

# La indagación científica como estrategia docente en la búsqueda de la colaboración

*Scientific inquiry as a teaching strategy to search for collaboration*

**Isabel López Zamora**  
Universidad Veracruzana  
[ilopez@uv.mx](mailto:ilopez@uv.mx)

## Resumen

El presente estudio aborda algunos aspectos del aprendizaje basado en la indagación que genera una auténtica colaboración científica entre los estudiantes que llevan a cabo actividades de aprendizaje ejecutadas con orientación indagatoria dentro y fuera del aula de clases. Con la adopción de este aprendizaje se enfatiza la naturaleza activa de la participación del estudiante, y su asociación con un aprendizaje interactivo y una instrucción experimental y basada en la actividad. Las evidencias demuestran que la instrucción orientada en la indagación involucra y conecta más fácilmente a los estudiantes con la propia naturaleza indagatoria de la ciencia, despierta su interés por aprender a hacer ciencia, y mejora su entendimiento de los contenidos de ciencia. Se logra crear un escenario de aprendizaje colaborativo en donde los estudiantes libremente entablan conversaciones académicamente productivas, formulan explicaciones a partir de la evidencia que ellos mismos colectan en la ejecución de sus actividades y proyectos de aprendizaje, abordan preguntas y problemáticas del mundo real, evalúan sus explicaciones reflejando un entendimiento con profundidad, argumentan y justifican sus explicaciones propuestas y son capaces de comunicar claramente sus ideas y descubrimientos siempre basándose en su evidencia. Se logra un aprendizaje de descubrimiento que hace partícipe al estudiante en el desarrollo de su conocimiento.

**Palabras clave:** indagación científica, aprendizaje basado en indagación, colaboración, aprendizaje por descubrimiento.

### Abstract

This study addresses some aspects of inquiry-based learning that generates a genuine scientific collaboration among students who carry out learning activities executed with investigatory orientation inside and outside the classroom. With the adoption of this learning the active nature of student participation and their association is emphasized with an interactive learning and experimental activity-based instruction. Evidence shows that inquiry-oriented instruction and involves more easily connects students with the investigative nature of science itself, arouses their interest in learning to do science, and improve their understanding of science content. It manages to create a scenario of collaborative learning where students freely engage academically productive discussions, formulate explanations from evidence that they collected in the execution of their activities and learning projects, addressing questions and problems of the real world, assess their explanations reflecting an understanding with depth, argue and justify their proposed explanations and are able to clearly communicate their ideas and discoveries always based on his evidence. discovery learning that engages the student in the development of knowledge is achieved.

**Key words:** scientific inquiry, inquiry based learning, collaboration, discovery learning.

**Fecha recepción:** Mayo 2016

**Fecha aceptación:** Julio 2016

---

## Introducción

Nuestro entorno inmediato cada día nos demanda una participación e interacción dinámica con las tecnologías de la información y comunicación. La sociedad ha ido cambiando con respecto al uso de los medios, y esto sin duda ha tenido impacto sobre los docentes, quienes también han cambiado su visión sobre el aprendizaje.

Tan solo en las últimas décadas, un auténtico giro ha tomado lugar en los ámbitos de la educación. Se ha cambiado de una visión tradicional del aprendizaje, que estaba centrado en el profesor, a una visión más constructivista que está más enfocada en el aprendiz. En este contexto, el conocimiento se construye por el estudiante en una forma más activa, ya que se contempla la naturaleza de su participación y conexión a lo largo de todo el proceso de aprendizaje. Los estudiantes reestructuran su conocimiento previo con la finalidad de construir nuevo conocimiento que puede tener una aplicación inmediata en su entorno. Este abordaje del aprendizaje está estrechamente ligado con el trabajo colaborativo guiado por el facilitador y conduce al aprendizaje por descubrimiento basado en la indagación.

En este tipo de aprendizaje, los estudiantes y el facilitador trabajan en un ambiente de auténtica colaboración científica en donde ellos generan sus propias hipótesis, llevan a cabo experimentos, manipulan variables, coleccionan evidencias, analizan e interpretan datos, dan explicación a sus evidencias, generan conclusiones, integran los resultados como un conocimiento nuevo —que se obtuvo colectivamente o se construyó— y son capaces de comunicarlo de manera científica.

