

*Artículos científicos*

## Investigando a las malezas: una forma de aprender con la indagación

*Researching weed plants: a way to learn with inquiry*

Isabel López Zamora

Universidad Veracruzana, México

[ilopez@uv.mx](mailto:ilopez@uv.mx)

<https://orcid.org/0000-0002-9378-6748>

### Resumen

El presente estudio respalda la adquisición de conocimientos científicos a través de la oferta de un curso de botánica prácticamente basado en el aprendizaje con indagación en ambientes naturales. Éstos representaron auténticos catalizadores que facilitaron la conexión con los contenidos educativos, el desarrollo de competencias para la investigación y al mismo tiempo permitieron al docente realizar una práctica más reflexiva. Se obtuvieron evidencias que indicaron que esta metodología de aprendizaje activo promovió la colaboración de pares y motivó la participación en las actividades de investigación enfocadas al conocimiento de un grupo particular de plantas, llamadas comúnmente malezas. Los sitios naturales visitados, la naturaleza práctica del curso, el andamiaje ofrecido y sus contenidos educativos sobre botánica y ecología reforzaron la adopción de cursos con carácter indagatorio en la enseñanza diaria. Se incluyó información sobre las estrategias de indagación construidas en torno a la investigación de las malezas.

**Palabras clave:** indagación científica, enseñanza-aprendizaje creativos, investigación, ambientes naturales.

## Abstract

This study supports the acquisition of scientific knowledge through the offer of a botany course practically based on learning with inquiry learning in natural environments. The natural sites represented authentic catalysts to promote an immediate connection with educational contents, the development of research based competences, and also helped to provide a more reflexive teaching in real context. Evidences have shown that this active learning methodology promoted peer collaboration and engaged students in research activities focused on a particular group of plants known as “weeds”. Information was presented on inquiry based strategies built on a reflective practice and weed plants research. It is expected that the use of natural sites, the practical and inquiring nature of the course, the scaffolding, and the botany and ecology contents will drive to the implementation of more inquiry nature courses in our everyday teaching.

**Keywords:** scientific inquiry, active learning, research, natural environments.

**Fecha Recepción:** Junio 2021

**Fecha Aceptación:** Diciembre 2021

---

## Introducción

Las actuales iniciativas de reforma de la educación en ciencias comprenden cambios fundamentales en la forma como se enseña ciencia y como se apoya a los docentes involucrados para que participen y se comprometan a aplicar nuevas alternativas de enseñanza de las ciencias (Osborne & Dillon, 2008; National Research Council [NRC], 2000a).

Una de las estrategias más socorridas para el mejoramiento de la enseñanza y aprendizaje de las ciencias en Europa y Norteamérica es la incorporación diaria de estos contenidos basados en la indagación dentro de los programas educativos (NRC, 2000b; Léna, 2009). A pesar de que existe un reconocimiento global de la inclinación hacia una enseñanza y aprendizaje de las ciencias fundamentado en la indagación, para lograrlos aún se requiere de mucha participación respaldada en recursos disponibles orientados a la capacitación profesional del personal docente que les brinde oportunidades para participar en diferentes experiencias que promuevan un entendimiento más profundo acerca de la naturaleza de la ciencia y su enseñanza basada en la indagación científica (Bakkenes *et al.*, 2010). Algunas investigaciones educativas han demostrado que el aprendizaje que incluye actividades fuera del aula de clases resulta altamente motivante no solo para los estudiantes, sino también para

