

El aprendizaje de la Biología en un entorno virtual

Learning biology in a virtual environment

Efigenia Flores González

Nivel 1 del Sistema Nacional de Investigadores CONACyT y profesor Investigador de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla.
México; florefi_ibp@hotmail.com

Recibido: 26 de agosto 2022; Aceptado: 4 de diciembre 2022

Resumen

Un entorno virtual brinda herramientas tecnológicas que al combinarse con estrategias de aprendizaje crean un espacio activo que promueve en el estudiante un rol protagónico e interactivo para la deconstrucción y apropiación de conocimientos en el campo de la biología. Es en este escenario donde el docente planifica, elabora recursos y metodologías que son determinantes para el éxito de un entorno virtual.

El presente estudio tiene como objetivo analizar el proceso de aprendizaje del tema Evolución Biológica en un entorno virtual. Se implementó una metodología mixta con alumnos de EMS, contemplando un grupo experimental y un controlado a quienes se les aplicó un pre-diagnóstico, tratamiento y post-diagnóstico. El grupo experimental fue sometido a estrategias de aprendizaje albergadas en un entorno virtual. La recolección de datos se realizó mediante un cuestionario y los resultados fueron tratados con un análisis de redes.

Los resultados arrojaron diferencia sustancial entre el grupo control y experimental. En este último los estudiantes muestran la apropiación de conceptos del tema Evolución. Se concluye que la intervención didáctica mediada por tecnología promueve un cambio conceptual a través de un aprendizaje consciente y reflexivo, donde los conceptos previos que poseen los alumnos son deconstrucciones elaboradas para explicar un fenómeno.

Palabras clave: apropiación de conceptos, estrategias de aprendizaje, construcción del conocimiento, entorno virtual.

Abstract

A virtual environment provides technological tools that, when combined with learning strategies, create an active space that promotes in the student a leading and interactive role for the deconstruction and appropriation of knowledge in the field of biology. It is in this scenario where the teacher plans, develops resources and methodologies that are decisive for the success of a virtual environment.

The objective of this study is to analyze the learning process of the subject Biological Evolution in a virtual environment. A mixed methodology was implemented with EMS students, contemplating an experimental group and a control group to whom a pre-diagnosis, treatment and post-diagnosis were applied. The experimental group was subjected to learning strategies housed in a virtual environment. Data collection was performed through a questionnaire and the results were treated with a network analysis.

The results showed a substantial difference between the control and experimental groups. In the latter, students show the appropriation of concepts of the Evolution theme. It is concluded that the technology-mediated didactic intervention promotes a conceptual change through conscious and reflective learning, where the previous concepts that the students have are elaborated deconstructions to explain a phenomenon.

Keywords: appropriation of concepts, learning strategies, construction of knowledge, virtual environment.

Introducción

En los últimos años la educación se ha centrado en brindar una formación basada en la movilización de habilidades, actitudes y valores que contribuyen a la formación de estudiantes autónomos, capaces de aprender para la vida, poner en práctica sus aprendizajes en diferentes escenarios y adaptarse a un campo laboral (Cubero-Ibáñez, Ibarra-Sáiz y Rodríguez-Gómez, 2018).

Por otra parte, la sociedad del siglo XXI posee características socioculturales y económicas que contribuyeron a la formación de una cultura digital, gracias a la inserción de la tecnología en la vida cotidiana. Esto ha traído como consecuencia una nueva dinámica de trabajo, de interacción, de comunicación y formas de aprender al interior del aula.

Las características antes mencionadas y la pandemia provocada por la COVID-19, han contribuido para que la tecnología se inserte en el campo educativo a pasos agigantados, lo que nos llevó a los docentes a explorar y familiarizarse con el empleo de entornos virtuales de aprendizaje para satisfacer las necesidades tecnológicas de los estudiantes y brindar espacios de aprendizaje idóneos (Toala-Dueñas, Cruz-Mendoza, Véliz-Vásquez, Zambrano-Sornoza y Bolívar-Chávez, 2017). Es en este escenario donde la institución y los actores educativos juegan un papel importante para alcanzar el perfil de egreso del nivel educativo que requiere la sociedad y el contexto en el que se desenvuelve el estudiante.

Por ende, la enseñanza al interior de las aulas debe concebirse como un detonador para potenciar el desarrollo de competencias en un contexto estructurado, premeditado y organizado, lo que deja claro que no puede concebirse como una sencilla y pasiva transmisión de conocimientos, sino como un proceso complejo, activo, dinámico organizado y planificado que detona el desarrollo personal del sujeto de manera intencional. Por tanto, dichos espacios de aprendizaje, deben estar sustentados en diseños tecno-pedagógicos que den cuenta de una planeación basada en estrategias de aprendizaje mediadas por tecnología, abonando al desarrollo de los criterios de desempeño y a los propósitos establecidos en el programa de estudio.

Al respecto, una propuesta en la modalidad educativa actual es el aprendizaje mediado por tecnología, pues es una alternativa que ofrece romper las barreras del espacio y tiempo, lo que permite que los actores educativos interactúen generando una dinámica de trabajo a través de estrategias de aprendizaje que garanticen la deconstrucción de conocimientos en espacios idóneos y flexibles, como son los entornos virtuales de aprendizaje (EVA). Aunado a lo anterior, hoy en día, los estudiantes del Nivel Medio Superior poseen conocimientos de las nuevas tecnologías, habilidad útil para apropiarse de nuevos conocimientos, además de los facilitadores modernos que se encuentran preparados para la implementación de la tecnología, por lo que cada una de los elementos engrana perfectamente para construir el escenario y analizar el proceso de aprendizaje del tema Evolución Biológica en un entorno virtual.

A partir de lo antes expuesto, el presente estudio busca responder la siguiente pregunta de investigación:

¿El entorno virtual basado en estrategias de aprendizaje medidas por tecnología contribuye a la apropiación de conceptos del tema Evolución Biológica en estudiantes de cuarto semestre del Nivel Medio Superior?

Derivado de esta pregunta, se desprende el siguiente objetivo de investigación:

Analizar el proceso de aprendizaje del tema Evolución Biológica en un entorno virtual, en estudiantes de cuarto semestre del Nivel Medio Superior.

Entorno Virtual

En la educación a distancia un EVA facilita la comunicación y permite a los estudiantes plasmar sus conocimientos, expresar y compartir sus ideas, a través de herramientas multimedia que propician un aprendizaje activo, propositivo y agradable, pues tiene como base el aprendizaje colaborativo e interactivo.

