuatro grupos (“G” con 35 estudiantes, “H” con 36, “I” con 35 y “J” con 37), sumando un total de 143 educandos de 11-12 años correspondientes al primer grado de una escuela secundaria técnica de educación pública del Estado de México. Los datos se reservan por razones de confidencialidad.

Durante el desarrollo de la investigación, se revisó información bibliográfica en torno a los conceptos de *secuencia didáctica* y *asunto sociocientífico*, así como a aspectos referentes a la indagación y argumentación, entre otros. Se diseñó la secuencia didáctica que se presenta a continuación (figura 1) y se puso a prueba con el apoyo de un docente y sus grupos de secundaria.

El propósito de la secuencia didáctica fue que los alumnos indagaran en Internet o en el libro de texto u otras fuentes impresas sobre preguntas problematizadoras asociadas al tema de alimentos transgénicos, para desarrollar argumentos científicos que les permitan opinar, explicar y tomar decisiones desde la perspectiva de la educación secundaria.

Para diseñar la secuencia didáctica, se consideraron aspectos como:

- a. Dificultades que presentan los estudiantes para indagar y argumentar, señalados por Hernández-Sarabia (2022) y Bahamonde (2014).
- b. Los procesos de enseñanza y aprendizaje, en los que el alumno participa activamente y el docente acompaña la construcción del conocimiento sin proporcionar información explícita.
- c. Los contenidos del plan y programas de estudios (SEP, 2017).
- d. Estrategias didácticas para:
 - Recuperar saberes. En este caso, se planteó la técnica “lluvia de ideas no estructurada”.
 - Responder preguntas problematizadoras. Se consideró el aprendizaje basado en problemas (ABP).
 - Buscar, interpretar y manejar información. Se utilizó el aprendizaje con apoyo en las TIC.
 - Exponer puntos de vista apoyados en argumentos científicos. Se propuso el aprendizaje basado en el debate escolar.

El eje conductor de la secuencia didáctica es el asunto sociocientífico *alimentos transgénicos*, que posibilita el planteamiento de preguntas, la indagación — tanto en materiales impresos como con apoyo en las TIC— para su resolución, así como el planteamiento de puntos de vista y argumentos orales durante un debate escolar.

Figura 1. Diseño de la secuencia didáctica

Alimentos transgénicos: ¿beneficio, problema...?
Escuela: Docente: Primer grado de secundaria. Grupo: Asignatura:
Propósito general: Que los alumnos se apoyen con dispositivos y herramientas tecnológicas para la búsqueda de información en internet, o bien en el libro de texto, revistas de difusión científica, sobre preguntas asociadas al tema de alimentos transgénicos, para desarrollar argumentos científicos que les permitan opinar durante un debate y tomar decisiones desde la perspectiva de la educación en ciencia escolar.
Recursos didácticos: computadora personal, <i>laptop</i> , tableta o <i>smartphone</i> . Internet. Libro de texto impreso, otros materiales impresos.
Actividades
INICIO (1 sesión)
Actividad 1. Introducción (aula) Propósito: recuperar conocimientos respecto al tema <i>alimentos transgénicos</i> , interesar y motivar a los estudiantes respecto a procesos de indagación y argumentación con la finalidad de que profundicen y amplíen su conocimiento. Palabras motivadoras por parte del docente. Recuperación de saberes. Mediante la técnica “lluvia de ideas no estructurada”, propiciar que los alumnos hablen con total libertad en torno al tema en cuestión.

DESARROLLO (4 sesiones)

Actividad 2. Indagación referente a alimentos transgénicos (realizar en casa)

Propósito: que los estudiantes lean y analicen preguntas asociadas al tema de alimentos transgénicos, busquen información con apoyo del libro de texto, otros materiales impresos o Internet, y, con sus propias palabras, propongan respuestas con argumentos sólidos.

2.1 De manera individual o en equipo, indagar sobre preguntas asociadas al tema de alimentos transgénicos y escribir con palabras propias lo que se solicita.