los facilitadores implicados. La iniciativa educativa impulsada por el gobierno de Reino Unido denominada “Aprendiendo fuera del aula” se puso en marcha exitosamente para enfatizar este asunto central (Dillon, 2007). Asimismo, Europa reconoció ampliamente el potencial del aprendizaje fuera del salón de clases para alentar la implementación a gran magnitud de los métodos de enseñanza de las ciencias basada en la indagación (Rocard *et al.*, 2007; Department for Education and Skills, 2006). Además de estos resultados positivos, algunos estudios de investigación-acción a pequeña escala documentan que la realización de una práctica docente cimentada en programas educativos desarrollados por competencias y estrechamente vinculada a la investigación aborda con éxito los contenidos sobre ciencia y su aplicación en escenarios reales fuera del aula, lo que a su vez llega a despertar una mayor motivación en los estudiantes y una conexión inmediata con su entorno (López-Zamora, 2017, 2018). Considerando el escenario de una docencia bajo indagación en la que se puedan conjugar diversos elementos como la exploración *in situ*, la observación, la participación en breves conversaciones académicas, la colaboración entre pares y el cuestionamiento a profundidad, se puede lograr un auténtico aprendizaje activo y en un contexto real, vinculado a las demandas tecnocientíficas de nuestra sociedad actual. En respuesta al interés de alcanzar esta integración de componentes ideales para la docencia reflexiva, el presente estudio explora algunas estrategias instruccionales de enseñanza y aprendizaje en un curso de ciencias biológicas basado en la indagación científica y respaldado en la investigación de las plantas conocidas comúnmente como malezas, así como su exploración en espacios naturales.

### **El escenario dentro y fuera del aula bajo un aprendizaje con indagación**

La indagación inició reuniendo información obtenida mediante diferentes vías, como los propios sentidos de la vista, el tacto, el oído, el olfato y el gusto. Esta práctica estimula a los estudiantes a plantearse preguntas, a llevar a cabo actividades de investigación por razones genuinas y a hacer y sustentar descubrimientos propios. La indagación permite la transformación de la práctica docente, haciéndola más reflexiva, dinámica y aplicada a condiciones reales que están aconteciendo a nivel global.

El profesor debe convertirse en un verdadero facilitador clave del aprendizaje en un ambiente bajo indagación; su actuación debe mostrar liderazgo, pero al mismo tiempo brindar la libertad suficiente para promover la iniciativa y creatividad en los estudiantes, es una

especie de *coach* que guía sus preguntas, facilita la disponibilidad de recursos de información y andamiaje, monitorea los avances y les ayuda a construir teorías. Como resultado, el propio docente experimenta una transformación junto con los estudiantes, a quienes les sirve como un permanente guía que monitorea su progreso a lo largo de su desempeño en el curso.

El profesor aún puede exponer la información a los estudiantes, sin embargo, él no será el único responsable de transmitirla y distribuirla en su totalidad. Esto es, los aprendientes participan como verdaderos científicos, indagando y planteando preguntas diversas, pero también buscando sus propias respuestas. El facilitador debe instrumentar meditativamente las experiencias de aprendizaje basadas en el conocimiento previo e intereses de los estudiantes, apegándose al desarrollo de competencias y considerando los estándares de la educación en ciencias. Aunado a ello, se documenta el progreso de los estudiantes a lo largo de la experiencia educativa y se puede aplicar una amplia variedad de formas de evaluación tanto a nivel formativo como acumulativo, dependiendo de las características, objetivos y metas de aprendizaje definidas en el curso, de modo que se obtenga una buena visión sobre su desempeño y demostración de lo que han aprendido y aplicado para dar respuesta a situaciones ambientales en su entorno inmediato.

En esta dinámica de indagación los aprendientes juegan un papel muy activo en su aprendizaje, dando así la oportunidad de producir sus propias ideas y opiniones para ser escuchadas y valoradas, afinando sus perspectivas conforme se involucran en las diferentes actividades indagatorias y se conectan con los contenidos de ciencia (Ballantyne & Packer, 2002). Bajo este escenario de aprendizaje activo, ellos no necesitan esperar a que el docente facilitador les proporcione la respuesta única y correcta, en lugar de ello se ocupan en la búsqueda de ideas centrales que los lleve a generar preguntas de interés sobre temáticas de investigación actual abordadas bajo diferentes líneas de conocimiento, que en su momento les demandarán su competencia para el análisis crítico y la propuesta de acciones a corto y largo plazo, a fin de responder a diversos problemas de índole ecológico y de interés global. Con su participación directa en situaciones reales *in situ* y desde el aula de clases se promueve una rápida conexión con su entorno cercano, en donde ponen en práctica sus competencias para la investigación y las habilidades de aprendizaje que pueden ser aplicadas con éxito en futuras situaciones que demanden conocimiento, lo cual día a día les exige una sociedad emergente en las Tecnologías de la Información y la Comunicación, y el aprendizaje de las ciencias.