Para Flores-González (2020), un entorno virtual de aprendizaje es un espacio de interacción sincrónica o asincrónica con tintes motivacionales, de confianza y amigables que posibiliten el aprendizaje de los alumnos mediante actividades auténticas. En este sentido, la incorporación de las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) al campo de la educación, ha traído una serie de cambios en el proceso de enseñanza aprendizaje tales como la implementación de EVA, los cuales rompen con el esquema de la educación tradicional propiciando principalmente una interacción sincrónica y asincrónica a través de la implementación de herramientas tecnológicas. Es así como a partir de la pandemia generada por la COVID-19 surge la necesidad de generar condiciones y facilidades para que los estudiantes puedan realizar sus actividades a su ritmo así como interactuar con el facilitador y entre pares con el propósito de apropiarse de nuevos conocimientos y desarrollar competencias genéricas. Para tal logro, el docente recurre a la implementación de un EVA basado en un modelo tecnopedagógico que brinde acceso a recursos didácticos y responda a las necesidades de los actores educativos.

El proceso de aprendizaje de la Biología

El acelerado desarrollo de aplicaciones, plataformas educativas y tecnología como tal, provocó que la enseñanza-aprendizaje de las ciencias tomara un rumbo diferente promoviendo la actualización continua del conocimiento. A partir de estos antecedentes, el proceso de enseñanza aprendizaje no se concibe bajo un enfoque sociocultural, por el contrario, se desarrolla a través de situaciones didácticas espontáneas que contribuyen a cambios educativos de forma acumulativa y gradual a través de la solución de problemas teórico-prácticos (Del Sol, Hernández y Arteaga, 2014).

En consecuencia, el proceso de enseñanza aprendizaje presenta dificultades tales como: una estructura del contenido tradicional, contenidos abordados de manera con-

ceptual que denota un aprendizaje pasivo, memorístico, reproductivo y a corto plazo, dificultando la aplicación del conocimiento en contextos reales y significativos. Es en este punto, donde la creación de un entorno virtual de aprendizaje idóneo es necesario para motivar al estudiante a resolver problemas como lo indica la biología. Los puntos anteriores evidencian la necesidad de un cambio en la forma de concebir el proceso de enseñanza aprendizaje de las ciencias y señala la mediación por tecnología como alternativa plausible. Entonces, la biología no solo debe ser actualizada, sino también útil para la vida de los estudiantes, de tal manera que apliquen los conceptos básicos para aprender a lo largo de la vida (Marín, 2019) y resolver problemas cotidianos mediante actividades didácticas significativas y de interés. Además, su enseñanza debe tomar en cuenta diferentes enfoques con la finalidad de propiciar un aprendizaje significativo para desarrollar una cultura científica atendiendo a las necesidades de su contexto y diferentes actividades (Martín y Donolo, 2019) con el fin de comprender el entorno que lo rodea. Por otra parte, dicha enseñanza demanda una contextualización centrada en la triangulación bidireccional entre los objetos, los hechos y fenómenos biológicos con estrategias mediadas por tecnologías que soliciten actividades prácticas y con impacto social, detonando en los estudiantes el dominio de conceptos.

Cabe resaltar que durante el proceso de aprendizaje mediado por tecnología, el estudiante aprende de manera autónoma y desarrolla sus habilidades intelectuales creativamente para apropiarse de nuevos conocimientos, actitudes y en consecuencia transformar su estructura cognitiva a partir de la deconstrucción de conocimientos previos, lo que constituye un aprendizaje significativo para su vida académica.

Estrategias de aprendizaje

Por muchos años el aprendizaje de las ciencias ha enfrentado distintos obstáculos, donde los más comunes son la falta de estrategias de aprendizaje que posibiliten la aprehensión de conceptos y teorías de manera reflexiva y a largo plazo. Referente a esto, algunas estrategias que contribuyen a dicho conocimiento son las metacognitivas, especialmente sus dos dimensiones: conocimiento metacognitivo y autorregulación metacognitiva (Eldar y Miedijensky, 2015; Schraw y Gutierrez, 2015; Pozo, 2016). Además de estas estrategias, existen tres aspectos elementales para abordar las actividades y tareas ya sea de manera virtual o presencial, tales como el componente estratégico de planeación, de monitoreo y de evaluación. Cabe resaltar que dichos componentes requieren de la metacognición para obtener un proceso de aprendizaje deseado en los alumnos donde las estrategias les permitirán seleccionar la información correcta y reflexionar sobre los modos de pensar del sentido común, evitando la enseñanza tradicional (Veenman, 2012), memorística y tomando conciencia de sus procesos de pensamiento al resolver una tarea (Pozo, 2016). Cabe resaltar que un complemento importante en el aprendizaje mediante

estrategias metacognitivas es el docente, quien modela las actividades para que los alumnos reflexionen sobre su proceso de aprendizaje y utilicen las estrategias metacognitivas (Ritchhart, Church y Morrison, 2014) con ayuda de un diseño instruccional (modelo tecnopedagógico).

Método

Para la presente investigación se empleó una metodología mixta (Hernández-Sampieri y Mendoza, 2018) de tipo descriptiva para obtener la caracterización de su percepción con respecto al fenómeno de estudio (evolución biológica). Es un estudio de tipo mixto porque se obtuvieron, procesaron y analizaron datos cuantitativos y cualitativos de las variables de estudio: cambio conceptual y uso de estrategias de aprendizaje.

Por ello, para analizar el proceso de aprendizaje del tema Evolución Biológica en un entorno virtual, se trabajó con dos grupos, uno control y otro experimental (seleccionados al azar). Ambos grupos fueron tratados con un pre-diagnóstico y post-diagnóstico con la finalidad de identificar si los conceptos previos de los estudiantes de biología del nivel medio superior cambiaron después de recibir un tratamiento o intervención educativa. Cabe resaltar que en el grupo control, el tratamiento consistió en la enseñanza tradicional de la evolución biológica mientras que en el experimental se enseñó bajo un modelo tecnopedagógico albergado en un entorno virtual basado en el uso de estrategias metacognitivas y actividades auténticas, dinámicas y apegadas a los estilos de aprendizaje de los alumnos.

Sujetos

La muestra fue conformada por la población total que consta de 60 estudiantes del tercer semestre del Nivel Medio Superior, distribuidos en dos grupos de 30 estudiantes. De esta manera un grupo se asignó al azar como control y otro como experimental. Es menester mencionar que los estudiantes comparten características específicas, como edad, contexto en el que se desenvuelven, nivel educativo y materias cursadas.

Materiales

Para la identificación de los conceptos previos que poseían los estudiantes de Biología se empleó un cuestionario conformado por 5 preguntas con opción de respuesta abierta, la cual fue validada por expertos de contenido. Este instrumento fue utilizado para el pre y post diagnóstico.

También, se diseñó una intervención didáctica basada en una práctica educativa tradicional la cual fue aplicada al grupo control y un diseño tecno-pedagógico basado en estrategias de aprendizaje metacognitivas albergadas en un entorno virtual de aprendizaje para el grupo experimental respectivamente. Para el análisis de resultados se realizaron matrices de correlación en una base de datos de Excel y posteriormente se empleó el software UCINET 6.0 el cual nos

permitió establecer relaciones entre los conceptos identificados antes y después de la intervención en ambos grupos.