¿Qué es la manipulación genética? ¿Qué son los organismos transgénicos? y ¿qué relación tienen con los alimentos transgénicos?

Anotar el dispositivo electrónico usado para indagar en Internet.

2.2 ¿Es cierto que los alimentos transgénicos pueden estar presentes en la mesa donde comemos los mexicanos?

¿Qué tan seguro es que la población mexicana —y del mundo en general— consuma alimentos transgénicos?

¿Qué efectos ambientales puede ocasionar la producción de alimentos transgénicos?

Anotar la fuente de consulta y el dispositivo electrónico usado para indagar en Internet.

2.3 Los estudiantes entregan al docente sus productos (puede ser en el cuaderno o en archivo electrónico).

2.4 El docente revisa y, si es necesario, hace anotaciones para que los alumnos realicen correcciones.

Actividad 3. Elaboración de material digital referente a alimentos transgénicos (realizar en casa)

Propósito: en equipo, construir un material digital que responda las preguntas planteadas inicialmente.

3.1 Con base en las respuestas comunes, formar equipos de 3 o 4 integrantes para elaborar un material digital con una herramienta tecnológica: una presentación electrónica, un tríptico, una infografía o un video.

El material elaborado será el apoyo para desarrollar sus argumentos durante el debate.

3.2 El docente revisa que el material digital elaborado por cada equipo cumpla con lo solicitado.

Actividad 4. Debate en torno a alimentos transgénicos (aula)

Propósito: debatir en torno a las preguntas sobre las que se indagó y elaboró el material digital con base en argumentos sólidos basados en referentes teóricos confiables.

Para el debate, seleccionar dos o tres equipos que presentarán puntos de vista y tratarán de convencer al auditorio (grupo) o defender sus ideas con argumentos sólidos basados en referentes teóricos confiables.

Al finalizar el debate, el docente orientará el establecimiento de *conclusiones grupales* en torno a las preguntas planteadas siempre con base en lo señalado por los alumnos.

Durante el debate, aplicar lista de cotejo.

CIERRE (1 sesión)

Actividad 5. Cierre (aula)

El docente agradece la participación del grupo e indica los logros observados referentes al desarrollo de los procesos de argumentación con el apoyo de dispositivos y herramientas tecnológicas, así como las áreas de oportunidad observadas tanto en los estudiantes como en la secuencia didáctica.

Fuente: elaboración propia.

Con base en la secuencia didáctica, el docente elaboró su plan de clase en donde incorporó adecuaciones mínimas, tales como: incluir el uso y manejo de *Canva* con los grupos “I” y “J”.

Asimismo, durante el desarrollo de la investigación, se tuvo comunicación con el docente mediante WhatsApp para intercambiar información y documentos. Al finalizar las actividades de la secuencia didáctica, se realizó una teleconferencia con el docente para efectuarle una entrevista no estructurada a partir de una conversación con un propósito previamente establecido (Díaz-Bravo *et al.*, 2013). Esto con la intención de recabar datos referentes a los resultados obtenidos en todas las actividades de la secuencia didáctica.

A los estudiantes se les aplicó un cuestionario para capturar sus impresiones respecto a los procesos de indagación, argumentación y el debate que realizaron.

Con la información anterior, se analizaron los resultados y la discusión, dispuestos en la siguiente sección.

Resultados y discusión

Se reportan en función de las actividades propuestas en la secuencia didáctica.

Con los grupos “G” y “H”, se implementaron las actividades ajustadas a tres sesiones de dos horas cada una. Los alumnos realizaron las actividades de “indagación” y “elaboración de infografía” en casa y las referentes a “lluvia de ideas” y “debate” en el aula, estas últimas con guía y acompañamiento cercano del docente.

Con los grupos “I” y “J”, se probaron en la escuela todas las actividades propuestas en la secuencia didáctica, distribuidas en seis sesiones. Las actividades de “indagación” y “elaboración de infografía” se realizaron en

la sala de medios, y las referentes a “lluvia de ideas” y “debate” en el aula. En todo momento, hubo acompañamiento por parte del docente.