### *La colaboración científica y el aprendizaje*

En un escenario de aprendizaje con orientación indagatoria se genera la colaboración, y los estudiantes tienen la oportunidad de demostrar la naturaleza activa de su participación de pares y construir el conocimiento por medio de una permanente actividad de descubrimiento y experimentación. Las investigaciones educativas han detectado que el proceso de aprendizaje colaborativo tiene un enfoque de descubrimiento y está respaldado por actividades de orientación indagatoria, lo cual tiene mucha semejanza con la forma de

operar del proceso científico (Van Joolingen y De Jong, 1997; White et al., 1999; López-Zamora, 2016). Los procesos involucrados en el aprendizaje colaborativo han sido categorizados como procesos de aprendizaje transformadores y generadores de nueva información y conocimiento, entre los cuales figuran la orientación, la planeación, el monitoreo, la colecta de evidencias, la generación de ideas e hipótesis, la prueba de hipótesis, y la generación de conclusiones (De Jong y Njoo, 1992).

Sin duda, para muchos estudiantes el proceso de aprendizaje colaborativo basado en la indagación les representa un reto porque este proceso es complejo, y además tienen que enfrentar muchos aspectos de planeación previa, aplicación de protocolos, observación detallada, diseño de experimentos, planteamiento y prueba de hipótesis, acumulación de evidencias a lo largo del tiempo, ejecución de experimentos, interpretación de datos, generación de conclusiones y comunicación efectiva de sus descubrimientos. Al reconocer la dificultad sobre estos aspectos del aprendizaje colaborativo, es nuestro compromiso como facilitadores en este proceso el proporcionar todo el andamiaje necesario y quizá hasta personalizado, a todos aquellos que están participando en él y tratar de ubicar al proceso de aprendizaje en un contexto de auténtica colaboración entre los aprendices.

Con frecuencia la implementación del aprendizaje colaborativo y de descubrimiento se asocia con el uso de ambientes de aprendizaje computarizados, que resultan más adecuados para que los estudiantes involucrados puedan realizar la colecta de datos y llevar a cabo experimentos bajo simulación, de modo que puedan replicar situaciones reales en las cuales los estudiantes adquieren de forma activa la información, cuando la conducción de dichos experimentos sería imposible o de riesgo en condiciones de la vida real. Sin embargo, se puede crear el ambiente de aprendizaje requerido para apoyar las necesidades de los aprendices ya que existe una amplia gama de herramientas tecnológicas que proporcionan el respaldo adecuado al proceso de aprendizaje colaborativo, facilitando la comunicación entre los aprendices que están involucrados en actividades indagatorias y de descubrimiento respaldadas por un ambiente enriquecido tecnológicamente. La exploración complementaria de otras herramientas de comunicación, como son los e-mail, las discusiones a través de foros en línea, chat académicos y webseminars, representan formas

rápidas para comunicarse y poder reaccionar rápidamente a los mensajes, comentarios y participaciones de unos a otros, aun cuando existan las limitaciones obvias en estos canales. Esto puede tener ciertas ventajas, ya que se genera la necesidad de formular y explicar de forma más precisa los mensajes comunicados, y a su vez permitir que los involucrados se enfoquen más en su labor, quienes además pueden volver en cualquier momento a su conversación, lo cual representa la historia del proceso de aprendizaje (Baker y Lund, 1997).

### *¿Cómo apoyar el aprendizaje colaborativo?*

El aprendizaje colaborativo debe ser guiado o construido con un oportuno andamiaje para evadir problemas de interacción y poner en riesgo la calidad del proceso de aprendizaje. La guía en el proceso de aprendizaje es necesaria, y proporcionar apoyo para los procesos cognitivos resulta efectivo tanto en situaciones de aprendizaje presencial como virtual y mixto (Hoek, 1998; Van Joolingen y De Jong, 2003). Por lo tanto, brindar el andamiaje apropiado para el proceso de aprendizaje colaborativo y de descubrimiento, sin duda, mejorará el proceso de aprendizaje.

Existen dos formas bien definidas de brindar apoyo a los estudiantes en el proceso del aprendizaje colaborativo: la comunicación efectiva y el brindarles las herramientas cognitivas que respaldarán su aprendizaje.

