

## Apropiación Del Concepto Fotosíntesis Por Medio Del Uso De Aulas Agroecológicas Apoyada En Ambientes Virtuales

García, William<sup>1(\*)</sup>; Prieto Lynda<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia, Facultad de Ciencias de la Educación, Tunja, Colombia

**Resumen:** La investigación tuvo como objetivo mejorar la apropiación teórico práctica de la fotosíntesis mediante la creación de un aula agroecológica facilitada a través de un ambiente virtual de aprendizaje, guiados a partir del aprendizaje por proyectos y el diseño instruccional ASSURE, en integrantes de grado noveno. Como metodología se optó por una investigación cuasi experimental para la recolección de datos, a partir de un pre y pos test, validados por expertos. La información se analizó por medio de tres modelos estadísticos bajo tres programas informáticos especializados. Cuyo resultado establece una efectividad de  $T = -2,24$ ;  $p = 0,038$ , indicando que el uso del ambiente virtual de aprendizaje junto a la práctica *in situ* del aula agroecológica inciden en la comprensión holística del concepto.

**Palabras clave:** Ambientes virtuales. Aula agroecológica. Enseñanza, Aprendizaje por proyectos, Fotosíntesis.

Recibido: 15 de agosto de 2023. Aceptado: 26 de febrero de 2024

Received: August 15th, 2023. Accepted: February 26th 2024

## Appropriation Of The Photosynthesis Concept Through The Use Of Agroecological Classrooms Supported By Virtual Environments

**Abstract:** The research aimed to enhance the theoretical-practical understanding of photosynthesis through the creation of an agroecological classroom facilitated by a virtual learning environment, guided by project-based learning and the ASSURE instructional design, among ninth-grade students. The chosen methodology was a quasi-experimental research design for data collection, utilizing pre and post-tests validated by experts. The data were analyzed using three statistical models implemented in specialized software programs. The results indicated an effectiveness of  $T = -2.24$ ,  $p = 0.038$ , suggesting that the use of the virtual learning environment, coupled with hands-on practice in the agroecological classroom, influences a holistic understanding of the concept.

**Keywords:** Virtual environments. Agroecological classroom. Teaching, Project-based learning. Photosynthesis.

## 1. INTRODUCCIÓN

se imparte, sin embargo, al aplicar conocimientos teóricos en un aula meramente desde las metodologías tradicionales, de alguna manera impiden la comprensión holística de conceptos abstractos que por tratarse de aspectos que abarcan el mundo de lo micro, no logran ser interiorizados de manera coherente por los estudiantes, limitando así su aprendizaje (Cañal, 1991).

Por ende, si se habla de conocimientos abstractos que abordan el mundo desde lo molecular, es necesario entablar un análisis sobre la enseñanza del fenómeno, en este caso desde la fotosíntesis, proceso metabólico para el desarrollo de lo vivo y con ello todo lo que conlleva la pervivencia en el planeta (Guzmán et al., 2013). No obstante, su asimilación en el aula en algunas ocasiones se da meramente desde lo teórico, sin ser contrastado *in situ* (Londoño, 2016), por lo anterior, los estudiantes prefieren omitir el proceso de lo vivo referente a la energía solar captada para a partir de allí producir glucosa, generando como subproducto el oxígeno, compuestos imprescindibles en la biología (Guzmán et al., 2013). Siendo lo anterior olvidado en gran parte de los pensamientos del cotidiano del estudiantado (Municio et al., 1998), pues, no captan la preponderancia de la sostenibilidad del planeta a partir de los equilibrios que en la naturaleza se dan, ya que desconocen este y otros fenómenos (Cañal, 1991). Es desde allí donde el docente se debe posar, en la actualidad de los acontecimientos y con su labor lograr aportar mediante una transformación de las dinámicas de enseñanza (Not, 1983) encontrando alternativas a la falta de apropiación del saber científico (Álvarez, 2020). Lo anterior, parte como problemática del trabajo investigativo, ya que el uso de herramientas TIC (Gallardo & Buleje, 2010) aunadas al trabajo práctico, pueden intervenir en el mejoramiento de la comprensión del concepto, en este caso específico bajo la implementación de huertas agroecológicas.

Pues, se evidencia que el uso de las herramientas TIC como mediadores del aprendizaje en el aula promueven mayor capacidad de abstracción (Lugo, 2010) en conceptos relacionados con diversos fenómenos naturales, que abarcan las ciencias desde las instituciones educativas, promoviendo el interés por parte de los educandos y generando motivación en cuanto al autoaprendizaje a través de diversos medios, todo ello guiado bajo metodologías de enseñanza diseñadas (Daniele et al., 2005; González y Valero, 2012; Monereo et al., 2001).

Otra alternativa a la apropiación de espacios educativos, es el uso de huertas orgánicas como herramienta de aprendizaje práctica de temáticas relacionadas no solo con el ámbito científico, sino también, con ramas del

La enseñanza de las ciencias naturales es preponderante en cuanto al desarrollo intelectual de la sociedad en la que

saber de las humanidades y el trabajo colaborativo, donde se aprende por medio del hacer y el saber práctico (Aldea-Navarro, 2012), además del desarrollo conceptual de lo ecológico en el proceso ambiental, inmerso en este tipo de prácticas educativas (Miller et al., 1994) (Palacio, 2006; Odum, 1969).

Para ello, se tomó como objetivo general la apropiación teórico-práctica del concepto fotosíntesis en estudiantes de noveno grado de la I.E. La Candelaria, del municipio de La Capilla, Boyacá, Colombia, a través de un AVA como herramienta facilitadora de aprendizajes, llevados a la práctica por medio de una huerta agroecológica.

## 2. MARCO TEÓRICO

El aprendizaje de los conocimientos en ciencias naturales puede ser abarcado desde diversas aristas en cuanto al ámbito pedagógico y sus modelos de enseñanza, por ende, si de lo que se trata es de mejorar la capacidad de aprendizaje de los estudiantes en conceptos científicos, las herramientas TIC como Objetos Virtuales de Aprendizaje OVA pueden ser una alternativa para el refuerzo cognitivo (Montaño et al., 2018; Ortiz, 2019).

Teniendo en cuenta lo anterior, no solo los OVA están dentro de la órbita de las nuevas estrategias pedagógicas, sino que su espectro abarca gran posibilidad de herramientas que están inmersas en las TIC, entre ellas como objeto de primordial estudio los Ambientes Virtuales de Aprendizaje AVA, cuyo enfoque integra estrategias con la finalidad de mejorar el proceso de aprendizaje en los estudiantes, a partir de la combinación de estímulos que propician un ameno acercamiento a la ciencias y el estudio de los fenómenos, en este caso la fotosíntesis (Paz Jojoa, 2018).

Tal como lo refuerza Aroca & Torres (2020), partiendo de un diseño experimental en el que comprobó que los AVA al implementarse en conceptos relacionados con estos fenómenos, mejoran la capacidad de aprendizaje de los estudiantes, situación según lo explica Cañal (1991) no puede ser posible guiada solamente bajo concepciones meramente teóricas, donde el mundo de lo micro es incomprendido por no poseer enlace directo en la realidad de los educandos.