## Metodología

El objetivo de hacer partícipes a los estudiantes de los procesos biológicos que ocurren en su entorno inmediato y que representan auténticos escenarios en los que pueden abordar problemáticas actuales de índole ambiental y de relevancia global, fue un aspecto clave de motivación para documentar su experiencia educativa y mostrar algunas estrategias de enseñanza y aprendizaje con indagación aplicadas en la oferta educativa de un curso de Botánica.

Se tiene el antecedente del trabajo previo en el diseño y modelo instruccional de actividades de aprendizaje con orientación indagatoria para la oferta de otros cursos de ciencia en vinculación con la experiencia de investigación en el campo de la ecología. Este punto de referencia contribuyó en gran medida en la organización, planeación y facilitación de un aprendizaje activo y su implementación en el aula, así como la exploración en sitios naturales cercanos al campus (DeWitt & Storksdieck, 2008).

Se presenta aquí una muestra representativa de algunos formatos elaborados para la fácil instrucción y realización de las actividades de aprendizaje con indagación a ser efectuadas por los estudiantes a lo largo del curso. Todo ello, con la finalidad de documentar adecuadamente la práctica docente y registrar el evento de aprendizaje abordado en las referidas actividades indagatorias, además para garantizar que el proceso de investigación se efectuara en las condiciones óptimas para seguridad de los estudiantes durante la realización del trabajo de campo en ambientes naturales (Tablas I-III).

El docente respondió un breve cuestionario previo a las actividades de aprendizaje correspondientes, con la finalidad de tener un panorama general de su percepción antes de la sesión (Tabla III), además de que documentó con detalle sus observaciones a lo largo del día de la actividad. Asimismo, los estudiantes recibieron un folleto de trabajo, estructurado para identificar el aprendizaje y coleccionar sus comentarios al término de la actividad de campo (Tabla II). Para tener un registro de la ejecución de las labores indagatorias y el monitoreo *in situ* de las especies de malezas se usaron diversas técnicas de observación (Dillon *et al.*, 2005). Cabe mencionar que estas observaciones resultaron esenciales, ya que permitieron recabar información de primera fuente en un contexto real, lo que posibilita conocer cómo interactúan los estudiantes y se conducen en un ecosistema natural. Los datos reunidos sirvieron para el entendimiento reflexivo de sus opiniones acerca del evento de aprendizaje logrado y de aspectos clave sobre las acciones del trabajo de investigación en campo para

mejorar la facilitación y réplica de este tipo de eventos de aprendizaje basado en la indagación en otros espacios.

## Resultados

La estructura de las sesiones abordadas a lo largo del curso se apegó a los protocolos empleados en la investigación en desarrollo sobre las especies de malezas detectadas en ambientes naturales y en áreas verdes cercanas al campus universitario (Tabla 1).

**Tabla 1.** Fragmentos de la estructura de una serie de sesiones y actividades de aprendizaje con indagación en un curso de botánica

Lugar, hora y fecha del evento de aprendizaje:
Previo al evento de aprendizaje: Cuestionario respondido por el profesor (08:30-9:00) Sesión 1. “Reconocimiento de la presencia de malezas en el sitio natural”
Observaciones del profesor: Actividades de aprendizaje: Registro de las condiciones físicas del sitio (descripción <i>in situ</i> y localización geográfica digital) Recorrido del sitio y mapeo digital de las plantas identificadas como malezas Descripción diagnóstica e identificación de las malezas mapeadas Registro fotográfico de las malezas identificadas en el sitio Retroalimentación de los estudiantes: Retroalimentación del profesor: Productos a generar: catálogo de campo de las malezas, video o presentación expuesta a manera de documental Duración estimada: 5-6 horas Análisis final del profesor 3:05-3:30
Sesión 2. “Colonización de las malezas en el sitio natural” Observaciones del profesor: Actividades de aprendizaje: Describir las principales características ecológicas de las malezas identificadas en la sesión 1 Detectar las colonias de invasión de las malezas identificadas previamente Mapear el número y extensión de las colonias de malezas más dominantes en el sitio Retroalimentación de los estudiantes: Retroalimentación del profesor:

Productos a generar: video documental y mapa digital de las colonias de invasión

Duración estimada: 2-3 horas

Análisis final del profesor

3:05-3:30

Sesión 3. “Detección de posibles impactos ecológicos de las malezas en el sitio natural”

Observaciones del profesor:

Actividades de aprendizaje:

Registrar la densidad poblacional de las malezas más dominantes en el sitio

Detectar cambios en las condiciones de vegetación y suelo en el sitio invadido

Identificar el grado de avance en su invasión

Proponer algunas acciones a corto plazo y estrategias a largo plazo encaminadas a disminuir los impactos de invasión en el sitio

Retroalimentación de los estudiantes:

Retroalimentación del profesor:

Productos a generar: video documental

Duración estimada: 4 horas

Análisis final del profesor

3:05-3:30)

Fuente: Elaboración propia.

En la primera sesión se abordó el reconocimiento de las malezas en un sitio invadido, ubicado en un área natural protegida dentro de la zona de Xalapa, Veracruz. Con la realización de esta actividad de aprendizaje los estudiantes desarrollaron su capacidad para formular sus propias hipótesis de trabajo, como punto de partida en el conocimiento de las especies de malezas más dominantes en el parque visitado. La sesión implicó la auténtica colaboración de pares, bajo la misma dinámica que caracteriza al trabajo de investigación llevado a cabo en campo. En el transcurso del día, y organizados en pequeños grupos de trabajo de tres integrantes, los alumnos pusieron en práctica la observación detallada de las estructuras florales y vegetativas de las plantas, para proceder a su descripción diagnóstica e identificación taxonómica.

Se registraron sus comentarios, que en su momento fueron cuestionados con la finalidad de motivar la retroalimentación durante las conversaciones académicas sostenidas al término de la actividad (Tabla II). Durante estas charlas académicas se logró saber que el evento de aprendizaje tuvo un impacto en los estudiantes participantes, quienes mostraron interés por el contenido y su aplicación en un sitio natural protegido, así como entusiasmo en la ejecución de las actividades correspondientes a la sesión.

**Tabla 2.** Segmentos del registro de observaciones planteadas por los estudiantes durante las actividades de aprendizaje indagatorio correspondientes a cada sesión

<p>Sesión 1. “Reconocimiento de la presencia de malezas en el sitio natural”</p> <p>Lugar, fecha y hora de ejecución:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Planteamiento de hipótesis de trabajo</li> <li>2. Caracterización del sitio</li> <li>3. Descripción diagnóstica de las malezas (estructuras florales y vegetativas)</li> <li>4. Aspectos metodológicos sobre el mapeo de las malezas en el sitio</li> <li>5. Ideas para capturar imágenes de las plantas y sus estructuras</li> <li>5. Algunas conclusiones/reflexiones sobre la ejecución</li> </ol> <p>Sesión 2. “Colonización de las malezas en el sitio natural”</p> <p>Lugar, fecha y hora de ejecución:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Reflexiones sobre cómo logran colonizar con éxito cualquier sitio</li> <li>2. Principales factores que pueden contribuir a la colonización</li> <li>3. Habilidad competitiva de las malezas más dominantes en el sitio</li> <li>4. Algunas conclusiones/reflexiones sobre la ejecución</li> </ol> <p>Sesión 3. “Detección de posibles impactos ecológicos de las malezas en el sitio natural”</p> <p>Lugar, fecha y hora de ejecución:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Reflexiones sobre el número de individuos registrado para las especies de malezas</li> <li>2. Aspectos de las condiciones de perturbación o manejo del sitio explorado</li> <li>3. Cambios notorios en la vegetación y el suelo asociados a la invasión</li> <li>4. Aspectos de manejo integral (planes de acción, detección, evaluación)</li> <li>4. Algunas conclusiones/reflexiones sobre la ejecución</li> </ol>
---

Fuente: Elaboración propia.