Actividad 1. Introducción

La actividad se llevó a cabo en el aula de cada grupo, donde el docente dedicó tiempo suficiente, tanto a los “G” y “H” como a los “I” y “J”. Revisaron información referente al tema y consultaron el libro de texto de la asignatura. Cabe mencionar que fue la única actividad donde se utilizó porque, de acuerdo con el profesor, incluye poca información.

Al recuperar saberes en torno a los alimentos transgénicos, durante el desarrollo de la “lluvia de ideas no estructurada”, en general, los estudiantes manifestaron desconocimiento y dudas sobre el tema. Asimismo, comenzaron a mostrar interés respecto a la posibilidad de indagar, presentar la información recopilada y organizada en una infografía, así como participar en un debate escolar. En este momento, de acuerdo con Revel *et al.* (2021), citados por Hernández-Sarabia (2022) y Bahamonde (2014), se identificó que los estudiantes carecen de práctica para indagar, argumentar y debatir, por lo que fue necesaria la intervención del profesor para que los alumnos desarrollaran estos procesos.

Actividad 2. Indagación referente a alimentos transgénicos

Grupos “G” y “H”

Esta actividad la realizaron los estudiantes fuera de la escuela, en casa o en un cibercafé o café internet. Los estudiantes, sin guía ni acompañamiento presencial docente, analizaron las preguntas asociadas al tema de alimentos transgénicos y, con apoyo de internet, buscaron información que ellos consideraron confiable y propusieron respuestas con argumentos basados en las fuentes consultadas.

La mayoría consultó únicamente en un sitio de internet, y pocos en dos o más. La mayor parte de los equipos de cada grupo omitió anotar la fuente de consulta.

En este sentido, se puede mencionar con base en Sadler y Donnelly (2006) que, aun cuando los estudiantes carecieron en estos momentos de acompañamiento docente, tuvieron un acercamiento a los procesos de indagación y argumentación, es decir, buscar, seleccionar y con ello dar una respuesta a los planteamientos propuestos en la secuencia didáctica.

Varios alumnos del grupo “G” utilizaron una aplicación de inteligencia artificial como Chat GPT. Al respecto, el docente comentó que recuperaron la información de manera textual, lo que evitó el desarrollo del pensamiento crítico. Esto contrasta con lo reportado por Atencio-González *et al.* (2023) con respecto a estudiantes de la universidad. En este sentido, convendría investigar con detalle si el Chat GPT puede ser útil para potenciar esta forma de pensar en estudiantes de secundaria.

Grupos “I” y “J”

Esta actividad la realizaron en grupo los estudiantes, guiados y acompañados por el docente en el aula de medios y organizados en binas. Analizaron las preguntas asociadas al tema de alimentos transgénicos y, con apoyo de Internet, buscaron información y propusieron respuestas con argumentos basados en las fuentes consultadas. La mayoría de los equipos de cada grupo anotó la fuente de consulta —algunos registraron dos o más—.

El docente se dio cuenta de que los estudiantes encontraron diversas lecturas que analizaron; no obstante, en algunos casos manifestaron dificultades para comprenderlas, por lo que brindó acompañamiento a algunos alumnos. Esto no lo pudo identificar con los grupos “G” y “H”. Lo anterior coincide con lo que señala Moreira (2005), en el sentido de la necesidad de transitar desde un modelo educativo tradicionalista a otro donde los estudiantes participan en la construcción de su conocimiento al indagar y argumentar.

Actividad 3. Elaboración de infografía

Grupos “G” y “H”

Los estudiantes realizaron su material en casa. La mayoría ingresó al sitio web para revisar la página y considerar la información para hacer su infografía. Se organizaron en binas, sin guía ni acompañamiento presencial docente, y con la información investigada, elaboraron con lápiz y papel una infografía donde anotaron las preguntas y propusieron respuestas con argumentos basados en las fuentes consultadas. El docente señaló que los alumnos de estos grupos tienen mucho potencial, pero desafortunadamente no pudo trabajar con ellos la herramienta *Canva* y tampoco pudo proporcionarles apoyo didáctico respecto a las respuestas que anotaron, aunque ello no fue impedimento para que algunos entregaran buenos productos.