También, parte de los conocimientos científicos en la rama de la biología posiblemente son prácticos en el aula, en relación a nuestra investigación, por ello, el trabajo con los AVA abarca diversidad de propuestas, tal como la desarrollada por Perilla, (2018), en el que refuerza el

conocimiento de lo ecológico desde un AVA, permitiendo la profundización de temáticas ambientales y siendo vía de aprendizaje para proyectos como el desarrollado en esta propuesta, ya que hila las TIC al trabajo en campo con huertas agroecológicas, llevando la teoría a un plano real.

Por lo anterior, los AVA ahondan en espacios participativos que superan las dinámicas de una clase tradicional, todo ello demostrado a partir de metodologías de diseño experimental en la que el grupo control fue superado en las pruebas de conocimiento con respecto al grupo del diseño experimental, después de haber implementado estrategias enfocadas al uso de las TIC en diversas investigaciones (Aroca & Torres, 2020; Gonzáles & Valero, 2012; Muñoz, 2016; Ortiz, 2019).

### 3. METODOLOGÍA

#### 3.1 Tipo De Investigación

La investigación toma un enfoque cuantitativo, desde un diseño cuasi experimental (Bono, 2012; Sampieri, 2018), por lo que se identifican dos variables, el AVA, diseñado desde la plataforma Edmodo como eje retroalimentador de la información para la elaboración del aula agroecológica, variable independiente y la apropiación del concepto de la fotosíntesis a través de las temáticas impartidas en las herramientas, como variable dependiente. Por lo anterior se formulan las siguientes hipótesis:

Ho. Los estudiantes no presentan una apropiación significativa del concepto fotosíntesis después de la implementación de las herramientas.

H1. El AVA y el aula agroecológica influyen en el aprendizaje y apropiación del concepto fotosíntesis posterior a su implementación en los estudiantes.

#### 3.2 Población y Muestra

La Institución Educativa La Candelaria, de La Capilla, Boyacá, Colombia, contó al momento del estudio con 386 estudiantes, a partir de ello se tomó una muestra de 42 estudiantes de edades entre los 14 y 16 años, pertenecientes a una zona rural, los cuales conforman el grado noveno, subdividido a su vez en grado noveno A y noveno B, ambos con un número igual de estudiantes, 21.

#### 3.3 Técnicas De Recolección De La Información

Para la delimitación del estudio estadístico bajo el diseño cuasi experimental, se tomó un grupo caso y un grupo de diseño experimental, a los que se les aplicaron dos

instrumentos, uno a modo de encuesta para determinar la facilidad para acceder a Internet, necesaria al identificar el grupo con mejor accesibilidad a la red, el segundo instrumento en duplicado para la realización de dos fases, una a modo de análisis de preconceptos para determinar las bases del diseño de la plataforma Edmodo desde la metodología ASSURE como diseño instruccional del proyecto (Gustafson & Branch, 2002) denominado pretest y subsecuente al uso de las herramientas se aplicó el mismo, denominado posttest, a modo de recolección de datos para el análisis estadístico del proceso. Cabe resaltar que estos instrumentos fueron evaluados por expertos en el tema antes de su aplicación.

##### 3.3.1 Elaboración De La Encuesta De Acceso a Internet

El proceso constó de dos estructuras, la primera (1) realizó una presentación con el objeto de dar a conocer el tipo de estudio, cuyo fin fue guiar al encuestado a responder de manera adecuada el test, este facilitó el anonimato de los participantes para evitar cualquier desviación de los resultados. La segunda estructura (2) constó de preguntas relevantes con respecto a la favorabilidad de acceso a Internet, calidad, número de dispositivos, distancia y tiempo que disponen para acceder al servicio, ya que la mayoría de los estudiantes provienen de zonas rurales en las cuales existen dificultades de acceso a la red (ver tabla 1).

##### 3.3.2 Elaboración Del Pre Y Postest

El instrumento en duplicado consta de 11 preguntas, respectivas a la fotosíntesis y a la agroecología, siendo 5 de tipo cerrada con múltiple respuesta, 5 de respuesta abierta y 1 condicional de tipo abierta, la cual depende de la respuesta anterior. Las respuestas abiertas deben ser argumentadas y se consideraron erradas o no acorde a los criterios postulados por el docente, basado en conceptos teóricos específicos.

A demás de lo anterior, constó de 3 pilares, siendo el primero (1) una presentación con el objeto facilitar la lectura general de la encuesta, el segundo (2) buscó obtener información de los pre conceptos y pos conceptos relacionados con la fotosíntesis y el tercero (3) indagó sobre aspectos relacionados con la agroecología como teoría y como práctica. El postest siguiendo los mismos pilares se desarrolló posterior a la implementación del AVA en la plataforma Edmodo y de la elaboración de la huerta agroecológica.

#### 3.4 Técnicas Para el Análisis de la Información

Se realizó un análisis descriptivo el cual abordó, tabuló y organizó las respuestas del pre y postest, para posteriormente hacer un comparativo a través de la obtención de la media, mediana, moda y frecuencia en el grupo caso y en el grupo del diseño experimental.

El criterio al determinar las respuestas abiertas tuvo en cuenta la capacidad de abstracción de los estudiantes al momento de argumentar el concepto, acorde a palabras que enlazan de manera coherente las categorías del mismo. Los resultados se determinaron a partir de lo estipulado como correcto o no.

Por consiguiente, se aplicaron los estadísticos de distribución normal a través del programa Epidat 4.1, basado en la prueba de normalidad de Ryan-Joiner.

Con el objeto de realizar una comparativa con estadística analítica en cuanto a la diferencia de pre saberes y saberes adquiridos bajo las herramientas TIC y el aula agroecológica, se utilizó la prueba T-student para la comprobación de medias y la prueba Chi-cuadrado para la asociación de variables, por consiguiente, la aceptación o no de la hipótesis nula (Becerra y Riveros, 2013), bajo el programa Minitab 17.

### 3.5 Procedimiento

El trabajo investigativo se desarrolló en tres fases, de las cuales se desprenden el diseño de las herramientas y el análisis de los resultados bajo estadística. En la primera fase se desarrolló el AVA, el cual buscó intermediar los conocimientos impartidos en el aula y la práctica *in situ* de los conceptos, a partir de la formación de un espacio agroecológico, la siembra agroecológica y la observación de las hortalizas (Aldea-Navarro, 2012), todo ello como apoyo a la construcción, reestructuración y asimilación de los conocimientos entorno a la fotosíntesis, el AVA se implementó en la plataforma Edmodo posterior al criterio de evaluación, diseñando las temáticas acorde a las falencias de integración en los conceptos errados después del pretest, integrando el diseño instruccional ASSURE (Heinich et al., 2002). En la segunda fase se diseñó y aplicó el aula agroecológica donde se pretendió ensamblar el conocimiento teórico con el práctico, bajo la guía docente a través de la interacción con las TIC, su construcción se entabló desde la metodología APP, aprendizaje por proyectos (Travieso & Ortiz, 2018), a partir de ello, el estudiante concretó los conocimientos adquiridos mediante la resolución final de su trabajo. La tercera fase radicó en determinar las diferencias significativas entre los resultados del pretest a modo de preconceptos y los del postest a modo de evaluación final, parámetro definitivo en el desarrollo de la temática ASSURE y la APP, por medio de los estadísticos: Distribución normal, T-student y Chi-cuadrado, con el

objeto de determinar la diferencia de las medias y la asociación de variables en comparativa.