Procedimiento

Para analizar el proceso de aprendizaje de la biología en un entorno virtual y garantizar la apropiación de conceptos del tema evolución de manera significativa se realizó lo siguiente:

La variable dependiente cambio conceptual, fue explorada antes y después de aplicar la intervención didáctica

en ambos grupos, con la finalidad de identificar los conocimientos previos. Para la recolección de información se empleó un cuestionario conformado por 5 preguntas abiertas (Tabla 1), las cuales nos arrojaron conceptos que fueron tratados a través de matrices de correlación en Excel, aportando datos numéricos sobre los conceptos que poseían los estudiantes. Posteriormente para el tratamiento de dichas matrices se aplicó una metodología basada en el análisis de redes mediante el software UCINET.

Tabla 1. Ítems que conforman el cuestionario para identificar conceptos previos durante el pre-diagnóstico y post-diagnóstico.

| No. | Ítem |
|-----|---|
| 1 | Observa los diferentes animales, todos se alimentan de plantas. Explica ¿Por qué la jirafa posee un cuello más largo en comparación al resto de animales? |
| 2 | Construye una definición de Evolución Biológica |
| 3 | Describe los pasos que explican la presencia del cuello largo en las jirafas |
| 4 | Enlista al menos 5 teorías evolutivas que identifiques |
| 5 | Del listado que realizaste, ¿con cuál de las teorías estás de acuerdo? |

Fuente: Elaboración propia.

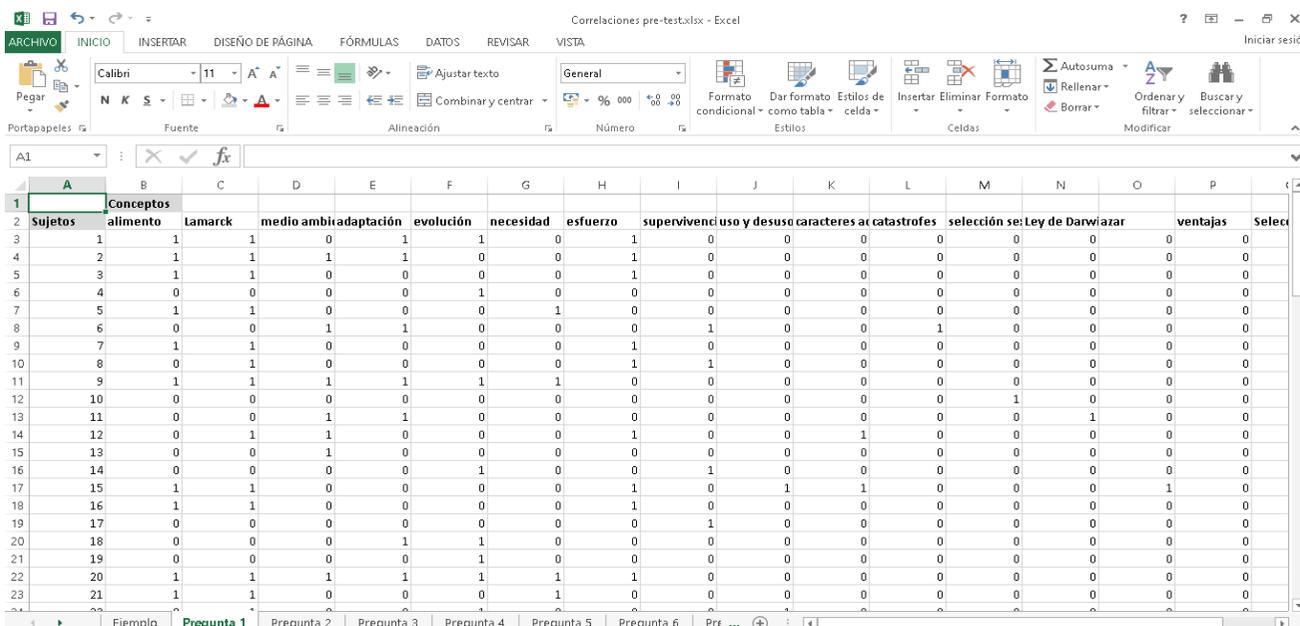
Posteriormente, el grupo control se trató con una intervención didáctica tradicional y en el grupo experimental se aplicó una intervención didáctica basada en estrategias de aprendizaje albergadas en un entorno virtual. Después de la intervención, se aplicó nuevamente el cuestionario diagnóstico y se analizaron los datos a través del software UCINET. Dicho programa permitió construir redes que se analizaron mediante las propiedades de: grado de centralidad, y grado de cercanía.

el programa, se rescataron los conceptos previos de los estudiantes antes y después de la intervención educativa mediada por tecnología y se analizaron las relaciones.

Resultados

Para el análisis de resultados se partió de una muestra de 60 estudiantes (2 grupos de 30 estudiantes cada uno) y se correlacionaron los conceptos recabados a través de una matriz, la cual se muestra en la siguiente figura.

Figura 1. Correlación de los conceptos previos identificados a partir del cuestionario diagnóstico. Base de datos de Excel.



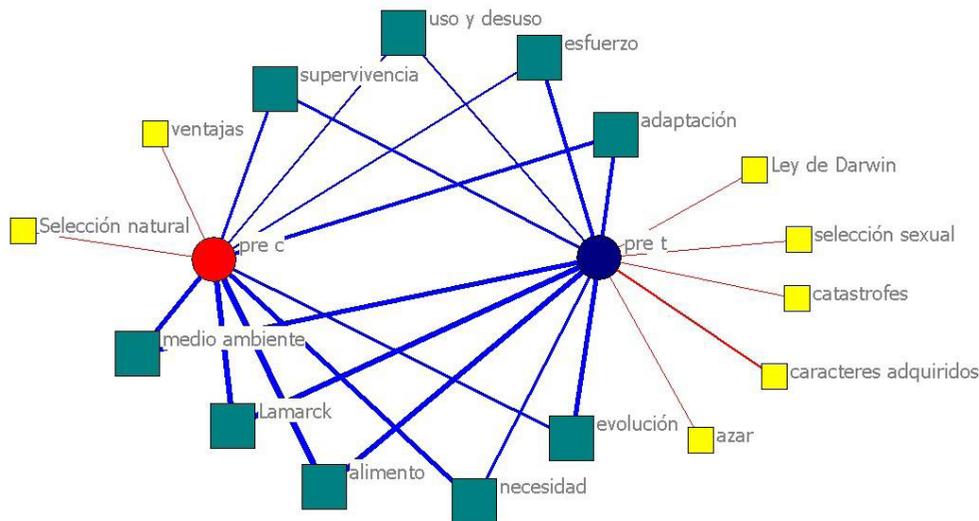
Fuente: Elaboración propia.