### *Promoviendo una instrucción y comunicación efectiva*

Los resultados positivos de una instrucción clara para los estudiantes promueven una comunicación efectiva que genera una base fuerte donde se construye la colaboración y las actividades de comunicación esenciales. Los estudiantes deben ser capaces de intercambiar ideas relevantes y tomar cada idea en consideración en un ambiente de auténtica colaboración de pares. Asimismo, deben saber discutir las diferentes alternativas, buscar un punto en común o acuerdo conjunto antes de emitir cualquier decisión (Veerman et al., 2000; Baker et al., 1999; Erkens et al., 2003). Entre las diversas actividades de

comunicación esenciales en un aula colaborativa figuran el planteamiento de preguntas claras y elaboradas, preguntas de verificación, preguntas de incompreensión o en situaciones en donde es necesario identificar las diferencias entre las diferentes ideas que han sido generadas y las posibles dudas que puedan emerger, el proporcionar recursos de información de apoyo y andamiaje apropiado, la interpretación de datos, la elaboración de reportes escrito y oral, la divulgación de información en diferentes foros, las conversaciones y discusiones académicamente productivas, todo esto de forma integral resulta de gran importancia para respaldar el proceso de aprendizaje de los estudiantes. Aunado a ello, la contribución del profesor como facilitador permanente en su aprendizaje, fomentando y brindándoles una retroalimentación con análisis y evaluación, promueve el proceso de colaboración. Es importante en estas situaciones de aprendizaje colaborativo, dar una instrucción clara a todos los involucrados para que se comuniquen efectivamente, señalando que deberán compartir la misma responsabilidad para las acciones emprendidas y participar activamente en todo el proceso, desde la interacción hasta la búsqueda de solución y el planteamiento de nuevas preguntas a los problemas abordados y por emerger.

#### *Brindar herramientas cognitivas*

Además de apoyar el proceso de aprendizaje colaborativo en los estudiantes a través de la instrucción clara en la comunicación efectiva, el proceso colaborativo también puede ser apoyado al brindar algunas herramientas cognitivas que, sin duda, lo respaldan al proporcionar instrumentos enfocados en el apoyo directo de específicas tareas cognitivas o colaborativas. Las herramientas cognitivas sin entregar una instrucción, construyen los procesos y las acciones que conducen a la construcción del conocimiento y desarrollan la mente, y no solo apoyan este aprendizaje de descubrimiento, sino que también introducen apoyo para la colaboración. Las herramientas cognitivas son recursos inteligentes con los cuales el aprendiz colabora intelectualmente en la construcción del conocimiento. Algunos ejemplos de herramientas cognitivas son los recursos que apoyan la generación de hipótesis como el bloc de notas, apuntes, así como las herramientas que ayudan en el diseño de experimentos y la colecta e interpretación de datos (Lajoie et al., 2001; Reimann, 1991; Veermans et al., 2000).

La motivación es una condición necesaria para el aprendizaje y específicamente para el aprendizaje colaborativo, en donde los aprendices necesitan estar motivados para involucrarse en el propio proceso de descubrimiento del aprendizaje y conectarse a través de la interacción con sus pares. A pesar de ser reconocido que la motivación es importante cuando se trabaja de forma colaborativa (Strijbos, 2004), pocos estudios han investigado la motivación en ambientes de aprendizaje colaborativo o en ambientes de descubrimiento colaborativo (Järvela et al., 2001).

Al enfocarse en el interés personal de la adopción del aprendizaje basado en la indagación para promover el descubrimiento científico y generar la colaboración y el conocimiento como producto de dicho aprendizaje, surge la necesidad de plantearse algunas preguntas de investigación que merecen ser consideradas, así como discutir las posibles implicaciones educativas:

*1.- ¿Qué tipo de actividades de aprendizaje y de descubrimiento se podrían usar de forma integral en un ambiente de aprendizaje colaborativo y científico?*

*2.- ¿Qué tipo de apoyo específico del proceso de comunicación y de aprendizaje podría mejorar el proceso de aprendizaje colaborativo?*

*3.- ¿Cuál sería el papel de la motivación en el aprendizaje colaborativo y de descubrimiento científico?*

### *Resultados y discusión*

Enseguida se presenta una breve revisión de las actividades del curso con orientación indagatoria frecuentemente usadas en el proceso de aprendizaje colaborativo. Es muy probable que las actividades de indagación, tanto las que implican comunicación como las que son de descubrimiento, puedan coexistir en un ambiente colaborativo y estén relacionadas con los resultados positivos del aprendizaje de los estudiantes involucrados.