Por ejemplo, respecto a la pregunta planteada en la secuencia didáctica “¿Qué tan seguro es que la población mexicana y del mundo, en general, consuma alimentos

transgénicos?”, algunos estudiantes mencionaron en sus infografías, elaboradas en lápiz y papel: “Sí son seguros ya que no hay informes de enfermedades por consumirlas. Son tan seguros como los convencionales”. Sin embargo, estas respuestas derivan de una sola fuente de consulta y sin acompañamiento docente, por lo que es posible que al recibir el acompañamiento pudieran buscar en otras fuentes y encontrar información contraria, lo cual posiblemente podría suscitar cambios en su postura.

Grupos “I” y “J”

Esta actividad la realizaron los estudiantes en el aula de medios, en grupo y organizados en binas. El docente les enseñó algunos elementos sobre el uso y manejo de *Canva*, una herramienta digital gratuita para el diseño gráfico en línea; no obstante, esto restó tiempo para darles seguimiento y apoyarlos en la revisión de la información incorporada al producto. Con base en lo anterior, los estudiantes construyeron una infografía electrónica donde anotaron las preguntas y propusieron respuestas con argumentos basados en las fuentes consultadas. Por ejemplo, frente a la misma pregunta del ejemplo anterior “¿Qué tan seguro es que la población mexicana y del

mundo, en general, consume alimentos transgénicos?”, respondieron de forma contraria a los grupos “G” y “H”, lo siguiente: “El consumo de alimentos transgénicos puede provocar aparición de nuevas alergias, creación de nuevos tóxicos, problemas de fertilidad, afectación de los sistemas inmunitario y hormonal, entre otros”. En mi opinión, estos resultados derivan del hecho de que el profesor se interesó más por enseñar el uso de *Canva* que por acompañar y revisar la información anotada en la infografía de los grupos observados. Por lo tanto, se omitieron comparaciones en los reportes, y la mayoría de los alumnos no notó las diferencias. Esto es un indicador de que, si bien la secuencia didáctica es útil para desarrollar de manera organizada las actividades, es necesario el acompañamiento docente.

En la figura 2, se muestra por grupo el porcentaje de infografías elaboradas por los estudiantes. Por un lado, las que incluyeron todas las preguntas con sus respuestas (información completa) y, por otro, las que omitieron una o más preguntas con sus respuestas (información incompleta). Asimismo, se observa el porcentaje de infografías que incluyeron fuente de consulta, independientemente de si incorporaron información completa o incompleta.

Figura 2. Porcentaje de infografías elaboradas por los estudiantes

Grupo	Porcentaje de infografías con información completa	Porcentaje de infografías con información incompleta	Porcentaje de infografías que incluyeron fuente de consulta, independientemente de si la información está completa o incompleta
G	59 %	41 %	41 %
H	70,5 %	29,5 %	35 %
I	38,5 %	61,5 %	77 %
J	69 %	31 %	62 %

Fuente: elaboración propia.

La mayoría de las infografías elaboradas por los estudiantes de los grupos “G”, “H” y “J” incluyeron todas las preguntas con sus respuestas, mientras que la mayoría de los estudiantes del grupo “I” entregaron infografías con información incompleta.

Respecto a la fuente de consulta, la mayoría de las infografías entregadas por los grupos “I” y “J” la incorporaron; lo opuesto ocurre con los grupos “G” y “H”. El profesor comentó que, durante el desarrollo de la primera actividad de la secuencia didáctica, a cada grupo se le comunicó la relevancia de incluir la fuente de consulta, pues es el sustento de la información y, en caso de omitirse, se considera plagio. También comentó que a los grupos “I” y “J” les recordó de manera continua no olvidar incluirla. Esto muestra

la necesidad de plantear en el aula actividades de indagación y argumentación con más frecuencia, de tal manera que los estudiantes, al desarrollarlos, reconozcan la importancia de incorporar información completa, revisar distintas fuentes y anotarlas, así como establecer comparaciones.