Análisis comparativo de las fases pre y post-diagnósticas.

Ítem 1. Observa los diferentes animales, todos se alimentan de plantas. Explica ¿Por qué la jirafa posee un cuello más largo en comparación al resto de animales?

La relación que se muestra en la siguiente red (figura 2), es producto de la interrelación que existe en los conceptos previos identificados en la figura 1. En dicho gráfico, se muestra la representación de los conceptos previos identificados en el grupo control y grupo experimental durante el pre-diagnóstico, a partir del ítem 1.

Figura 2. Representación gráfica de los conceptos previos del grupo control y experimental con respecto al ítem 1. Análisis mediante el software UCINET 6.0

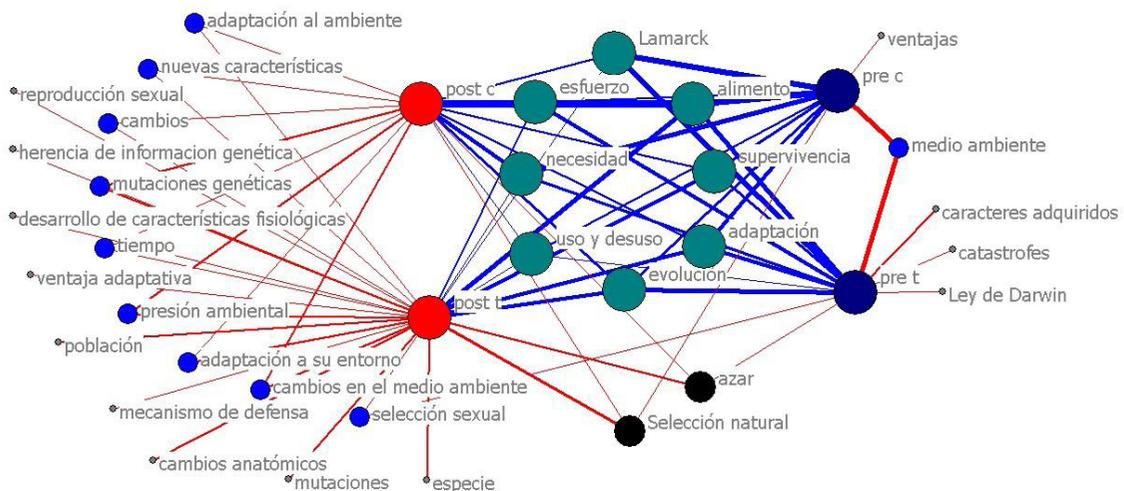


De acuerdo a características como distancia, tamaño, densidad y núcleo del gráfico se destaca la presencia de conceptos con un solo parámetro y un tamaño que indica poca presencia o dominio del concepto. Para Molina y US (2005), no todas las relaciones son equilibradas como es este caso, en algunas ocasiones pueden existir nodos aislados o con poca representatividad.

En el gráfico se observa que tanto los sujetos que conforman el grupo control como el experimental consideran

que el cuello de las jirafas es un proceso que se da por la búsqueda de alimento, factores relacionados al medio ambiente y por un esfuerzo que conlleva a un proceso evolutivo o Lamarkiano. Aunado a lo anterior, se identifican nodos con relaciones y representatividad mínima de conceptos tales catástrofes, ventajas, selección natural, ley de Darwin, azar, caracteres adquiridos, los cuales evidencian la concepción errónea de un proceso evolutivo.

Figura 3. Representación gráfica de las interrelaciones de los conceptos previos obtenidos a partir del ítem 1 del grupo control y experimental durante el post-diagnóstico. Análisis mediante el software UCINET 6.0



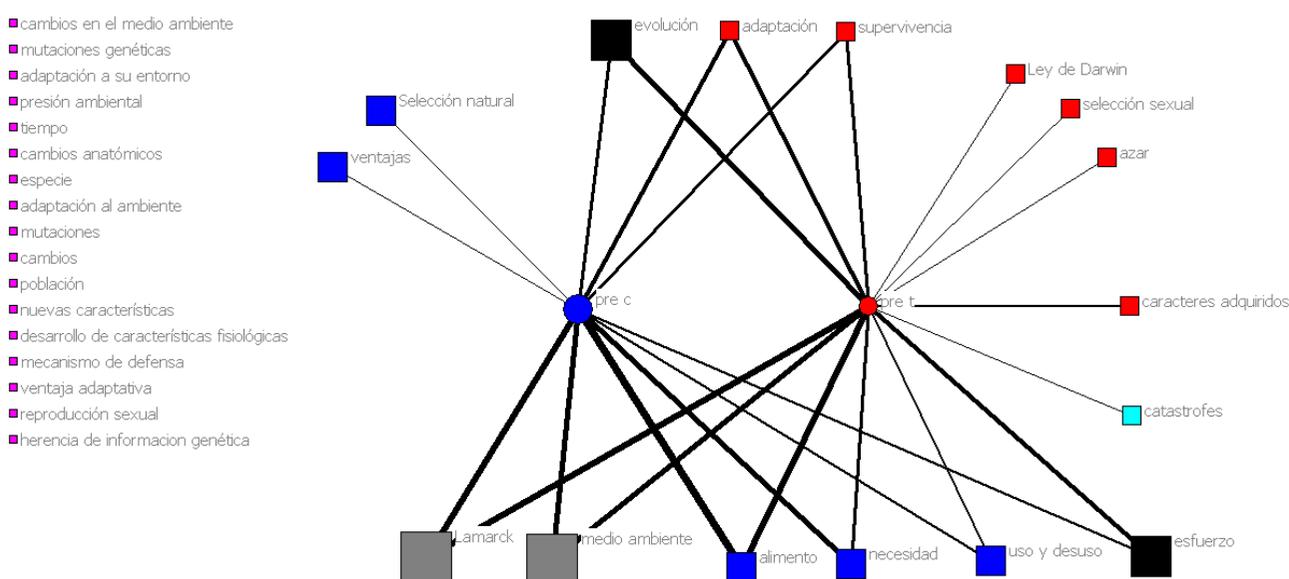
Esta figura contrasta los resultados y muestra la relación que existe en el grupo control y experimental durante el pre-diagnóstico y el post-diagnóstico. De hecho, se observa un desplazamiento significativo de los nodos, con distancias y presencia significativa del pre-diagnóstico al post-diagnóstico.

En el pre-diagnóstico, los estudiantes del grupo control consideran que el cuello de las jirafas se debe a un esfuerzo, una necesidad y una cuestión de uso y desuso generada por un pensamiento lamarkiano, posterior a la intervención tradicional, se evidencian conceptos aislados y de poca representatividad tales como nuevas características, reproducción asexual, herencia, mutaciones, adaptación al ambiente, presión ambiental, cambios en el medio ambiente, entre otras, lo cual muestra una deconstrucción de la concepción que poseían inicialmente.