## 4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

A continuación, se presentan de manera detallada los resultados obtenidos en cuanto al desarrollo del trabajo investigativo y en el que se pretende relacionar cada aspecto del mismo.

### 4.1 AVA como herramienta mediadora para la enseñanza de la fotosíntesis

En la elaboración del AVA como instrumento mediador y refuerzo del aprendizaje (Espinell, 2010), se utilizó el diseño instruccional ASSURE del cual se insertan todas las etapas del proceso investigativo, teniendo en cuenta los pasos más preponderantes que se desglosan en los siguientes índices.

#### 4.1.1 Análisis Preliminar De Los Estudiantes

Desde ASSURE (Heinich et al., 2002) en su ítem (A) Análisis, se procedió a interpretar la cantidad de estudiantes con posibilidad de acceso a Internet, acorde a los diversos criterios de indagación para cada uno de los cursos, con la finalidad de determinar cuál de ellos se tomaría como grupo control, obteniendo que el grupo con menos posibilidad de acceso a la red fue el grado noveno B, todo ello debido a la dificultad socioeconómica y demográfica de la zona rural en la cual habitan, en consecuencia, se tomó el grado noveno A como grupo de diseño experimental, ya que si bien no poseen una equitativa oportunidad de acceso entre los integrantes del mismo, por lo menos pueden acceder desde los dispositivos a una cantidad de tiempo necesaria para el desarrollo de la plataforma. Teniendo en cuenta que tuvo mayor cantidad de días a la semana para acceder a Internet y mayor variedad de dispositivos con los cuales accedían a la plataforma (Ver tabla No. 1).

#### 4.1.2 Diseño Base Para La Formulación De Instrumentos

Acorde a los resultados arrojados en el test para determinar el acceso a Internet, se utilizaron los siguientes planteamientos como guía en el desarrollo del pretest desde ASSURE (Heinich et al., 2002).

¿Se tiene información inmediata acerca del conocimiento previo sobre el fenómeno de la fotosíntesis, con respecto al grupo caso y el grupo del diseño experimental? ¿Cuáles son las habilidades conceptuales que deben reflexionar para que se pueda concretar el concepto fotosíntesis de manera holística? ¿Cuáles deben ser las temáticas

principales para que los estudiantes logren aplicarlas a la cotidianidad?

#### 4.1.3 *Objetivos De Aprendizaje Del Ambiente*

Teniendo en cuenta los cuestionamientos anteriores, se plantearon los objetivos conforme al desarrollo del proyecto investigativo, su finalidad fue lograr una comprensión concreta sobre el concepto de la fotosíntesis y los principales factores posibilitadores de este fenómeno a través del AVA diseñado en la plataforma Edmodo, junto a la práctica en el desarrollo de una huerta agroecológica en casa, por lo anterior, se estableció la siguiente ruta didáctica desde el diseño ASSURE ítem (S) - formulación de objetivos de aprendizaje, por ende, se elaboraron los consecuentes indicadores de logro :

1. Diferencia los principales factores que intervienen en la fotosíntesis como fenómeno integral.
2. Argumenta el proceso por medio del cual se identifican dos fases dentro del fenómeno de la fotosíntesis.
3. Gestiona la integración de la plataforma AVA como herramienta mediadora entre los conceptos explicados en el aula de clases y su respectiva retroalimentación con el objeto de integrar holísticamente el concepto en su imaginario.
4. Desarrolla un aprendizaje práctico en cuanto a la observación del fenómeno fotosintético en las hortalizas sembradas dentro de la huerta agroecológica.

#### 4.1.4. *Temas De Aprendizaje*

Subsecuente a los objetivos, se determinaron las temáticas a abordar para la consecución de estos logros.

1. La fotosíntesis cómo fenómeno de importancia natural.
  - 1.1. El CO<sub>2</sub> y su papel en la formación de biomoléculas
    - 1.2. ¿De dónde proviene el oxígeno?
  2. La agroecología cómo práctica de observación del fenómeno en las hortalizas
    - 2.1. ¿Qué son los cultivos orgánicos?
    - 2.2. Desarrollemos nuestra aula agroecológica.
      - 2.2.1 Los semilleros
      - 2.2.2. El trasplante
      - 2.2.3. La cosecha
  3. La influencia de la energía solar
    - 3.1. La energía solar y su relación con los alimentos
    - 3.2. La oscuridad y su efecto en las plantas.
    - 3.3. Conclusiones.

#### 3.4 Evaluación.

##### 4.1.5 *Selección de Herramientas Metodológicas*

En este apartado se determinaron los recursos TIC teniendo en cuenta el ítem (S) - Seleccionar métodos, medios y materiales (Select methods, media and materials), al momento de desarrollar los objetivos, los cuales inciden en la comprensión del fenómeno de la fotosíntesis desde una ruta didáctica en base a la metodología ASSURE (Heinich et al., 2002).

Por lo tanto, fue claro que el AVA se construyó como complemento a la modalidad presencial que desarrolla la institución, acorde a su PEI, para ello, fue necesario hacer los ajustes correspondientes al uso de la herramienta dentro y fuera del aula a favor del adecuado aprendizaje, todo ello bajo los principios de igualdad educativa, ya que el AVA no podría desequilibrar la equidad con respecto a los estudiantes que no poseían acceso, por ende, ésta más que una vía autónoma de aprendizaje, fue un refuerzo dinámico para la solución de inquietudes y comprensión holística del tema.

Debido a lo anterior, cabe señalar que, como objeto fundamental en el desarrollo investigativo en cuanto al uso de un AVA en un área específica de la educación, se tomaron como pilares del diseño de la misma una serie de preguntas las cuales sirvieron de guía al momento del enfoque de selección, todo ello basado en los resultados expuestos en el test de acceso a Internet:

¿Cuáles serían los recursos tecnológicos empleados como apoyo para facilitar la experiencia de aprendizaje del concepto de la fotosíntesis y su análisis dentro de la práctica de la huerta orgánica? ¿Sería pertinente incentivar un AVA como medio para el aprendizaje del concepto fotosíntesis y punto de apoyo del mismo dentro de las clases impartidas en el aula bajo la guía imprescindible del maestro? ¿Podría usarse una plataforma LMS para el desarrollo de la práctica investigativa a través de un AVA como parte del proceso de enseñanza en los estudiantes, con respecto al concepto fotosíntesis? ¿Se han gestionado los diseños pertinentes para la recolección de información y los procesos de evaluación que se tendrán dentro del desarrollo de la herramienta con respecto a las temáticas del concepto en conjunto con la implementación de las clases en los dos grupos de la muestra poblacional de la investigación?