Actividad 4. Debate en torno a alimentos transgénicos

Cada grupo de estudiantes, “G”, “H”, “I” y “J”, moderado por el profesor, llevó a cabo un debate donde los educandos respondieron y argumentaron las preguntas planteadas por el profesor, apoyados con la información investigada y organizada en la infografía digital o hecha con lápiz y papel.

En general, llevar a cabo el debate resultó difícil para cada grupo y el docente, ya que los alumnos carecen del hábito de indagación, argumentación y debate, como lo mencionan Revel *et al.* (2021), citados por Hernández-Sarabia (2022) y Bahamonde (2014). Asimismo, el docente difícilmente realiza este tipo de actividades con sus alumnos.

Los alumnos del grupo “G” mostraron gran capacidad de análisis y fueron muy participativos al dar sus puntos de vista durante el debate, aunque en general fueron más débiles que los presentados por los alumnos de los grupos “I” y “J”. Por ejemplo, respecto a la pregunta “¿Es cierto que los alimentos transgénicos pueden estar presentes en la mesa donde comemos los mexicanos?”, los del grupo “I” respondieron: “Sí, pueden ser tortillas, frutas y legumbres. Aunque es posible que no nos demos cuenta de ello”, y los del grupo “J” argumentaron de manera semejante al “I”. Sin embargo, los alumnos del grupo “G” manifestaron inseguridad al responder: “No estoy seguro, pues es difícil identificar en casa un alimento transgénico”. Es importante notar que, al comparar el porcentaje de información incompleta reportada en las infografías, el grupo “I” mostró un 65 %, el “G” un 41 % y el “J” un 31 %; no obstante, los argumentos más débiles fueron los presentados por el grupo “G” y no el “I”, contrario a lo esperado. Con esta perspectiva, se considera necesario investigar con mayor detalle la relación secuencia didáctica, acompañamiento docente y calidad de la indagación y argumentación.

La participación del grupo “H” se realizó con cierta inseguridad; no obstante, algunos ofrecieron buenos argumentos, aunque la mayoría los presentó con mayor debilidad que los expuestos por sus pares correspondientes a los grupos “G,” “I” y “J”. Por ejemplo, al responder la pregunta “¿Qué efectos ambientales puede ocasionar la producción de alimentos transgénicos?”, con titubeos señalaron de manera contradictoria: “Posiblemente no causaban daño, aunque también podrían producir daño”. Para que la mayoría de los alumnos de

este grupo participaran, requirió un gran esfuerzo por parte del profesor. Entonces, es de resaltar que el grupo “H” fue el que entregó el mayor porcentaje, 70,5 %, de infografías con información completa; sin embargo, presentaron los argumentos más débiles. Esto resulta inconsistente y posiblemente se asocie con poco acompañamiento docente.

Durante el debate, el grupo “I” se cohibió, pues la voz de los estudiantes sonó con un volumen bajo; sin embargo, algunos alumnos ofrecieron buenos argumentos. Desde mi perspectiva, esto se asocia con la información incompleta de las infografías.