Por su parte, en el pre-diagnóstico, el grupo experimental comparte características con el grupo control, ambos evidencian la presencia de conceptos erróneos. Sin embargo, posterior a la intervención educativa mediada por tecnología y basada en estrategias de aprendizaje metacognitivas que promueven un cambio conceptual, el gráfico muestra una representatividad significativa de los conceptos herencia de información genética, poblaciones, cambios anatómicos, mutaciones, especie, selección natural, azar, entre otras. Estos resultados dan cuenta de la reestructuración de una idea errónea, para reformular una explicación de por qué el cuello de las jirafas es más largo en comparación con otros animales herbívoros, lo cual posibilita identificar una deconstrucción de conocimiento.

Ítem 2. Construye una definición de evolución biológica.

Figura 4. Representación gráfica de los conceptos previos del grupo control y experimental (pre-diagnóstico) con respecto al ítem 2. Análisis mediante el software UCINET 6.0

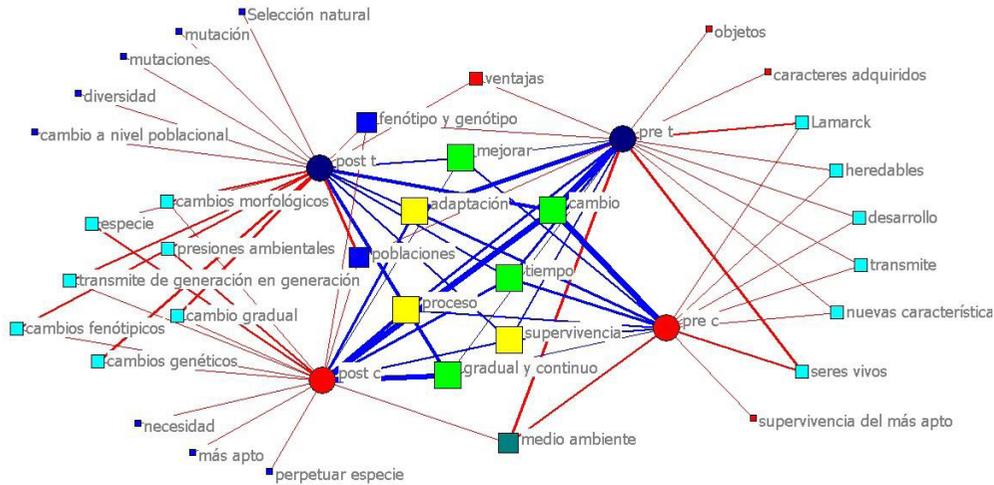


La Biología posee como principio unificador a la Evolución, la cual nos facilita la comprensión de las características que hacen distintivas a los diferentes organismos, el proceso de adaptación al que se enfrentan y las relaciones que existen entre las diversas especies, por ende, cobra importancia el análisis de los conceptos previos que poseen los estudiantes referente a este tema.

En el gráfico se analizaron 35 conceptos previos obtenidos del pre-diagnóstico que definían el concepto de evolución de los estudiantes a partir del ítem 2. Como se observa en las relaciones del grafo, ambos grupos poseen caracte-

rísticas muy similares, pues consideran que la evolución es definida a partir de conceptos como lamarckismo, medio ambiente, alimento, necesidad, esfuerzo, adaptación, supervivencia, entre otras, lo que muestra la combinación de teorías y errores conceptuales del concepto. Estos señalamientos coinciden con los resultados de la investigación previa de Nacata (2011) quien menciona que este tipo de aprendizaje se debe a un proceso meramente memorístico que emplea una actividad de aprendizaje básico relacionado a la escuela tradicional, no demanda un pensamiento reflexivo, sino un simple almacenamiento de información.

Figura 5. Representación gráfica de las interrelaciones de los conceptos previos obtenidos a partir del ítem 2 del grupo control y experimental durante el post-diagnóstico. Análisis mediante el software UCINET 6.0



El análisis de los indicadores del siguiente gráfico (Figura 5) mostraron que durante el pre-diagnóstico se obtuvieron tres conceptos aislados, dos del grupo tratamiento (objetos y caracteres adquiridos) y uno del grupo control (supervivencia del más apto). El tamaño máximo que se obtuvo fue de 190 relaciones posibles, sin embargo es evidente que faltaron conexiones por lo que se mostró una red dispersa. Esto da evidencia de que los estudiantes no poseen una definición clara del concepto debido a que sus conceptos no son claros pues están basados en la memorización, un aprendizaje verbal y pasivo que no motiva la actividad del estudiante (Delval, 2014).

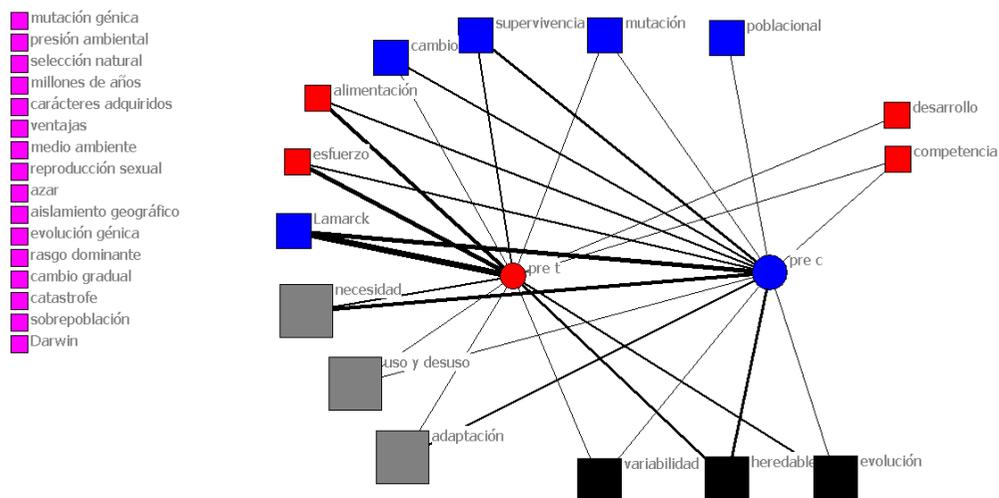
Con respecto al grupo control y experimental durante el post-diagnóstico, se observa un movimiento significativo de los nodos, donde el grupo control muestra la presencia de nodos aislados con conceptos tales como: selección natural, mutación, diversidad, cambio a nivel poblacional, etc., elementos que son característicos del tema en cuestión. Por otra parte, los conceptos:

cambio, gradual y continuo, presentan relaciones fuertes y significativas que evidencian un dominio poco satisfactorio del tema.