La segunda sesión se centró en reconocer el establecimiento de las malezas mediante la formación de colonias de invasión en el sitio explorado, detectando su distribución espacial, número y extensión de sus colonias. Esta sesión implicó una verdadera colaboración de pares para conducirse en el lugar invadido, observar a las especies de malezas más abundantes, lograr identificar la formación de las colonias de invasión y poder entender qué factores contribuyen a la rápida formación de dichas colonias y su exitoso establecimiento con el tiempo.

Los estudiantes mantuvieron la organización previa en cuatro grupos de trabajo supervisados por el profesor a lo largo de la exploración del sitio natural y siguieron la misma dinámica de las breves conversaciones académicas sobre el planteamiento de hipótesis de trabajo para dar inicio a su investigación; posteriormente llevaron a cabo las actividades relacionadas con el monitoreo y mapeo de la colonización en el sitio explorado, reportando al término sus reflexiones finales para la retroalimentación grupal (Tabla 2).

Se planteó una serie de preguntas de interés, entre ellas: ¿por qué piensan que ocurre esa colonización?, ¿qué les hace preguntarlo?, ¿por qué esperan que ocurra la colonización y cómo la pueden explicar?. Estas indagaciones fueron más allá de las interrogantes poco desarrolladas y sin enfoque, lo que propició una mejor construcción de sus ideas sobre las plantas invasivas que observaron en su localidad, mayor asimilación de las de otros estudiantes, plantear cómo lograron saberlo y aplicar su conocimiento en su entorno inmediato.

En la tercera sesión fueron capaces de abordar integralmente aspectos clave relacionados con la presencia de las malezas en nuestro ambiente, como la detección oportuna, el monitoreo frecuente (a corto y largo plazo) de los sitios invadidos y la evaluación de los impactos de la invasión para su posible manejo a lo largo del tiempo (Tabla 2).

El profesor aportó sus propias reflexiones críticas acerca de la percepción de los estudiantes respecto de la presencia de malezas en el sitio explorado y sobre la facilitación del aprendizaje. Como resultado de este evento, los alumnos desarrollaron estrategias o posturas de pensamiento crítico, fundamentales en cualquier quehacer científico.

El formato del cuestionario respondido por el profesor fue corto, con una estructura sólida, pero permitió flexibilidad para captar ciertos aspectos de la actividad de aprendizaje conforme emergieron durante las sesiones. La transcripción de la entrevista y su interpretación temática se editaron y se adicionó la información necesaria para transmitir adecuadamente las opiniones brindadas.

La Tabla III contiene algunos fragmentos del cuestionario respondido por el profesor al inicio de las sesiones y actividades del curso. Las respuestas colectadas indicaron un uso adecuado de esta herramienta informativa, la cual resultó de gran apoyo para monitorear las conversaciones académicas y documentar las evidencias del evento de aprendizaje y el análisis final proporcionado por el profesor.

**Tabla 3.** Cuestionario aplicado al profesor previo a la instrucción de la sesión y actividades de aprendizaje indagatorio

Preguntas
1. ¿Qué experiencia previa tiene con el aprendizaje basado en la indagación? Se ha trabajado en cursos con orientación indagatoria a nivel universitario en los últimos dos años, y con tutorías de enseñanza vinculada a la investigación.
2. ¿Con qué frecuencia el curso forma parte del aprendizaje activo? Con mucha frecuencia, las sesiones del curso son interactivas y relacionadas con ambientes naturales.
3. ¿Considera que sería de gran beneficio si se facilitara el aprendizaje activo dentro y fuera del aula en las áreas del campus? Sí, los estudiantes se conectan mejor con los contenidos y aprenderían habilidades de aprendizaje y de vida, además se incrementa su curiosidad, su motivación e interés por la investigación. También se mantiene presente la relevancia de la educación en ciencias en nuestra vida diaria.

Fuente: Elaboración propia

Se generó un repositorio de cada cuestionario aplicado antes de la facilitación e instrucción de las actividades de indagación en cada sesión, mismo que se correlacionó con la información de primera fuente obtenida de las diferentes observaciones y experiencias de aprendizaje de los estudiantes en los sitios explorados.