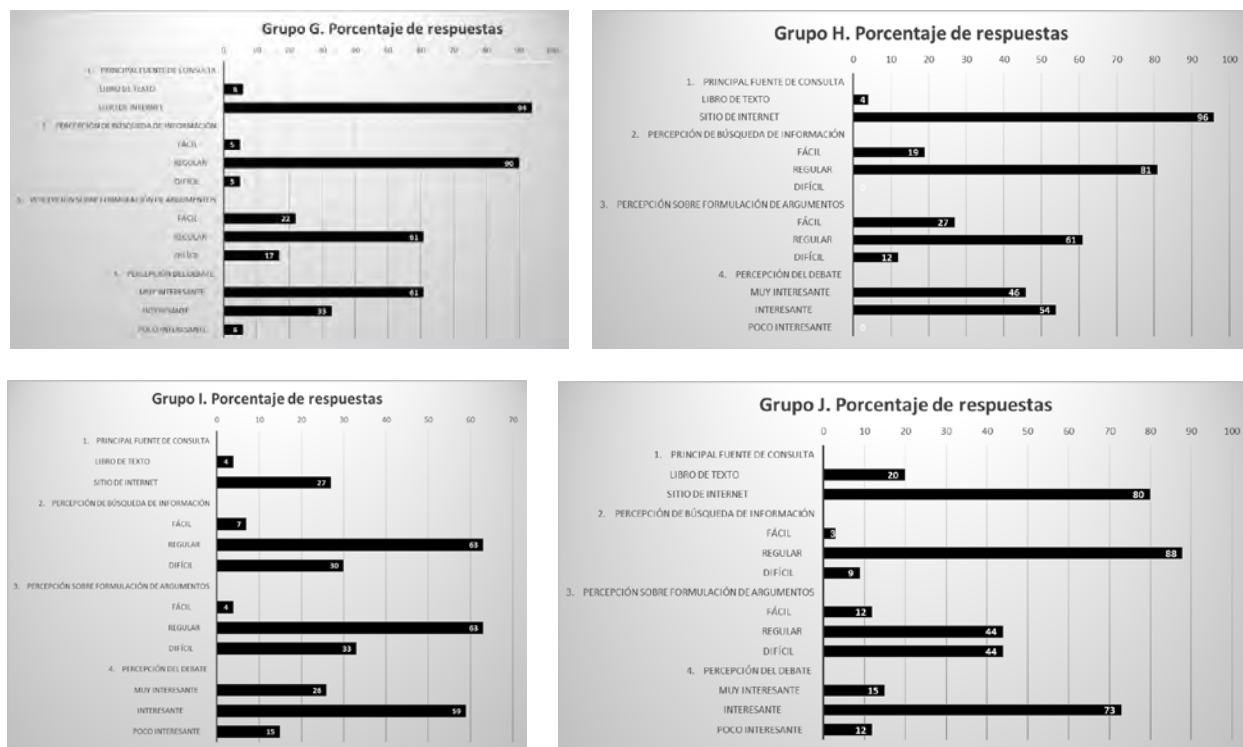
La participación del grupo “J” fue más segura y confiada. Se basaron en la información de su infografía para ofrecer su argumento y algunos señalaron la fuente de consulta para sustentar sus comentarios.

Con esta perspectiva, se observó que a la mayoría de los estudiantes les resulta difícil contrastar información opuesta, por ejemplo, obtenida a partir de estudios patrocinados por empresas particulares que producen cultivos transgénicos con los resultados derivados de las investigaciones de científicos pertenecientes a universidades u otras instituciones y que no tienen intereses económicos.

Por lo anterior, muchos estudiantes se quedaron con las ideas que indagaron. No obstante, considero que con la implementación de la secuencia didáctica se obtuvieron logros que difícilmente se alcanzan con la clase tradicional, pues los alumnos participaron en distintas actividades didácticas que les permitieron indagar, argumentar y debatir en torno a un asunto sociocientífico.

Finalmente, en la figura 3 se muestran los resultados por grupo derivados de la aplicación de un cuestionario a los estudiantes de secundaria respecto a la principal fuente de consulta utilizada y su percepción referente a los procesos de indagación, argumentación y el debate realizado en el aula.

Figura 3. Opiniones del estudiantado respecto a la fuente de consulta, indagar, argumentar y debatir



Fuente: elaboración propia.

Los resultados muestran que el libro de texto se utilizó poco durante el desarrollo de la secuencia didáctica, esto se debe a que incorpora poca información asociada al tema *alimentos transgénicos*. Por ello, la mayoría de los alumnos consultaron algún sitio de Internet.