##### 4.1.6. *Selección de Plataforma LMS*

Para la elección de una plataforma ideal en la que se soportó el AVA, se realizó un exhaustivo análisis de múltiples plataformas disponibles, por lo cual se tuvo a consideración diversos caracteres como: Estandarización,

usabilidad, practicidad, ubicuidad, interactividad, conectividad, persuabilidad, flexibilidad, funcionalidad, accesibilidad y seguimiento a estudiantes, desde Clarenc et al. (2013) (Ver tabla No.2).

Por lo anterior, Edmodo al estar suspendida en la nube no necesita instalación de software, es de uso sencillo para cualquier usuario, permite al estudiante acceder de manera simple, previa aprobación del docente, además de ello, les permitió registrarse y tener acceso a las actividades de aprendizaje acerca de la temática, todo lo anterior la hace una plataforma con una versatilidad similar a la interface Facebook.

#### 4.1.7. Resultados de la elaboración del AVA en la plataforma EDMODO

Con respecto al ítem U – Utilizar métodos, medios y materiales (Utilize methods, media and material), del diseño instruccional ASSURE (Heinich et al., 2002), el cual hace parte de la Fase I del proyecto, los estudiantes utilizaron la plataforma Edmodo donde indagan tema a tema las concepciones acerca de la fotosíntesis y las técnicas básicas del diseño de la huerta agroecológica guiadas a través de los objetivos desde las clases presenciales, bajo el protocolo de APP (Travieso & Ortiz, 2018).

Link de la plataforma edmodo:

<https://new.edmodo.com/joincg/zq35d9>

#### 4.2 Resultados de la elaboración de la huerta agroecológica

Para su procedimiento, se organizaron todos los materiales necesarios para la implementación de la huerta agroecológica, en base a los parámetros teóricos de su elaboración, tal como se había estipulado de manera teórica en el aula, evitando cualquier uso de elementos de tipo agroindustrial (Espinet, 2022), proyecto guiado desde el APP (Travieso & Ortiz, 2018), en donde se observó el desarrollo de las plántulas hasta su cosecha, enlazando los conocimientos en agroecología con las teorías científicas de la fotosíntesis desde el AVA, integralizando de esta manera sus contenidos a través de la discusión constante hasta la culminación del proyecto.

#### 4.3 Resultados de los instrumentos

Teniendo en cuenta el último ítem de la metodología ASSURE (Heinich et al., 2002) E – Evaluar (Evaluate and revise) que acorde a los objetivos del proyecto corresponden a la fase III en la que se desglosa el instrumento en dos partes, una para determinar el análisis de los preconceptos y otro para la observación de la consolidación de conceptos adquiridos.

#### 4.2.1 Resultado del instrumento pretest y postest

Al determinar las respuestas correctas en contraste con las respuestas incorrectas, se analizaron cada una de las preguntas abiertas del pretest y postest, siendo tomada como respuestas correctas las que incluyan la categoría principal o general de lo que se quiere observar bajo el conocimiento de alguno de los factores que inciden en el proceso fotosintético o en el desarrollo de la agroecología, siendo admitido el mencionar una idea principal que defina de manera general el factor al que se refiere la cuestión y al contrario tomar como incorrectas aquellas respuestas que no mencionen la categoría general o no pretendan explicar algunos de los factores que inciden en el caso específico del fenómeno (Cañal, 1991).

Por lo anterior, se analizaron los porcentajes de respuestas de los estudiantes con respecto a las preguntas de opción múltiple con única respuesta, en este caso la respuesta se considera completa cuando está explica a cabalidad el factor determinante, la categoría o fenómeno que se pretende enseñar en la subsecuente secuencia didáctica establecida en el AVA, también se consideraron incorrectas o sin argumentos verídicos o completos aquellas respuestas que no lograron explicar a totalidad las categorías necesarias para determinar el fenómeno o conocimiento que se requiere responder a partir de la pregunta planteada. Las preguntas del pre y postest son las mismas y se describen a continuación:

1. ¿Cuál es la importancia de la energía solar?
2. ¿Cuál es la razón por la que una planta muere si esta es colocada en la oscuridad permanente?
3. ¿Qué relación existe entre el CO<sub>2</sub> (Dióxido de carbono) y la formación de biomoléculas (Lípidos, carbohidratos, proteínas) presentes en la biósfera, que a su vez constituyen todos los seres vivos?
4. ¿Qué relación existe entre la energía solar y la energía que aportan los alimentos?
5. ¿Para qué las plantas necesitan el CO<sub>2</sub> o gas carbónico?
6. ¿De dónde proviene el oxígeno que las plantas liberan a la atmósfera terrestre?
7. ¿Qué es la fotosíntesis? Explica de manera breve.
8. ¿La agroecología es?
9. ¿Conoce el concepto de alelopatía?
10. Si su respuesta anterior fue afirmativa, describa brevemente ¿Qué significa?
11. ¿Conoce prácticas agrícolas que no utilicen productos agroquímicos industriales y sean rentables? ¿Cuáles?
12. Cuando nos referimos a cultivos orgánicos, hablamos de:

Acorde a la consolidación del número de respuestas afirmativas en contraste con el número de respuestas desacertadas, teniendo en cuenta los resultados de la

pregunta 10 en conclusión a las respuestas de la pregunta 9, se realizó la sumatoria de las mismas para la concreción de los análisis estadísticos pertinentes (Ver tabla 3).

Al observar la tabla número 3, se pueden determinar incidencias considerables en el aumento de respuestas acertadas del posttest vs. el pretest, sin embargo, se observan mejoras determinantes en los estudiantes del grupo experimental con respecto al grupo caso, lo que

podría indicar una incidencia no solo en el desarrollo de las clases dentro del aula, sino también a partir del refuerzo conceptual del AVA y del APP en cuanto a la elaboración de la huerta. Acorde a lo anterior, la praxis del concepto posibilitó una mejora notoria en el resultado de varias de las respuestas. Pero, también se pudo observar que en otras preguntas no hay evidencia o cambio en el grupo del diseño experimental.

**Tabla No. 1.** Porcentaje de las respuestas realizadas en el test para determinar la capacidad de acceso a Internet. Fuente. Propia.