Las actividades de indagación científica que son realizadas en el curso promueven la colaboración, y esta a su vez tiene una influencia positiva sobre el proceso de aprendizaje y de descubrimiento. Durante su ejecución dentro y fuera del aula, los estudiantes comparten y construyen su conocimiento hacia una solución de un problema o situación real y asociada con su entorno inmediato. La colaboración generada promueve diversas acciones encaminadas al descubrimiento, al planteamiento de preguntas de investigación interesándose en saber cómo ocurre un fenómeno, a la colecta de evidencias y datos, a la interpretación de datos y generación de explicaciones de las evidencias para poder entender el efecto que dicho fenómeno puede tener sobre el sistema abordado, a la propuesta de estrategias y alternativas que pueden llegar a controlarlo o en su defecto, aminorar su impacto sobre el sitio afectado, y a la planeación y toma de decisiones basadas en sus evidencias, todo ello en un ambiente de auténtica colaboración científica en donde los participantes interactúan como pares, externando sus ideas y estando conscientes de ellas y de los procesos cognitivos, lo que conduce a la organización y afinación del conocimiento, y al final, a la extensión de dicho conocimiento (tablas 1 y 2). En un aula bajo indagación, el proceso de aprendizaje se integra con los procesos de comunicación y se convierte en un proceso de aprendizaje por descubrimiento en donde diversas habilidades de indagación científica se desarrollan y se ponen de inmediato en funcionamiento para explorar fenómenos reales, generar ideas, dar explicación al planteamiento de nuevas preguntas de investigación, argumentar y verificar la información y las evidencias obtenidas, y así poder contribuir a la construcción colectiva del conocimiento.



Tabla 1. Representación de las actividades indagatorias que promueven la colaboración en el proceso de aprendizaje y descubrimiento.

| <b>Procesos de aprendizaje-descubrimiento y actividades</b>   | <b>Algunos ejemplos de las actividades ejecutadas por los estudiantes</b>   |
|---|---|
| <p><b>Orientación</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Observar ejemplares vivos de plantas invasoras</li> <li>• Identificar características ecológicas de las plantas invasoras</li> <li>• Desarrollo y entendimiento conceptual: elaborar una definición propia de lo que es una planta invasora</li> <li>• Reconocer el sitio de invasión</li> <li>• Colectar datos y evidencias</li> <li>• Interpretar datos y evidencias</li> <li>• Registro fotográfico del sitio invadido</li> <li>• Elaborar esquemas de las plantas invasoras</li> </ul> | <p><i>Nombre: “¿Cuándo una rosa no es una rosa?”</i></p> <p><i>Nombre: “Conociendo de cerca a las especies de plantas invasoras”</i></p>  |
| <p><b>Generación de hipótesis</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Describir y reconocer disturbios, factores intrínsecos y extrínsecos, trayectorias de introducción, actividades humanas en el sitio de invasión</li> <li>• Pensar en estrategias/alternativas</li> <li>• Proponer una respuesta viable</li> <li>• Argumentación</li> <li>• Formular hipótesis de trabajo</li> </ul>  | <p><i>Nombre: “Monitoreo de los impactos de la invasión”</i><br/> <i>Historia de invasión I.</i><br/> <i>Historia de invasión II.</i></p> |
| <p><b>Prueba de hipótesis</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Diseño experimental</li> <li>• Predicciones sobre la invasión y su control</li> <li>• Colecta de datos</li> <li>• Evidencias fotográficas del sitio invadido</li> <li>• Verificación de información acumulada sobre el monitoreo de la invasión</li> </ul>   | <p><i>Nombre: “Monitoreo de los impactos de la invasión”</i><br/> <i>Historia de invasión I.</i><br/> <i>Historia de invasión II.</i></p> |
| <p><b>Conclusión</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Interpretar datos, gráficas, registros fotográficos</li> <li>• Rechazo/aceptación de hipótesis</li> <li>• Generación de conclusiones</li> </ul>   | <p><i>Nombre: “Monitoreo e historias de los impactos de la invasión”</i><br/> <i>Historias de invasión I y II.</i></p>                    |
| <p><i>(Las subcategorías que aparecen dentro de los procesos generales de aprendizaje son las actividades indagatorias).</i></p>  |   |

Tabla 2. Representación de las actividades de comunicación incorporadas en el proceso de aprendizaje basado en la indagación.