En cuanto a la facilidad o dificultad de búsqueda de información, los estudiantes se ubican en un término medio; pocos la consideran fácil, y algunos la perciben como difícil. Esto podría indicar que necesitan practicar más este proceso y ser acompañados por el docente.

En lo que respecta a la facilidad o dificultad para argumentar, la mayoría también se sitúa en un término medio. Sin embargo, se observa que, aunque algunos la consideraron fácil, muchos otros manifestaron dificultades. Por lo tanto, se concluye que, aunque las actividades de la secuencia didáctica favorecen la orientación de los estudiantes para indagar, elaborar argumentos científicos escolares y debatir sobre alimentos transgénicos, también es un proceso que requiere un mayor apoyo docente para que los estudiantes logren mejores aprendizajes.

En relación con el debate, la mayoría de los estudiantes lo considera “interesante”, algunos “muy interesante” y en menor medida “poco interesante”. Esto también

puede ser un indicador para realizar debates en el aula cuando el tema lo amerite.

Conclusiones

A partir de los resultados obtenidos y de acuerdo con Sadler y Donnelly (2006), Pérez (2019), Tobón *et al.* (2010), Guerrero (2011) y Díaz-Barriga (2013), se puede concluir que aplicar una secuencia didáctica donde el tema de estudio aborda un asunto sociocientífico desconocido por los alumnos, como el de alimentos transgénicos, favorece el desarrollo de procesos de indagación, argumentación y debate.

Sin embargo, se observaron inconsistencias en los resultados, ya que se esperaba que al entregar infografías con información completa, los argumentos en el debate fueran más sólidos, pero esto no fue lo que sucedió. Por lo tanto, es conveniente investigar con mayor detalle acerca de la calidad de la indagación y argumentación para desarrollar un debate escolar pertinente.

A pesar de las debilidades e inconvenientes encontrados durante el desarrollo de la secuencia, se identificó la participación activa de parte de los alumnos, a diferencia de la clase tradicional (Moreira, 2005).

Cabe mencionar que el tema *alimentos transgénicos* finalmente logró motivar e interesar al estudiantado, por lo que se verifica que estos temas son sumamente recomendables para potenciar procesos de indagación, argumentación y debate, así como el uso de las TIC y, con ello, fortalecer el pensamiento crítico.

Algunos alumnos entregaron buenos productos y expresaron, con algunas limitaciones, sus puntos de vista y argumentos durante el debate escolar. Esto representa un avance, ya que algunos estudiantes participaron en la construcción de su conocimiento al indagar, explicar, argumentar y debatir, a pesar de los inconvenientes que se presentaron.

Otro avance importante es que algunos alumnos anotaron la fuente de consulta en sus productos, aunque pocos la mencionaron durante el debate. Al parecer, aún no queda clara la relevancia de su registro, por lo que es necesario que en el aula se desarrolle con mayor atención y profundidad este punto.

Con base en Tobón *et al.* (2010), Guerrero (2011) y Díaz-Barriga (2013), también se puede concluir que si bien las actividades planteadas en la secuencia didáctica pueden estar organizadas con base en un propósito didáctico previamente definido, apoyadas en un programa de estudios, adecuadas al nivel cognitivo de los estudiantes y de relevancia sociocientífica, es esencial la figura docente, ya que es importante su acompañamiento e intervención de manera dinámica en el momento oportuno para que los educandos indaguen en fuentes confiables, reconozcan la relevancia de citas, construyan argumentos coherentes y sólidos, tanto escritos en un material (por ejemplo, una infografía), como orales durante un debate escolar. Dados los resultados obtenidos, se recomienda la implementación de la secuencia didáctica presentada.