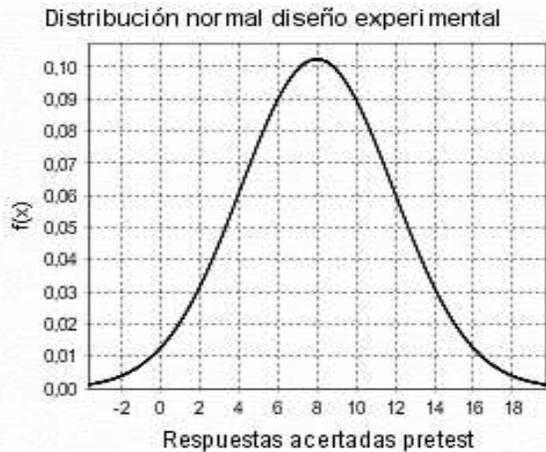
Pregunta	Respuestas									
	Noveno A Grupo experimental					Noveno B Grupo control				
	Más de 5	Entre 3 y 5	2	1	Más de 5	Entre 3 y 5	2	1		
¿Cuántos dispositivos tienes para acceder a Internet, contando tablets, smartphones, computadoras de mesa, portátiles, entre otras?	60.9%	17,4%	21.7%					25%	75%	
Los dispositivos a los que accedes son de propiedad:	Personal	Familiar	De algún conocido, amigo o vecino cercano	De propiedad pública, estatal o de la institución educative	Personal	Familiar	De algún conocido, amigo o vecino cercano.	De propiedad pública, estatal o de la institución educativa		
	69.6%	30.4%			50%	50%		25%		
¿Viajas largos trayectos para acceder a Internet?	Sí		No		Sí		No			
		8.7%		91.3%		87.5%		12.5%		
Si tu respuesta anterior fue sí ¿Cuánto tiempo necesitas para acceder al lugar donde consigues Internet desde tu lugar de residencia?		Hasta 30 minutos	Hasta 1 hora	Entre 1 y 2 horas	Más de dos horas	Hasta 30 minutos	Hasta 1 hora	Entre 1 y 2 horas	Más de dos horas	
		85.7%	14.3%			28.6%	57.1%	14.3%		

**Tabla No. 2.** Diseño de AVA bajo la metodología instruccional ASSURE. Fuente: Autor, basado en Clarenc et al. (2013).

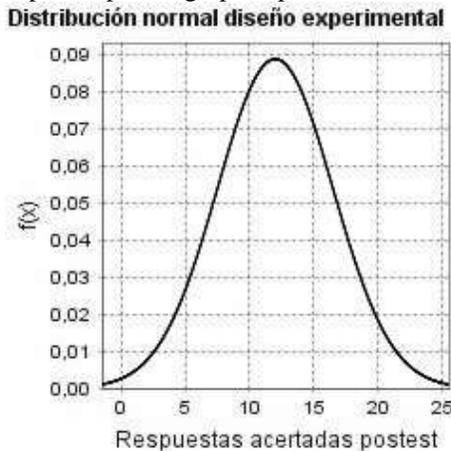
Caracteres	Plataformas						
	Chamilo	Claroline	Dokeos	LRN	Moodle	Edmodo	Classroom
Estandarización					X	X	X
Usabilidad	X		X		X	X	
Practicidad	X		X	X	X	X	X
Ubicuidad		X		X	X	X	X
Interactividad	X	X	X	X	X	X	X
Persuabilidad					X	X	X
Flexibilidad	X			X		X	X
Funcionalidad				X	X	X	X
Escalabilidad	X	X				X	X
Seguimiento estudiantes					X	X	X

**Tabla No. 3.** Cantidad de respuestas acertadas o desacertadas del total de cada una de las preguntas en el pre y postest en cada grupo, con datos en porcentajes y ordinales. Fuente: Propia.

Preguntas	Respuestas															
	Acertada								Desacertada							
	Diseño experimental				Grupo Control				Diseño experimental				Grupo Control			
	Pretest		Postest		Pretest		Postest		Pretest		Postest		Pretest		Postest	
	Porcentaje	Ordinal	Porcentaje	Ordinal	Porcentaje	Ordinal	Porcentaje	Ordinal	Porcentaje	Ordinal	Porcentaje	Ordinal	Porcentaje	Ordinal	Porcentaje	Ordinal
1	55,6	12	91,7	19	40,1	8	57,1	12	41,2	9	8,30	2	69,2	15	30,8	6
2	23,5	5	57,1	12	55,6	12	38,5	8	76,5	16	54,4	11	54,4	11	61,5	13
3	19,0	4	23,8	5	28,6	6	28,6	6	81,0	17	76,2	16	71,4	15	71,4	15
4	57,1	12	57,1	12	47,6	10	47,6	10	42,9	9	42,9	9	52,4	11	52,4	11
5	42,9	9	42,9	9	33,3	7	57,1	12	57,1	12	47,6	10	66,7	14	42,9	9
6	14,3	3	42,9	9	9,5	2	28,6	6	85,7	18	57,1	12	90,5	19	71,4	15
7	57,1	12	57,1	12	33,3	7	33,3	7	41,2	9	42,9	9	66,7	14	66,7	14
8	35,5	7	50	11	44,4	9	53,8	11	64,7	14	50	11	55,6	12	46,2	12
10	14,3	3	23,8	5	23,8	5	23,8	5	19,0	4	19,0	4	0	0	19,0	4
11	19,0	4	76,2	16	33,3	7	33,3	7	81,0	17	23,8	5	66,7	14	66,7	14
12	57,1	12	91,7	19	66,6	14	92,3	19	41,2	9	8,3	2	43,4	9	7,7	2
Sumatoria	395	83	614	129	416	87	494	103	632	134	431	91	637	134	537	115
Mediana	35,5	7	57,1	12	33,3	7	38,5	8	57,1	12	42,9	9	66,7	14	52,4	12
Moda	57,1	12	57,1	12	33,3	7,0	57,1	12	41,2	9,0	8,3	2,0	66,7	14	71,4	15,0
Promedio	36,0	8,0	56,0	12	38,0	8,0	45,0	9,0	57,0	12	39,0	8,0	58,0	12	49,0	10,0
	18,8	3,9	23,3	4,5	15,6	3,3	19,7	4,1	21,6	4,5	21,7	4,6	22,8	4,8	21,9	4,6



**Figura 1.** Determina la media en cuanto a las respuestas acertadas del pretest para el grupo experimental. Fuente propia.



**Figura 2.** Determinan la media en cuanto a las respuestas acertadas del postest. Para el grupo experimental. Fuente propia.

Empero, teniendo en cuenta los datos arrojados en la tabla No. 3 y en las gráficas de distribución normal 1 y 2, se puede observar un leve aumento en la variabilidad de los mismos, lo que puede indicar una mayor diversidad de elección de las respuestas acertadas en los diferentes puntos de los test, ya que, infiriendo los datos, los estudiantes obtuvieron una mayor capacidad de análisis debido a la integralidad de las temáticas recibidas en el transcurso de la investigación.

Complementando lo anterior, se observó un aumento en el valor de las medias teniendo en cuenta la comparativa arrojada para el pretest vs el postest en el grupo del diseño experimental ( $\mu$  (Pretest 7,54) -  $\mu$  (Postest 11,72) = -4,18, con  $p > 0.1$ , para el grupo control (Pretest 7,9) -  $\mu$  (Postest 9,36) = -1,46, con  $p > 0.1$  y  $p > 0.09$  respectivamente, lo anterior arrojado desde el programa Epidat 4.1, bajo la

prueba de normalidad Ryan-Joiner, similar en resolución a la prueba Shapiro Wilk.

Por lo anterior, se puede evidenciar que los resultados arrojados bajo la prueba de normalidad Ryan-Joiner, determinan que no existe una variación estadística con respecto a los datos que se pudiesen encontrar en la población que compone la institución educativa y que los tratamientos pedagógicos con el objeto de aumentar la concepción de la fotosíntesis inciden en el aumento de las respuestas correctas.