## Discusión

Con la oportunidad que tuvieron los estudiantes de explorar un sitio natural cercano a su localidad lograron reconocer las especies de malezas *in situ*, con lo que pudieron conectarse con su entorno inmediato y reflexionar sobre la forma en que ocurre la introducción y el establecimiento exitoso de estas plantas que invaden nuestro ambiente (Johnson *et al.*, 1991; Dillon & Dickie, 2012).

Las sesiones de aprendizaje activo e indagatorio facilitaron la exploración del sitio natural y convirtieron el proceso de identificación taxonómica en una tarea más ilustrativa, sencilla, rápida e incluso más divertida. De esta forma los estudiantes fueron capaces de identificar fácilmente varias especies herbáceas y otras de pastos consideradas como malezas muy competitivas en número y extensión ocupada en el área local, además de reconocer sus estructuras florales y vegetativas para manejar con éxito su descripción e identificación diagnóstica; pudieron indagar, conseguir evidencias en los ejemplares y sitios observados, y finalmente reflexionar acerca de cómo se introducen en ese sitio, establecerse con éxito a lo

largo del tiempo y propagarse a otros lugares en condiciones similares o diferentes (López-Zamora, 2018).

Con esta estrategia de aprendizaje activo se promovió rápidamente la colaboración de pares y se incentivó, primero, la reflexión sobre sus propias evidencias y respuestas, y luego mediante las breves conversaciones académicas entablaron discusiones bien argumentadas y compartieron sus hallazgos y respuestas con el resto del grupo (Johnson *et al.*, 1991). Los estudiantes prolongaron sus conversaciones y profundizaron lo suficiente, lo que los animó a desear saber más sobre el éxito de la colonización de estas plantas e incrementó su curiosidad por la invasión en el sitio explorado (Martin *et al.*, 1981; Eaton, 1998).

Haberles otorgado el tiempo suficiente para pensar y después compartir y comparar sus evidencias propició las condiciones óptimas para que sostuvieran una discusión más directa y enfocada (Openshaw & Whittle, 1993). Este método ya ha sido probado en otros estudios y se ha demostrado que incrementa la capacidad de recordar la información, además de ofrecer la oportunidad para que surjan otras preguntas conforme los alumnos responden a las de otros compañeros (Prince, 2004).

Con el uso de diversas técnicas de observación en cada una de las actividades indagatorias ejecutadas por los estudiantes fue posible documentar la historia de invasión en los sitios explorados localmente. Las observaciones de campo resultaron esenciales para recopilar información de primera fuente sobre un evento biológico *in situ*, lo que simplificó la conexión de los aprendientes con su ambiente más próximo, vinculándolos a una situación local que demandó su participación e interés. Aunado a esta serie de valiosas observaciones e indagaciones científicas, el profesor logra documentar su conducción en un ambiente físico y de interacción entre pares al colaborar en el trabajo de campo, con lo cual se enriquece el evento de aprendizaje registrado durante cada sesión.

## Conclusión

Se recopilaron respuestas con profundidad relativa por parte de los estudiantes en cada evento de aprendizaje, a las cuales llegaron gracias a la realización de todas las actividades indagatorias. Lo anterior evidenció una serie de planteamientos que requieren mayor enfoque y que pueden ser abordados en futuras sesiones de las conversaciones académicas con más duración.

Hubo una adecuada funcionalidad de los eventos de aprendizaje con indagación efectuados en los diferentes escenarios naturales que se exploraron, además de que se lograron establecer los enlaces curriculares en la ejecución de cada actividad de aprendizaje vinculada con el conocimiento de las malezas.

La investigación realizada por los estudiantes los capacitó para aplicar los protocolos de la metodología que se emplea en el campo de la ecología de poblaciones para monitorear la presencia de las malezas en sitios naturales y detectar sus impactos sobre el ambiente. Hubo una adecuada conducción en campo para establecer unidades de muestreo y para la posterior colecta de datos relacionados con las poblaciones de las especies de malezas encontradas en el lugar de análisis. Los estudiantes generaron completas descripciones diagnósticas acompañadas de esquemas botánicos, registro fotográfico de las especies identificadas, registro del número de individuos por especie, registro de altura de individuos, registro de cobertura del terreno y aspectos del avance e impactos de la invasión.