Finalmente, surgieron algunas preguntas derivadas de este estudio con posibilidades de investigación referentes a la enseñanza y aprendizaje: ¿Cómo potenciar el proceso de indagación del estudiantado con y sin la guía docente? ¿Qué elementos de acompañamiento docente se requieren para que el estudiantado mejore la construcción de sus argumentos? ¿Cómo cambia la forma y el fondo de los argumentos propuestos por los estudiantes con la guía y el acompañamiento docente? ¿Cómo reforzar la relevancia que tiene para la argumentación citar la fuente de consulta? ¿Cómo potenciar el uso de las TIC para el fortalecimiento de la indagación y la argumentación? ¿Cómo potenciar el uso de la inteligencia artificial para mejorar el proceso de argumentación? ¿Qué aspectos didácticos mejorar durante el desarrollo de un

debate escolar para que efectivamente se contrapongan puntos de vista y se logre convencer a otros?

Agradecimientos

Agradezco al profesor Enrique Acevedo Herrera por implementar la secuencia didáctica en el aula y compartir los productos.

Referencias

- Atencio-González, R., Bonilla-Ron, D., Miles-Flores, M. y López-Zavala, S. (2023). Chat GPT como recurso para el aprendizaje del pensamiento crítico en estudiantes universitarios. *CIENCIAMATRIA*, 9(17), 36-44.
- Ausubel, D. (1980). *Psicología educativa: un punto de vista cognoscitivo* (4.ª ed.). Trillas.
- Bahamonde, N. (2014). Pensar la educación en biología en los nuevos escenarios sociales: la sinergia entre la modelización, naturaleza de la ciencia, asuntos socio-científicos y multirreferencialidad. *Bio-grafía*, 7(13), 87-98.
- Díaz-Barriga, Á. (2013). *Guía para la elaboración de una secuencia didáctica*. UNAM.
- Díaz-Bravo, L., Torruco-García, U., Martínez-Hernández, M. y Varela-Ruiz, M. (2013). La entrevista, recurso flexible y dinámico. *Investigación en Educación Médica*, 2(7), 162-167. http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007-50572013000300009&lng=es&tlng=es.
- Guerrero, J. (2011). La importancia de la planeación para mejorar la docencia. *Eutopía*, 16, 82-95. <http://www.journals.unam.mx/index.php/eutopia/article/download/42118/38260>
- Hernández-Sarabia, J. (2022). Apoyo de la enseñanza virtual de la biología para el desarrollo de la argumentación en estudiantes de secundaria. *Bio-grafía, número extraordinario, Memorias XI Congreso Latinoamericano de Enseñanza de la Biología y la Educación Ambiental*. <https://revistas.pedagogica.edu.co/index.php/bio-grafia/article/view/18448>
- Moreira, M. (2005). Aprendizaje significativo crítico (*critical meaningful learning*). *Indivisa. Boletín de Estudios e Investigación*, 6, 83-102.
- Pérez, F. (2019). Análisis de la importancia del planeamiento educativo. *Revista Ciencia Multidisciplinaria CUNORI*, 3(1), 135-141.
- Revel-Chion, A., Díaz-Guevara, C. A. y Adúriz-Bravo, A. (2021). Argumentación científica escolar y su

- contribución al aprendizaje del tema “salud y enfermedad”. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 18(3), 310101-310120. <https://www.redalyc.org/journal/920/92066410001/html/>
- Reyes-Cárdenas, F. y Padilla, K. (2012). La indagación y la enseñanza de las ciencias. *Educación Química*, 23(4), 415-421.
- Roncal, L., Portal, M., Acuña, M. y Rojas, O. (2022). Herramientas digitales e indagación científica en estudiantes de educación secundaria: una revisión de la literatura. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 6(2), 989-1006.
- Sadler, T. y Donnelly, A. (2006) Socioscientific Argumentation: The effects of content Knowledge and Morality. *International Journal of Science Education*, 28(12), 1463-1488. DOI: 10.1080/09500690600708717
- SEP. (2017). *Plan y programas de estudios*. <https://www.planyprogramasdestudio.sep.gob.mx/>
- Tashakkori, A. y Teddlie, Ch. (1998). *Mixed Methodology. Combining Qualitative and Quantitative Approaches*. Sage.
- Tobón, S., Pimienta, J. y García, J. (2010). *Secuencias didácticas: aprendizaje y evaluación de competencias*. Pearson-Prentice Hall.