#### 4.4. Distribución *t* - student en la comparación entre medias.

Con el objeto de comparar las medias de los grupos caso y experimental bajo la lógica del pre vs. postest se desarrolla la prueba T e IC de dos muestras, bajo el programa Minitab 17, por lo anterior, se arrojan los siguientes resultados:

En cuanto al T student e IC de dos muestras para el diseño experimental de las respuestas correctas: pretest; postest, se puede evidenciar una diferencia en cuanto al aumento de las medias de los resultados acertados después de aplicar los instrumentos bajo la metodología ASSURE y el APP.

Siendo la estimación de la diferencia =  $\mu$  (Pretest) -  $\mu$  (Postest) = -4,18, con un IC de 95% para la diferencia: (-8,10; -0,27). Aunque el intervalo de confianza es amplio lo que determina una variabilidad en las respuestas, se puede evidenciar una mejoría notable de 4 puntos en la media de las respuestas acertadas después de aplicar el AVA y la huerta agroecológica como parte de la integración del conocimiento.

Obteniendo que la prueba T de diferencia = 0 (vs.  $\neq$ ): Valor T = -2,24, es significativa con un valor  $p = 0,038$  GL = 19, para el grupo experimental.

En cuanto al T student e IC de dos muestras para el grupo control de las respuestas correctas: pretest; postest, se puede evidenciar una diferencia en cuanto al aumento de las medias de los resultados acertados después de aplicar los instrumentos.

Siendo la estimación de la diferencia =  $\mu$  (Pretest) -  $\mu$  (Postest) = -1,45, con un IC de 95% para la diferencia: (-4,75; -1,85).

Obteniendo que la prueba T de diferencia = 0 (vs.  $\neq$ ): Valor T = -0,92, siendo no significativa con un valor  $p = 0,368$  y GL = 19, para el grupo control.

Los anteriores datos arrojan luces acerca de la efectividad del proyecto al complementar la enseñanza de las fotosíntesis a través del trabajo autónomo y participativo

de los estudiantes en tiempos extra clase, además de la incidencia de la huerta agroecológica por medio del aprendizaje por proyectos APP, en la que se aprehenden los conceptos preponderantes para el entendimiento del fenómeno fotosintético desde el acto empírico y la observación *in situ* del mismo.

#### 4.5. Chi cuadrado para la asociación de variables

Con el objeto de comparar las variables y así determinar la incidencia o no de las herramientas en el desarrollo de los resultados, descartando o no la hipótesis nula de la investigación, se utilizó el estadístico chi cuadrado en cuanto a la asociación de variables, bajo el programa Minitab 17. Para ello se resumieron los datos de los dos test en el grupo del diseño experimental y grupo control, tomando las respuestas acertadas en el pre y postest.

Por ende, la asociación de variables del estadístico arrojadas en Minitab 17 y corroboradas en Microsoft Excel 2019 determinaron que existe diferencias entre los perfiles porcentuales de los resultados con un nivel de significancia de 0.05, lo cual nos indica que pudo haber una incidencia en el desarrollo de los test, posiblemente debido al uso de las herramientas AVA y la huerta agroecológica como medio de apropiación del concepto. Es decir, existe una asociación entre el aumento de los puntajes en los postest con respecto al pretest en ambos grupos, por lo tanto, se acepta H1: El ambiente virtual de aprendizaje como herramienta retroalimentadora y base para el desarrollo empírico de un aula agroecológica influye en el desarrollo asertivo del aprendizaje del concepto de fotosíntesis, junto con la comprensión de los términos más relevantes que lo conforman (Ver tabla 4).

**Tabla 4.** Determina una significancia en la diferencia entre los resultados del pre y postest observables y esperados, para los dos grupos. Fuente: Propia.

<b>Prueba Chi-cuadrado para Asociación: Resultados por Test</b>				
Informe Diagnóstico				
Conteos Observados y Esperados				
	Pre test		Pos test	
	Obs	Esp	Obs	Esp
Acertadas Experimental	83	106	129	106
Desacertadas Experimental	134	113	91	113
Acertadas Control	87	95	103	95
Desacertadas Control	134	125	115	125
Total	438		438	

## 5. CONCLUSIONES

Los AVA en ciencias naturales permiten una amplia gama de alternativas con el objeto de mejorar el proceso de enseñanza (Aroca & Torres, 2020; Espinel, 2010; Gallego, 2009; Perilla, 2018), por consiguiente, la investigación determina la importancia de su uso como medio de aprendizaje y refuerzo de las clases respecto al área de biología, observando resultados favorables en cuanto a la apropiación integral del conocimiento, por ende, todo ello puede ser complementado con actividades de observación en campo acorde a una ruta didáctica, que en el caso de este trabajo gira en torno a la metodología APP, esta permite ahondar en el concepto de la fotosíntesis (Cañal, 1991) apuntando desde otras formas de incidir en la conceptualización del fenómeno a través del uso de huertas orgánicas (Aldea-Navarro, 2012) y aulas agroecológicas, herramientas versátiles al momento de reforzar cualquier temática impartida en las instituciones educativas (Barajas, 2006).

En este estudio se utilizaron un pre y pos test como herramientas integrales en la obtención de conceptos, caso específico la fotosíntesis (Cañal, 1991) enfocados bajo dos vías, la primera como base del desarrollo de una ruta didáctica que permitió la dialéctica del fenómeno como concepto en la idea de los estudiantes (Travieso & Ortiz, 2018), necesario para el diseño de la herramienta AVA a partir de las temáticas más importantes como apoyo del aprendizaje, complementando así las actividades dentro del aula, el segundo como herramienta de obtención de datos para su posterior comparativa estadística después de la implementación del AVA (Daniele, 2005), con el objeto de determinar la incidencia del ambiente de aprendizaje en la apropiación y entendimiento del fenómeno (Paz, 2018), todo desde una investigación de diseño cuasi experimental (Sampieri, 2018), dejando en claro que si bien su medición intentó determinar cuantitativamente el desarrollo gradual del aprendizaje de los estudiantes después de la actividad de enseñanza, este no puede describir completamente la capacidad individual de apropiación de un tema desde las diversas inteligencias múltiples en los jóvenes (Dehaene, 2019), es decir, su medición fáctica puede omitir las dimensiones en las que un estudiante pudo haber adquirido una habilidad indirectamente relacionada con la temática.

De acuerdo con González y Valero, (2012) se puede establecer que el uso de herramientas TIC en las dinámicas de enseñanza dentro y fuera del aula inciden en el interés por la apropiación de conceptos en estudiantes de secundaria, caso contrario a lo observado cuando estas dinámicas se omiten utilizando el método tradicional, en especial para conceptos abstractos (Cañal, 1991), sin embargo, discriminar el sin número de herramientas disponibles para el desarrollo de una

temática específica es primordial (Clarenc, 2013). Por ende, a diferencia de González y Valero, (2012), una plataforma LMS implica la asociación de todos los integrantes de una comunidad educativa sin importar el lugar o el tiempo en el cual se realicen (Barajas & Álvarez, 2013), por tanto, se puede asegurar que una red social educativa es una estrategia de enseñanza que posibilita la comunicación y el trabajo colaborativo (González, 2011).