En la correlación del post-diagnóstico entre en grupo control y grupo experimental se observa una diferencia significativa después de la intervención educativa mediada por tecnología, los conceptos: cambió, poblaciones, adaptación, fenotipo, poblaciones, gradual y continuo, entre otras, son elementos presentes en un proceso evolutivo, esto nos refleja una deconstrucción del concepto que poseían los estudiantes antes de la intervención didáctica como resultado de la aplicación de estrategias metacognitivas las cuales permiten un aprendizaje reflexivo, considerado un detonante importante del aprendizaje (Diez-Fernández y Domínguez-Fernández, 2018).

Ítem 3. Describa los pasos que explican la presencia del cuello largo en las jirafas.

Figura 6. Representación gráfica de los conceptos previos del grupo control y experimental (pre-diagnóstico) con respecto al ítem 3. Análisis mediante el software UCINET 6.0

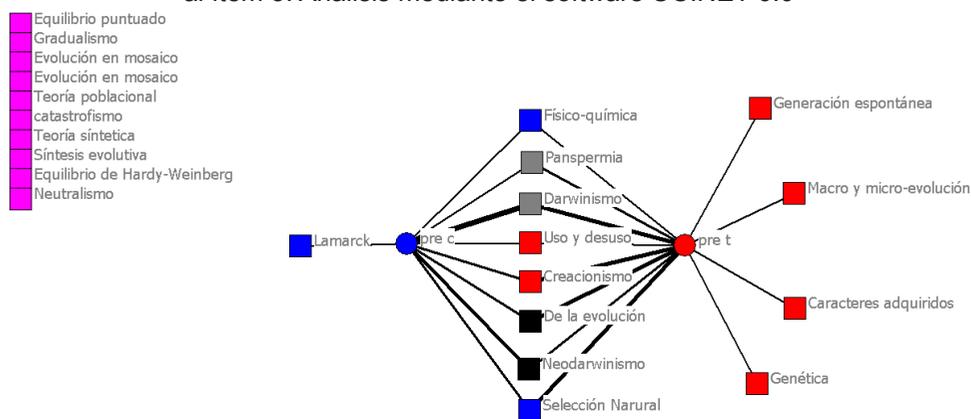


La red muestra la relación que existe entre el grupo control y experimental antes y después del tratamiento con respecto a la caracterización de conceptos previos. Esto evidencia que los estudiantes mantienen conceptos culturales muy arraigados, es decir consideran que la evolución de las especies se genera a través del creacionismo, excepto el grupo experimental quienes después de la intervención mostraron una menor representatividad de dicha teoría. De hecho, el grupo experimental denota una deconstrucción de sus conocimientos previos lo que evidencia un impacto positivo de la intervención educativa mediada por tecnología, pues evocan teorías tales como Neodarwinismo, Darwinismo, equilibrio puntuado, Catastrofismo, entre las más mencionadas. Además, este grupo, identifica teorías que demandan

conceptos más elaborados como Neutralismo, saltacionismo, teoría sintética, todos con menor representatividad; sin embargo, son conceptos que se encuentran aislados del grupo control después del tratamiento, lo que nuevamente ratifica el impacto de la intervención basada en estrategias de aprendizaje metacognitivas las cuales motivan a los estudiantes desarrollando un aprendizaje significativo tal y como lo señala De Alda, Marcos-Merino, Gómez, y Esteban (2019). Esto reafirma que las herramientas digitales y recursos empleados durante el proceso de aprendizaje tienen una función reguladora entre el propósito educativo, el proceso de aprendizaje y los actores educativos tal y como lo afirma Blanco (2012) y Flores-González y Flores-González (2021).

Ítem 5. Del listado que realizaste, ¿con cuál de las teorías estás de acuerdo?

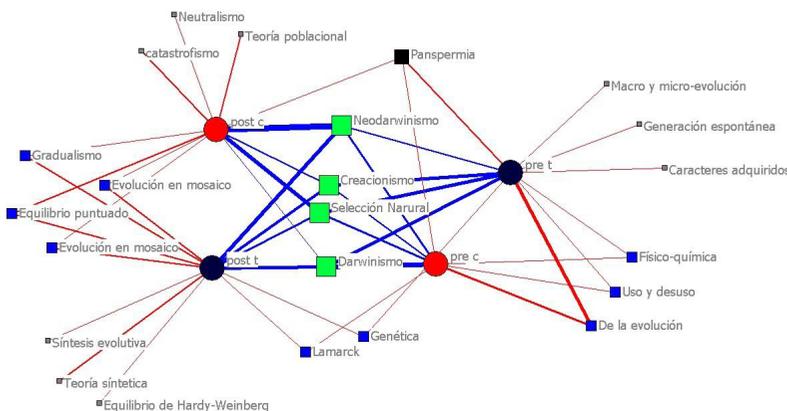
Figura 10. Representación gráfica de los conceptos previos del grupo control y experimental (pre-diagnóstico) con respecto al ítem 5. Análisis mediante el software UCINET 6.0



Conocer el proceso evolutivo de los seres vivos a través de las diferentes teorías, motiva a los estudiantes para sentirse conectados con la ciencia y la tecnología, les ayuda a tomar una postura sustentada en conocimientos sólidos y de esta forma expresar si están de acuerdo o en desacuerdo. Es por ello que a partir de las teorías que identifican los estudiantes, se les solicitó que respondieron el ítem 5. La figura

muestra una diversidad de teorías, pues la mayoría de los estudiantes realizaron un listado sin valorar si eran teorías complementarias u opuestas, lo que da cuenta de concepciones erróneas. Las relaciones que se encontraron muestran que ambos grupos, tanto control como experimental poseen características similares, resultados que son de utilidad para vislumbrar si existe impacto o no de la intervención educativa.

Figura 11. Representación gráfica de las interrelaciones de los conceptos previos obtenidos a partir del ítem 5 del grupo control y experimental durante el post-diagnóstico. Análisis mediante el software UCINET 6.0



El gráfico muestra la transformación de la concepción que tenían los estudiantes antes y después de la intervención educativa. Durante el post-diagnóstico del grupo control se observa la representatividad del concepto Neodarwinismo, sin embargo aún se evidencia una confusión entre selección natural y darwinismo, mientras que el grupo experimental, se presentan nodos con mayor dominio en los conceptos Neodarwinismo y Darwinismo. En este último grupo, se encuentran conceptos académicos más elaborados como son: teoría sintética, síntesis evolutiva, equilibrio Hardy–Weinberg. No obstante, en ambos grupos se identifica en menor intensidad el creacionismo.