| <b>Actividades de comunicación</b>  | <b>Algunos ejemplos de las actividades indagatorias ejecutadas por los estudiantes</b>  |
|---|---|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• Informativas</li> </ul>  | <p>Nombre: “¿Cuándo una rosa no es una rosa?”</p> <p>“Pienso que la respuesta es aquella planta que crece en un lugar no deseado y que causa algún daño a otras”</p>  |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• Argumentativas</li> </ul>  | <p>Nombre: “Conociendo de cerca a las especies de plantas invasoras”</p> <p>“Porque cuando una planta crece fuera de control puede convertirse en invasora y causar impactos negativos”</p>   |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• Evaluativas</li> </ul>   | <p>Nombre: “Conociendo de cerca a las especies de plantas invasoras”</p> <p>“¿Su presencia en el sitio es muy dominante!”</p>   |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• Producen respuesta:</li> <li>• solicitar respuesta de otros</li> <li>• verificación</li> <li>• críticas</li> </ul> | <p>Nombre: “Monitoreo e historias de los impactos de la invasión” Historias de invasión I y II.</p> <p>“¿Qué piensas acerca de esta pregunta?”</p> <p>“¿También piensas que la invasión es abundante?”</p> <p>“¿Realmente piensas eso?”</p> |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• Responsivas</li> </ul>   | <p>Nombre: “Monitoreo e historias de los impactos de la invasión” Historias de invasión I y II.</p> <p>Responde a una pregunta</p>  |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• Confirmación/aceptación</li> </ul>   | <p>Nombre: “Monitoreo e historias de los impactos de la invasión” Historias de invasión I y II.</p> <p>“Sí, estoy de acuerdo”</p>   |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• Directivas</li> </ul>  | <p>Nombre: “Monitoreo e historias de los impactos de la invasión” Historias de invasión I y II.</p> <p>“Prueba la otra opción/estrategia”</p>   |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• Técnicas</li> </ul>  | <p>Nombre: “Monitoreo e historias de los impactos de la invasión” Historias de invasión I y II.</p> <p>“¿Podrías identificar a este pasto invasor?”</p>   |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• No relacionadas directamente con la sesión de clase</li> </ul>   | <p>“Ayer en el trayecto hacia la facultad, observé una planta que no estoy seguro si es una maleza invasora”</p>  |

Conforme la colaboración impulsa a los estudiantes para que estructuren su pensamiento y elaboren sus propias ideas como parte de la comunicación, se puede asumir que dado que los estudiantes en un aprendizaje colaborativo buscan una forma afín de trabajo en grupo, ellos hacen más explícitos los procesos de aprendizaje y descubrimiento, por lo cual se esperaría una contribución positiva a estos. En un estudio realizado por Okada y Simon (1997), se comparó el trabajo individual con el de pares en un ambiente de aprendizaje y descubrimiento. Sus hallazgos indican que los pares se desempeñaron mejor que los que realizaron el trabajo individualmente, porque los pares utilizaron actividades explicativas, como la generación de hipótesis y el desarrollo de ideas alternativas con mayor frecuencia que los individuales. Estas actividades fueron efectivas para el proceso de aprendizaje y descubrimiento solo cuando los involucrados llevaron a cabo experimentación, lo que hace suponer que las actividades de comunicación en colaboración contribuirán al descubrimiento del aprendizaje. En otros estudios similares, los investigadores concluyeron que las razones por las cuales el rendimiento y la ejecución de las actividades de aprendizaje fueron mejores en el trabajo desarrollado en pares, podrían estar asociadas con la interacción entre pares y, más aún, con la presencia de pares (Whitelock et al., 1995). Los pares, comparados con los individuos, adoptan un abordaje de predicción, observación, explicación y comparten sus significados, lo cual podría conducir a mejores resultados de aprendizaje. La presencia de pares podría haber tenido un efecto motivacional y la ansiedad pudo haber sido disminuida debido al trabajo y responsabilidad conjunta de pares.

Estos descubrimientos nos indican que existen suficientes consideraciones teóricas y prácticas que respaldan la estrecha relación que se da entre el proceso de comunicación y el de descubrimiento en un ambiente genuino de aprendizaje, y de su mutuo apoyo, sin dejar fuera los diversos aspectos benéficos que brinda la colaboración y que también ejercen influencia en el aprendizaje (tabla 3). Lo anterior se puede entender mejor si nos detenemos a pensar en lo que experimentamos cuando se participa en la argumentación que se genera durante una parte del proceso de descubrimiento, y en donde se desarrollan hipótesis, y el ambiente de aprendizaje nos emite los avisos para que los estudiantes inicien el intercambio de sus argumentos. Esta sería una forma de incluir el andamiaje comunicativo dentro del

ambiente de aprendizaje y usarlo oportunamente para respaldar su propio proceso de aprendizaje y descubrimiento.