El APP, tal y como se muestra en esta investigación, permite abordar la fotosíntesis desde la práctica (García, 2012; Gonzáles & León, 2020), teniendo en cuenta diversas herramientas multimedia que permiten la motivación del estudiantado (Daniele et al., 2005) además de fomentar el pensamiento científico (García, 2017; Pozo, 1996; Vera, 2015). Asimismo, el uso de huertas y aulas agroecológicas promueve las buenas prácticas agrícolas y la conciencia ambiental (Calle et al., 2012; Guzmán, 2000; López-Santos, 2017;), además de fomentar temáticas propias del currículo (Aldea-Navarro, 2012) sensibilizando al estudiante a tomar conciencia de su medio (Altieri & Nicholls, 2012; Cabrera, 2014; Mujica et al., 2015).

Es necesario que los maestros reflexionen sobre su rol como guías y adopten nuevas prácticas educativas (Campbell, 1966; Gros, 2012) y didácticas para abordar conceptos abstractos como la fotosíntesis (Cañal, 1991), ya que, la combinación del conocimiento científico en el aula (García & Criado, 2007) con las prácticas culturales y el contexto local enriquecen el aprendizaje (Castillo et al., 2019; Freire, 1998; Muñoz, 2016).

En este sentido, se sugiere complementar esta investigación con aplicaciones lúdicas en el AVA y en el aula para mejorar la asimilación de conceptos (Gómez, 2014, Montaña et al., 2018). Puesto que, las herramientas tecnológicas son clave para abordar fenómenos naturales de manera comprensible y fomentan la práctica investigativa de los estudiantes (Duque & Saldarriaga, 2020; Espinet, 2017; Golombek, 2008; Londoño, 2016).

## 6. REFERENCIAS

- Aldea-Navarro, E. (2012). *El huerto escolar como recurso educativo de centros de educación secundaria* (Master's thesis).
- Álvarez Salas, L. F. (2020). Proyecto de aula en ciencias naturales: una estrategia didáctica para la enseñanza del concepto elemento químico en la escuela mediante cultivos hidropónicos.
- Altieri, M. Á., & Nicholls, C. I. (2012). Agroecología: única esperanza para la soberanía alimentaria y la resiliencia socio ecológica. *Agroecología*, 7(2), 65-83. Recuperado de: <https://revistas.um.es/agroecologia/article/view/182861>. (Febrero, 2023).
- Aroca Guzman, F. E., & Torres Bejarano, L. C. (2020). Incidencia de los ambientes virtuales de aprendizaje en la construcción del concepto óxido-reducción, un acercamiento desde los compuestos bioactivos de la caléndula (*Calendula officinalis* L.). Recuperado de: <http://hdl.handle.net/20.500.12209/13146>. (Abril, 2023).
- Barajas Lizcano, A. L. (2006). *La Huerta Escolar: Una Experiencia Para Enseñar Matemáticas* (Doctoral dissertation, Universidad Industrial de Santander, Escuela De Matemáticas).
- Barajas Meneses, F. y Álvarez Morán, C. (2013). Uso de Facebook como herramienta en la enseñanza del área de naturales en el grado undécimo de educación media vocacional. *Pixel-Bit*.
- Becerra, H. L. G. y Riveros, W. G. (2013). La memorización: factor fundamental en el aprendizaje de algunos conceptos de genética en jóvenes de noveno grado. *Revista Perspectivas Educativas*, 6.
- Bono, R. (2012). Diseños cuasi-experimentales y longitudinales. Repositorio Digital Universidad de Barcelona. Obtenido de: <http://diposit.ub.edu/dspace/handle/2445/30783>. (Mayo, 2021).
- Cabrera Lozano, S. (2014). Beneficios educativos del proyecto huertos escolares. Repositorio Digital Universidad de Sevilla. Obtenido de: <http://hdl.handle.net/11441/32699>. (Junio, 2021).
- Calle Collado, Á., Soler Montiel, M. M., & Vara Sánchez, I. (2012). La desafección al sistema agroalimentario: ciudadanía y redes sociales. *INTERFACE*, 4 (2), 459-489.4.
- Campbell, D. S. (1966). C. (1973) Diseños experimentales y cuasi experimentales en la investigación social. *Buenos Aires, Amorrourtu*.
- Cañal, P. (1991). Las concepciones de los alumnos y alumnas sobre la nutrición de las plantas verdes. *Revista Investigación en la Escuela*. p.97-113.
- Castillo Villamil, J. Y., Fontecha Alfaro, L. M., & Pereira Osorio, A. P. (2019). La huerta escolar como estrategia para el desarrollo de cultura ambiental en los estudiantes de aceleración primaria.

- Clarenc, C. A., Castro, S. M., López, C., Moreno, M. E., & Tosco, N. B. (2013). *Analizamos 19 plataformas de e-Learning: Investigación colaborativa sobre LMS*. Paper presented at the Grupo GEIPITE, Congreso Virtual Mundial de e-Learning. Site: [www.congresoelearning.org](http://www.congresoelearning.org).
- Duque Duque, F. S., & Saldarriaga Higueta, L. (2020). Sistema de riego automatizado para una huerta escolar, basado en una red inalámbrica de sensores.
- Daniele, M., Angeli, S. E., Solivellas, D. B., Mori, G., Greco, C., Romero, D. O., Pautasso, M., Jofre, E. & Fischer, S. (2005). Desarrollo de un software educativo para la enseñanza de la fotosíntesis. In *I Jornadas de Educación en Informática y TICs en Argentina*.
- Daniele, M., Solivellas, D., Angeli, S., Romero, D., Mori, G., Greco, C., y Fischer, S. (2005) Una nueva estrategia didáctica para la enseñanza de la fotosíntesis.
- Dehaene, S. (2019). *¿Cómo aprendemos? Los cuatro pilares con los que la educación puede potenciar los talentos de nuestro cerebro*. Siglo XXI Editores.
- Espinel Alvarez, M. D. P. (2010). Diseño de un ambiente virtual de aprendizaje en el área de ciencias naturales para estudiantes de quinto grado.
- Espinet Blanch, Mariona. «El discurso argumentativo en actividades de diseño tecnológico colaborativo en el huerto escolar agroecológico». *Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas*, [en línea], 2017, n.º Extra, pp. 3087-92. Obtenido de: <https://raco.cat/index.php/Ensenanza/article/view/336983>. (Mayo, 2022).
- Fernández Manzanal, R., & Casal Jiménez, M. (1995). La enseñanza de la ecología: Un objetivo de la educación ambiental. *Enseñanza de las Ciencias*, 13(3), 295-311.
- Freire, P. (1998). ¿Extensión o comunicación? la concientización en el medio rural. Siglo XXI.
- Gallego, J. E. (2009). AVA (Ambientes Virtuales de Aprendizaje) e investigación como proceso formativo. *Itinerario Educativo: revista de la Facultad de Educación*, 23(54), 109-122.
- Gallardo, L. M. G., & Buleje, J. C. M. (2010). Importancia de las TIC en la educación básica regular. *Investigación educativa*, 14(25), 209-226.
- García, A. E. (2012). El aprendizaje por proyectos y el trabajo colaborativo, como herramientas de aprendizaje, en la construcción del proceso educativo, de la Unidad de aprendizaje TIC´ S./Learning through projects and collaborative work, as learning tools in the construction. *RIDE Revista Iberoamericana para la Investigación y el Desarrollo Educativo*, 3(5), 123-138.
- García, A., & Criado, A. (2007). Investigar para aprender, aprender para enseñar. Un proyecto orientado a la difusión del conocimiento escolar sobre ciencia. *Alambique Didáctica de las Ciencias Experimentales*, 52, 73-83.
- García Urueña, L. K. (2017). La huerta escolar: Una alternativa didáctica en la transformación de la práctica pedagógica.
- Gómez Niño, G. A. (2014). *Propuesta didáctica para la enseñanza de la fotosíntesis dirigida a estudiantes del ciclo V del Colegio Rural Pasquilla IED* (Doctoral dissertation, Universidad Nacional de Colombia).
- González Monteagudo, J., & León Sánchez, M. (2020). Aprendizaje por proyectos como metodología para una escuela inclusiva e intercultural. Una propuesta didáctica en educación secundaria. *Revista Educação, Pesquisa e Inclusão*, Boa Vista, 1, (1). 23-34.
- González, M. L. C. (2011). Recursos educativos TIC de información, colaboración y aprendizaje. *Pixel-Bit. Revista de medios y educación*, (39), 69-81.
- González Torrealba, N. E., & Valero Valera, A. J. (2012). *Portal Web como estrategia para el aprendizaje significativo del sistema endocrino: (Caso: Liceo Bolivariano " Ciudad De Valera" del Municipio Valera Estado Trujillo)* (Doctoral dissertation, Universidad de Los Andes, Núcleo Universitario Rafael Rangel, Departamento de Biología y Química).
- Golombek, D. (2008). Aprender y enseñar ciencias: del laboratorio al aula y viceversa. IV Foro Latinoamericano de Educación: Aprender y enseñar ciencias. Desafíos, estrategias y oportunidades.
- Gros, B. (2012). Retos y tendencias sobre el futuro de la investigación acerca del aprendizaje con tecnologías digitales. *Revista de Educación a Distancia (RED)*, (32).
- Gustafson, K. L., & Branch, R. M. (2002). What is instructional design. *Trends and issues in instructional design and technology*, 2, 10-16.
- Guzmán Anaya, E. M., Díaz Gómez, M. A., & Rodiño Hernández, Y. E. (2013). La formalización del concepto de fotosíntesis a partir del principio de conservación de la energía: un análisis histórico-epistemológico desde la perspectiva de Mayer.