Discusión

El desarrollo de la presente investigación, comulga con Reinartz (2012, p.162) “En todos los casos evaluados hay una evolución desde el concepto previo y homogeneidad en la calidad de las definiciones de todos los estudiantes, [...], lo cual condujo a una definición de mayor científicidad”. No obstante, este cambio sólo se manifiesta si se aplican estrategias metacognitivas en un ambiente virtual basado en un modelo tecnopedagógico lo cual hará plausible el desarrollo de definiciones conceptuales científicas, evitando conceptos erróneos, pues promueve un aprendizaje autorregulado. De acuerdo con Gaxiola, R. Gaxiola, V., Corral, F & Flores, R. (2020), la responsabilidad académica en todo proceso de aprendizaje, está relacionada positivamente con el aprendizaje autorregulado, pues sus estudios dan cuenta de que los estudiantes involucran dimensiones tales como la organización, desarrollo de pensamiento crítico, habilidades para la construcción de su propio aprendizaje y autorregulación metacognitiva. En este sentido, un ambiente virtual, demanda estudiantes comprometidos, con la capacidad de adoptar objetivos de aprendizaje, que al lógralos aumentan sus habilidades de autogestión, lo que conlleva a la autorregulación de su aprendizaje (You & Kang, 2014)

A partir de los resultados anteriores, para el grupo control, el concepto de evolución biológica se caracteriza por el dominio de conceptos más universales, reflejando una resistencia al cambio conceptual y a la implementación de acciones que le permitan aprender a desaprender, aprender a aprender y aprender a reaprender. Para el caso del grupo experimental, la descripción de la evolución biológica se centra en conceptos con matices científicos producto de la reflexión mediante el uso de estrategias metacognitivas que permiten un aprendizaje consciente y a largo plazo dando como resultado un cambio conceptual. Esto concuerda con Guevara, B., Guevara, G., Delgado, S., & Flores, R. (2014), Quien afirma que la formación de estudiantes debe estar centrada en un aprendizaje crítico, basado en la reflexión, con la finalidad de incrementar su habilidad para evaluar, construir juicios y tomar una postura con respecto a una temática. Considera que este tipo de acciones promueve el desarrollo del pensamiento complejo, lo cual les permite generar un nuevo conocimiento.

Además, es importante destacar que como en toda investigación al hacer un acercamiento al fenómeno de estudio se tienen limitantes. Para la presente investigación algunas de estas son la muestra y el corte de estudio. En el caso de la primera, se trabajó con una muestra total de 60 estudiantes que aunque corresponde a la población total, es pertinente ampliarla con el propósito de obtener una mayor representatividad y comprensión del fenómeno de estudio. Con respecto a la segunda, un estudio longitudinal complementaría de manera ideal los datos obtenidos en este estudio, pues los múltiples cohortes aportarían información para enriquecer la interpretación del estudio y tener una concepción más amplia del concepto evolución biológica. Sin embargo, a pesar de estas limitantes el presente estudio contribuye de manera significativa el campo de la biología aportando al campo teórico, específicamente al proceso de enseñanza aprendizaje de conceptos teóricos mediados por tecnología y estrategias *ad hoc* para tal fin en una modalidad nueva como lo es la virtual. Por otra parte estos hallazgos permiten vislumbrar futuras líneas de investigación que posibiliten la comprensión de la evolución biológica tales como Apropiación de conceptos de biología a través de herramientas digitales en ambientes virtuales, Construcción del conocimiento científico a partir de actividades auténticas embebidas en un modelo tecnopedagógico y Abatimiento de errores fosilizados en la materia de biología mediante la gamificación provista por las herramientas digitales en modalidad virtual. De acuerdo con Robles, A. & Gallardo, V. (2013), la implementación de entornos virtuales se recomienda en todos los ámbitos educativos dado sus características, los resultados positivos que generan y la necesidad que recobra en una sociedad dominada por la tecnología. Además considera que el acceso a dicha tecnología ya no es un problema generalizado, sin embargo sería contraproducente que los actores educativos se resistieran a la implementación de entornos virtuales de aprendizaje.

Conclusiones

La exploración de los conceptos previos que poseían los estudiantes nos brindó un conocimiento referente a las creencias o concepciones que tienen con respecto al tema. Uno de los hallazgos obtenidos es la permanencia de conceptos alternativos que distan de argumento científico y que por lo general es difícil de erradicar a través de intervenciones didácticas tradicionales, como se evidenció en el análisis del grupo control. Esto no quiere decir que este tipo de intervención sea inadecuada sino que es un problema al que puede enfrentarse la enseñanza de la biología. Otro hallazgo fundamental radica en que el cambio conceptual es posible si se promueve un aprendizaje consciente, reflexivo y mediado por estrategias y tecnología, toda vez que los conceptos previos que poseen los estudiantes son construcciones que van elaborando para explicar fenómenos. Sin embargo, conforme los estudiantes van avanzando en su vida académica, tienen la necesidad de transformarlos para brindar respuestas

aceptadas científicamente de acuerdo a su nivel educativo. Otro aporte de la presente investigación es que la deconstrucción de un concepto es un proceso gradual y complejo que requiere de estrategias innovadoras de acuerdo al contexto en el que se desenvuelve, motivación, autorregulación y apertura al conocimiento, de ahí que el estudiante al enfrentarse a un contexto tradicional le resulte difícil alcanzar el propósito que demanda la asignatura. En este punto, la propuesta de la presente investigación recobra importancia y justificación al contribuir teóricamente a la implementación de la tecnología y estrategias metacognitivas para la apropiación de conceptos relacionados a la evolución biológica. De hecho, la implementación del diseño tecnopedagógico motivó a los estudiantes a incorporar sus conocimientos previos a los nuevos, dando como resultado el desplazamiento de conceptos erróneos para tomar una postura con argumentos científicos referente al tema de evolución.

En conclusión, para promover un cambio conceptual no basta con identificar la problemática y las concepciones erróneas, es necesario brindar un tratamiento basado en un diseño tecno-pedagógico que atienda las necesidades relacionadas al aprendizaje de los estudiantes y detone un desequilibrio cognitivo para desarrollar concepciones nuevas y correctas.

Por último, el presente trabajo hace aportes al campo de la educación, proporcionando un entorno virtual con metodologías basadas en diseños tecnopedagógicos innovadores que contribuyen al aprendizaje de la Biología. Cabe resaltar que dichas metodologías pueden ser adaptadas a diferentes contextos y áreas de aprendizaje, es importante que desde diferentes contextos se consideren los aportes del presente estudio para adaptarlo e implementarlo y detonen en los estudiantes la deconstrucción de conocimientos previos para un aprendizaje para la vida.