La tabla 3 muestra claramente las posibles relaciones que se dan entre los aspectos de la colaboración y el descubrimiento en un ambiente de aprendizaje que incluye la ejecución de varias actividades de comunicación que están ligadas a las propias actividades con orientación indagatoria. De esa manera se brinda la evidencia para visualizar la estrecha asociación entre la colaboración y el descubrimiento en un ambiente de aprendizaje basado en la indagación científica.

Tabla 3. Representación del proceso de aprendizaje y descubrimiento con la asignación del andamiaje comunicativo y actividades de comunicación correspondientes.

| <b>Procesos de aprendizaje-descubrimiento y actividades indagatorias</b>   | <b>Andamiaje Comunicativo</b>  | <b>Actividades de Comunicación</b>  |
|--|--|---|
| <p><b>Orientación</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Observar ejemplares vivos de plantas invasoras.</li> <li>• Identificar características ecológicas de las plantas invasoras.</li> <li>• Colectar datos y evidencias.</li> <li>• Interpretar datos y evidencias.</li> </ul>   | <p>Construir una plataforma común.</p>                                       | <p>Informativas</p> <p>Producen respuesta:<br/>solicitar respuesta de otros</p> <p>verificación</p> <p>críticas</p>                                 |
| <p><b>Generación de hipótesis</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Describir y reconocer disturbios, factores intrínsecos y extrínsecos, trayectorias de introducción, actividades humanas en el sitio de invasión.</li> <li>• Pensar en estrategias/alternativas.</li> <li>• Proponer respuestas.</li> <li>• Formular hipótesis.</li> </ul> | <p>Intercambiar ideas</p> <p>Argumentar</p> <p>Establecer ideas en común</p> | <p>Argumentativas</p> <p>Producen respuesta:<br/>solicitar respuesta a otros</p> <p>verificación</p> <p>críticas</p> <p>Informativas</p>            |
| <p><b>Prueba de hipótesis</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Diseño experimental</li> <li>• Predicciones sobre la invasión y su control</li> <li>• Colecta de datos</li> </ul>   | <p>Ejecución (prueba)</p> <p>Acuerdo en diseño</p>                           | <p>Directivas</p> <p>Informativas</p>   |
| <p><b>Conclusión</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Interpretar datos, gráficas, registros fotográficos.</li> <li>• Rechazo/aceptación de hipótesis</li> <li>• Conclusiones</li> </ul>   | <p>Establecer conclusiones en común.</p>                                     | <p>Argumentativas</p> <p>Producen respuesta:<br/>solicitar respuesta a otros</p> <p>verificación</p> <p>críticas</p> <p>Confirmación/Aceptación</p> |

## **Conclusión**

Los estudiantes se involucran con mucho entusiasmo en el proceso de obtención de evidencias y colecta de datos en campo, y así construyen su propio conocimiento con estas fuentes de información. El progreso podría explicarse en términos de su previo conocimiento, pero también atribuirse a los procesos de comunicación y descubrimiento que toman lugar mientras ellos ejecutaron actividades indagatorias y aprendieron como verdaderos científicos en un ambiente de auténtica colaboración de pares. Estas evidencias nos indican, sin lugar a dudas, la contribución significativa de la comunicación a los procesos de aprendizaje y descubrimiento explorados. Las diferentes formas de comunicación, el andamiaje proporcionado y los tipos de descubrimiento pueden haber generado diversas relaciones entre los involucrados en las actividades de aprendizaje, cuyo análisis puede profundizarse en otra etapa del estudio para respaldar estos descubrimientos preliminares. Sin embargo, en esta etapa se ha podido visualizar a la comunicación como promotora de las habilidades de elaboración de ideas, la explicación de evidencias, lo que sin duda conduce a la organización y afinamiento del conocimiento y a la extensión de este con una aplicación inmediata en su entorno. Es muy probable que las diversas actividades de comunicación, junto con el apoyo comunicativo oportuno, puedan co-ocurrir con varias de las actividades de aprendizaje y descubrimiento basadas en la indagación científica y de esa manera generar una buena colaboración de pares.