- Guzmán Casado, G. I., González de Molina Navarro, M., & Sevilla Guzmán, E. (2000). Introducción a la agroecología como desarrollo rural sostenible (No. Sirsi) i9788471148704).
- Heinich, R., Molenda, M., Russell, J. D., and Smaldino, S. E. 2002. *Instructional media and the new technologies of instruction* (7th ed.). Englewood Cliff, NJ: Prentice Hall.
- Londoño Zea, L. F. (2016). Propuesta didáctica para la enseñanza y aprendizaje de las ciencias naturales en el grado 9° de la básica secundaria a través de actividades experimentales mediante el uso de las NTIC: estudio de caso en la IE León XIII del municipio El Peñol. *Facultad de Ciencias*.
- López-Santos, J., Castañeda-Martínez, T., & González-Díaz, J. G. (2017). Nueva ruralidad y dinámicas de proximidad en el desarrollo territorial de los sistemas agroalimentarios localizados. *Polis. Revista Latinoamericana*, (47).
- Lugo, M. T. (2010). Las políticas TIC en la educación de América Latina. Tendencias y experiencias. *Revista Fuentes*, 10, 52-68.
- Miller, G. T., de León Rodríguez, I., & Velázquez, V. G. (1994). *Ecología y medio ambiente: introducción a la ciencia ambiental, el desarrollo sustentable y la conciencia de conservación del planeta Tierra* (No. 574.5 M55Y 1992). Grupo Editorial Iberoamérica.
- Monereo, C., Pozo, J. I., & Castelló, M. (2001). La enseñanza de estrategias de aprendizaje en el contexto escolar. *Desarrollo psicológico y educación*, 2, 235-258.
- Montaño Burbano, I., Guayazán Andrade, M., Alfonso Cristancho, M., & Gordillo Gómez, E. C. (2018). Diseño e implementación de Objetos Virtuales de Aprendizaje (OVA) de realidad aumentada para la enseñanza de la fotosíntesis.
- Mujica Rivero, H., Suárez, M., & Rodríguez, A. (2015). Aula agroecológica: Alternativa de enseñanza para escuelas rurales. *Saber*, 27(1), 120-129.
- Municio, J. I. P., Pozo, J. I., & Crespo, M. Á. G. (1998). Aprender y enseñar ciencia: del conocimiento cotidiano al conocimiento científico.
- Muñoz Lascano, A. F. (2016). El reciclaje de la basura orgánica y el empleo en los huertos escolares con plantas alimenticias para los niños y niñas de 5 años de la Unidad Educativa República de Venezuela del cantón Ambato en la provincia de Tungurahua (Bachelor's thesis, Universidad Técnica de Ambato. Facultad de Ciencias humanas y de la Educación. Carrera de Parvularia).
- Not, L. (1983). *Las pedagogías del conocimiento*. México: Fondo de cultura Económica. 1ra. edición en español.
- Odum, E. P., Odom, H. T. (1969). *Ecología*. Ediciones Morata.
- Ortiz Escalante, C. C (2019). Objeto Virtual de Aprendizaje para la enseñanza del sistema nervioso humano.
- Palacio, G. A. (2006). Breve guía de introducción a la Ecología.
- Política (Ecopol): Orígenes, inspiradores, aportes y temas de actualidad. *Gestión y ambiente*, 9(3), 7-20.
- Paz Jojoa, D. (2018). Aplicación de una estrategia enseñanza-aprendizaje significativo mediada por Tecnologías de la Información y la Comunicación. *Facultad de Ciencias*.
- Perilla Nieves, J. D. (2018). Construcción de un ambiente virtual de aprendizaje (AVA) para la comprensión del concepto ecosistema, en grado séptimo.
- Pozo, J. I. (2016). La psicología cognitiva y la educación científica. *Investigações em ensino de ciências*, 1(2), 110-131.
- Pozo, J. I. (1996). Las ideas del alumnado sobre la ciencia: de dónde vienen, a dónde van... y mientras tanto qué hacemos con ellas. *Alambique: Didáctica de las ciencias experimentales*.
- Sampieri, R. H. (2018). *Metodología de la investigación: las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta*. McGraw Hill. México.
- Travieso Valdés, D., & Ortiz Cárdenas, T. (2018). Aprendizaje basado en problemas y enseñanza por proyectos: alternativas diferentes para enseñar. *Revista Cubana de Educación Superior*, 37(1), 124-133.
- Vera Espitia, J. A. (2015). La huerta escolar como estrategia didáctica para el desarrollo de competencias científicas en la Institución Educativa Maestro Pedro Nel Gómez. *Facultad de Ciencias*.