Referencias

- Bar, A. R. (2012). Argumentar y explicar en el contexto de la formación universitaria en biología. *Revista Argentina de Educación Superior*, (4), 92-113.
- Blanco S., M. I. (2012). Recursos didácticos para fortalecer la enseñanza.aprendizaje de la economía. Aplicación a la Unidad de Trabajo. (Tesis inédita de maestría) Universidad de Valladolid, España. <http://uvadoc.uva.es/handle/10324/1391>
- Cubero-Ibáñez, J.; Ibarra-Sáiz, M.S. & Rodríguez-Gómez, G. (2018). Propuesta metodológica de evaluación para evaluar competencias a través de tareas complejas en entornos virtuales de aprendizaje. *Revista de Investigación Educativa*, 36(1), 159-184. <https://doi.org/10.6018/rie.36.1.278301>
- De Alda, J. A. G. O., Marcos-Merino, J. M., Gómez, F. J. M., & Esteban, M. R. (2019). Emociones académicas y aprendizaje de Biología, una asociación duradera. *Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas*, 37(2), 43-61. <https://raco.cat/index.php/Ensenanza/article/view/356153>
- Del Sol, J. L.; Hernández, Y. & Arteaga, E. (2014). Un recurso didáctico para la integración de conocimientos en el proceso de enseñanza-aprendizaje de las Ciencias Exactas: las tareas integradoras. *Universidad y Sociedad*, 6(4), 39-47. Recuperado de <http://rus.ucf.edu.cu/index.php/rus/article/view/400/pdf>.
- Delval, J. (2014). La memoria y el aprendizaje escolar. *Revista Investigación en la Escuela*, 84, 7-18. <http://hdl.handle.net/11441/59751>
- Díez-Fernández, Á., & Domínguez-Fernández, R. (2018). El tutor universitario como impulsor del aprendizaje reflexivo de los alumnos durante las prácticas docentes. *Estudios pedagógicos (Valdivia)*, 44(2), 311-328. <http://dx.doi.org/10.4067/S0718-07052018000200311>
- Eldar, O. & Miedijensky, S. (2015). Designing a Metacognitive Approach to the Professional Development of Experienced Science Teachers. En A. Peña-Ayala (ed.), *Metacognition: Fundamentals, Applications, and Trends. A Profile of the Current State-Of-The-Art* (pp. 299-319). Suiza: Springer.
- Flores-González, N. (2020). Authentic-interactive activities to promote oral production on a virtual platform. *Journal of Applied Computing*, 4(15), 26-35. <http://doi.org/10.35429/JCA.2020.15.4.26.35>
- Flores-González, N. & Flores-González, E. (2021). Interactive infographics as a digital tool for the appropriation of concepts. *Journal Practical Didactics*, 5 (14), 10-18. <https://doi.org.10.35429/JPD.2021.14.5.10.18>

- Gaxiola Romero, J. C., Gaxiola Villa, E., Corral Frías, N. S., & Escobedo Hernández, P. (2020). Ambiente de aprendizaje positivo, compromiso académico y aprendizaje autorregulado en bachilleres. *Acta Colombiana De Psicología*, 23(2), 267–288. <https://doi.org/10.14718/ACP.2020.23.2.11>
- Guevara Benítez, Y., Guerra García, J., Delgado Sánchez, U., & Flores Rubí, C. (2014). Evaluación de distintos niveles de comprensión lectora en estudiantes mexicanos de psicología. *Acta Colombiana De Psicología*, 17(2), 113–121. <https://doi.org/10.14718/ACP.2014.17.2.12>
- Hernández-Sampieri, R. & Mendoza, C. P. (2018). *Metodología de la investigación: las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta*. México: McGRAW-HILL.
- Johnston, A.M., Barnes, M.A. & Desrochers, A. (2008). Reading comprehension: Developmental processes, individual differences and interventions. *Canadian Psychology*, 49, 125-132.
- Marín, D. (2019). Autoayuda, educación y prácticas de sí. Genealogía de una antropotécnica. En A. Álvarez, B. Barragán, J. Echeverri, J. Fayad, D. Marín, A. Martínez, C. Noguera, J. Orozco, D. Rubio, & J. Sáenz, *Genealogías de la Pedagogía*. Universidad Pedagógica Nacional.
- Martín, R. B., & Donolo, D. S. (2019). Aprendizajes informales. Perspectivas teóricas y relatos de aprendizajes. *Ikastorratza, e-Revista de didáctica*, 23, 115-127.
- Molina, J. L., & US, I. M. J. (2005). Operaciones Básicas con Ucinet 6.0. UAB. Barcelona. España. pp.1-12. https://doi.org/10.37261/23_alea/5
- Moreno, J. (2009). Lamarck necesita a Darwin: la búsqueda de intención en el estudio de la evolución y de la historia. *Asclepio*, 61(2), 233-248. <https://doi.org/10.3989/asclepio.2009.v61.i2.291>
- Ñacata, A. G. (2011). El aprendizaje memorístico y su influencia en el rendimiento académico de los estudiantes del noveno año de educación básica del colegio técnico industrial “dr. trajano naranjo iturralde” del cantón latacunga, en el periodo 2009–2010 (Bachelor's thesis).
- Pozo, J. (2016). *Aprender en tiempos revueltos. La nueva ciencia del aprendizaje*. Madrid: Alianza.
- Reinartz, M. (2012). Aportes del aprendizaje basado en problemas (ABP) en la enseñanza de la fisiología animal en un programa de Zootecnia. Universidad de Montreal, Montreal, Canada.
- Ritchhart, R.; Church, M. & Morrison, K. (2014). *Hacer visible el pensamiento*. Ciudad Autónoma de Buenos Aires: Paidós.
- Robles, A. S., & Gallardo Vigil, M. A. (2013). Entornos virtuales de aprendizaje: Nuevos retos educativos. *Revista científica electrónica de Educación y Comunicación en la Sociedad del Conocimiento*, 267. <https://doi.org/10.30827/eticanet.v13i2.11995>
- Schraw, G. & Gutierrez, A. (2015). Metacognitive Strategy Instruction that Highlights the Role of Monitoring and Control Processes. En A. Peña-Ayala (ed.), *Metacognition: Fundamentals, Applications, and Trends. A Profile of the Current State-Of- The-Art* (pp. 3-16). Suiza: Springer.
- Toala-Dueñas, R.; Cruz-Mendoza, J.; Véliz-Vásquez, J.; Zambrano-Sornoza, J. & Bolívar-Chávez, O. (2017). Valoraciones de los EVA en la comunidad universitaria del Ecuador. *Polo Del Conocimiento*, 2, 10.
- Veenman, M. (2012). Metacognition in Science Education: Definitions, Constituents and Their Intricate Relation with Cognition. En A. Zohar & Y. Dori (eds.), *Metacognition in Science Education. Trends in Current Research* (pp. 21-36). Nueva York: Springer.
- You, J. W. & Kang, M. (2014). The role of academic emotions in the relationship between perceived academic control and self-regulated learning in online learning. *Computers & Education*, 77, 125-133. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2014.04.018>