La información proporcionada por el profesor aportó mayor amplitud en el entendimiento de las necesidades inmediatas que se tienen que cubrir al implementar el aprendizaje con un enfoque indagatorio. Se revelaron aspectos positivos de la percepción del profesor sobre la motivación, participación y conexión de los estudiantes con el entorno local en cada una de las sesiones.

Cada encuentro resultó apropiado y se consideran aceptables formas de enseñanza que facilitaron no solo la construcción del conocimiento sobre las malezas, sino también cubrieron las expectativas de un aprendizaje de la ciencia con indagación a profundidad, en contextos reales y de alta calidad.

El aprendizaje con indagación se puede proyectar como un aprendizaje muy activo y de gran espectro, en donde todos podemos encontrar un equilibrio entre una buena cantidad de contenidos y actividades prácticas vinculadas a nuestro entorno inmediato.

### **Futuras líneas de investigación**

Los resultados del presente trabajo demostraron la eficacia de adoptar una metodología de enseñanza y aprendizaje basada en la indagación científica, lo cual se reflejó en la dinámica de un aprendizaje activo practicado en escenarios naturales y vinculado fácilmente con el trabajo de investigación en una línea de generación y aplicación del conocimiento biológico, con particular enfoque en la ecología vegetal. Por lo antes expuesto,

se tiene el interés de continuar documentando las respuestas de poner en marcha esta metodología indagatoria en futuras ofertas educativas de cursos de formación integral en las ciencias biológicas. Se espera dar cobertura a otras etapas de este proyecto de investigación educativa que pretenden motivar una permanente innovación en los procesos de enseñanza y aprendizaje de las ciencias biológicas, lograr una docencia más reflexiva y conectada con el entorno natural, enriquecida con los avances del trabajo de investigación en ecología vegetal.

## Referencias

- Allen, J. B., Barker, L. N. & Ramsden, J. H. (1986). Guided inquiry laboratory. *Journal of Chemical Education*, 63, 533-534.
- American association for the advancement of science/benchmarks for science literacy. Recuperada de <http://project2061.aas.org/tools/benchol/bolframe.html>
- Bakkenes, I., Vermunt, J. D. & Wubbels, T. (2010). Teacher learning in the context of educational innovation: learning activities and learning outcomes of experienced teachers. *Learning and Instruction*, 20(6), 533-548.
- Ballantyne, R. & Packer, J. (2002). Nature-based excursions: school students' perceptions of learning in natural environments. *International Research in Geographical and Environmental Education*, 11(3), 218-236.
- Ballantyne, R. & Packer, J. (2006). Promoting learning for sustainability: Principals' perceptions of the role of outdoor and environmental education centres. *Australian Journal of Environmental Education*, 22, 1-15.
- Ballantyne, R. Anderson, D. & Packer, J. (2010). Exploring the impact of integrated fieldwork, reflective and metacognitive experiences on student environmental learning outcomes. *Australian Journal of Environmental Education*, 26, 47-64.
- Bourne, B. (2000). *Taking inquiry outdoors: reading, writing, and science beyond the classroom walls*. Stenhouse Publishers.
- Bruck, L. B., Bretz, S. L. & Towns, M. H. (2008). Characterizing the level of inquiry in the undergraduate laboratory. *Journal of College Science Teaching*, 38(1), 52-58.
- Burnett, J. R. (1995). *Small group interaction among senior science students during field instruction at a marine park* [unpublished doctoral dissertation]. Queensland University of Technology.

- Burnett, J., Lucas, K. B. & Dooley, J. H. (1996). Small group behavior in a novel field environment: senior science students visit a marine theme park. *Australian Science Teachers' Journal*, 42(4), 59-64.
- Chin, C. (2007). Teacher questioning in science classrooms: Approaches that stimulate productive thinking. *Journal of Research in Science Teaching*, 44, 815-843.
- Concept to classroom: inquiry-based learning. Recuperada de <http://www.thirteen.org/wnetschool/concept2class/month6/>
- Cox-Petersen, A., Marsh, D. D., Kisiel, J. & Melber, L. M. (2003). An investigation of guided school tours, student learning, and science reform: Recommendations at a Museum of Natural History. *Journal of Research in Science Teaching*, 40, 200-218.
- Department for Education and Skills. (2006). *Learning Outside the Classroom Manifesto*. DfES Publications.
- DeWitt, J. & Storksdieck, M. (2008). A short review of school field trips: Key findings from the past and implications for the future. *Visitor Studies*, 11(2), 181-197.
- Dierking, L. D. & Falk, J. H. (1997). School field trips: assessing their long-term impact. *Curator*, 40(3), 211-218.
- Dillon, J., Morris, M., O'Donnell, L, Reid, A., Rickinson, M. & Scott, W. (2005). *Engaging and learning with the outdoors-the final report of the outdoor classroom in a rural context action research Project*. National Foundation for Educational Research.
- Dillon, J. (2007). Researching science learning outside the classroom. *Journal of the Korean Association for Research in Science Education*, 27(6), 519-528.
- Dillon, J. & Dickie, I. (2012). *Learning in the natural environment: Review of social and economic benefits and barriers*. Natural England Commissioned Reports.
- Eaton, D. (1998). Cognitive and affective learning in outdoor education. *Dissertation Abstracts International-Section A: Humanities and Social Sciences*, 60, 10-A.
- Inquiry descriptions. Recuperada de <http://www.exploratorium.edu/ifi/resources/inquirydesc.html>
- Johnson, D.W., Johnson, R. T. & Smith, K. (1991). *Active learning: Cooperation in the college classroom*. Interaction.
- Learning models and learning community. Recuperada de [http://www.eiu.edu/~scienced/5660/gotta/G-4\\_R-3.html](http://www.eiu.edu/~scienced/5660/gotta/G-4_R-3.html)

- Léna, P. (2009). Europe Rethinks Education. *Science*, 326(5952), 501. DOI: 10.1126/science.1175130
- López-Zamora, I. (2017). Usando los ambientes naturales para el aprendizaje. En M. E. Ramírez Lara & F. Santillán Campos (eds.), *Usos e Impactos de la investigación educativa* (pp. 165-176). Editorial Centro de Estudios e Investigaciones para el Desarrollo Docente (CENID).
- López-Zamora, I. (2018). Promoviendo el aprendizaje activo en una visita de campo. *CTES. Revista sobre tecnología, educación y sociedad*, 5(9), 1-21.
- Martin, W. W., Falk, J. H. & Balling, J. D. (1981). Environmental effects on learning: the outdoor field trip. *Science Education*, 65(3), 301-309.
- Mid-Continent research for education and learning. Recuperada de <https://www.mcrel.org/>
- National Research Council (NRC). (2000a). *How people learn: Brain, mind, experience, and school*. National Academy Press.
- National Research Council (NRC). (2000b). *Inquiry and the national science education standards: a guide for teaching and learning*. National Academy Press.
- Openshaw, P. H. & Whittle, S. J. (1993). Ecological field teaching: how can it be made more effective? *Journal of Biological Education*, 27(1), 58-66.
- Osborne, J. & Dillon, J. (2008). *Science Education in Europe: Critical reflections, a report to the Nuffield Foundation*. Nuffield Foundation.
- Prince, M. (2004). Does active learning work? A review of the research. *Journal of Engineering Education*, 93, 223-231.
- Rocard, M., Csermely, P., Jorde, D., Lenzen, D., Walberg-Henriksson, H. & Hemmo, V. (2007). *Science education now: A renewed Pedagogy for the future of Europe*. Report EU22-845.
- Rossman, A. D. (1993). Managing Hands-on Inquiry. *Science and children*, 31(1), 35-37.
- Russell, C. B. & Weaver, G. C. (2011). A comparative study of traditional, inquiry-based, and research-based laboratory curricula: Impacts on understanding of the nature of science. *Chemistry Education Research and Practice*, 12, 57-67.
- Sivan, A., Leung, R. W., Woon, C. & Kember, D. (2000). An implementation of active learning and its effect on the quality of student learning. *Innovation in Education and Training International*, 37, 381-389.

Weaver, G. C., Russell, C. B. & Wink, D. J. (2008). Inquiry-based and research-based laboratory pedagogies in undergraduate science. *Nature Chemical Biology*, 4, 577-580.