La esperada co-ocurrencia de las actividades de aprendizaje-descubrimiento y las de comunicación (como se mostró en la consulta de las previas tablas), genera evidencias muy positivas que se reflejan en el rendimiento de los estudiantes involucrados. La comunicación cubre en gran medida ciertas funciones en el proceso de descubrimiento e indagación científica, entre las cuales figuran la fundamentación, el intercambio de información, el establecimiento y argumentación de ideas en común, etcétera, y más aún, estas actividades de comunicación están claramente alineadas con varias de las actividades de transformación del proceso de aprendizaje y descubrimiento científico.

Asimismo, es evidente la estrecha correlación entre el desarrollo de sus habilidades de argumentación y de interpretación de datos y evidencias colectadas en actividades de monitoreo de invasión a lo largo del proceso de investigación. Esto nos revela que como parte del proceso de descubrimiento, los estudiantes ya son capaces de argumentar sobre los datos que han venido colectando a lo largo de sus monitoreos de campo, como ocurrió, por ejemplo, con datos sobre densidad de plantas invasoras colectados en una forma que difiere de la hipótesis de trabajo que plantearon previamente en su investigación.

La exposición de los estudiantes a un ambiente de aprendizaje basado en la indagación, la comunicación auténtica y la colaboración de pares, contribuye potencialmente a la cimentación de su conocimiento, tan requerido en el proceso de aprendizaje y descubrimiento. Esto se comprueba en la colecta en campo de sus datos y evidencias sobre plantas invasoras, y a lo largo de su trayectoria, para generar, probar hipótesis de trabajo y, finalmente, ejecutar actividades argumentativas que generen respuesta y aceptación para establecer acuerdos en sus conclusiones con respecto a sus hipótesis, siempre basadas en evidencia.

## Bibliografía

- Baker, M. J. & Lund, K. (1997). Promoting reflective interactions in a CSCL environment. *Journal of Computer Assisted Learning*, 13, 175-193.
- Baker, M. J., Hansen, T., Joiner, T. & Traum, D. (1999). The role of grounding in collaborative learning tasks. In P. Dillenbourg (Eds.), *Collaborative learning: Cognitive and computational approaches*, (pp. 31-63). Amsterdam: Pergamon / Elsevier Science.
- De Jong, T., & Njoo, M. (1992). Learning and instruction with computer simulations: Learning processes involved. In E. De Corte, M. Linn, H. Mandl & L. Verschaffel (Eds.), *Computer-based learning environments and problem solving* (pp. 411-429). Berlin: Springer-Verlag.
- Erkens, G., Andriessen, J. E. B., & Peters, N. (2003). Interaction and performance in computer supported collaborative tasks. In H. Van Oostendorp (Eds.), *Cognition in a digital world* (225-251). Mahwah, NJ: Erlbaum.
- Hoek, D. J. (1998). Social and cognitive strategies in cooperative groups: Effects of strategy instruction in secondary mathematics. Unpublished doctoral dissertation, University of Amsterdam, Amsterdam, The Netherlands.
- Järvelä, S., Rahikainen, M., & Lehtinen, E. (2001, August). Meaningful participation in a process of computer-supported inquiry: The analyses of students' motivational involvement. Paper presented at the 9th European conference for Research on Learning and Instruction, Freiburg, Switzerland.
- Lajoie, S. P., Lavigne, N. C., Guerrero, C., & Munsie, S. (2001). Constructing knowledge in the context of BioWorld. *Instructional Science*, 29 (2), 155-186.



- López-Zamora, I. (2016). Creando un aula colaborativa. *Revista Iberoamericana de Producción Académica y Gestión Educativa (PAG)* 4, 1-14.
- Okada, T., & Simon, H. A. (1997). Collaborative discovery in a scientific domain. *Cognitive Science*, 21 (2), 109-146.
- Reimann, P. (1991). Detecting functional relations in a computerized discovery environment. *Learning & Instruction*, 1, 45-65.
- Strijbos, J. (2004). The effect of roles on computer-supported collaborative learning. Unpublished Doctoral dissertation, Open University, Heerlen, The Netherlands.
- Van Joolingen, W. R., & De Jong, T. (1997). An extended dual search space model of learning with computer simulations. *Instructional Science*, 25, 307-346.
- Van Joolingen, W. R. & De Jong, T. (2003). SimQuest, authoring educational simulations. In T. Murray, S. Blessing, S. Ainsworth (Eds.), *Authoring Tools for Advanced Technology Learning Environments: Toward cost-effective adaptive, interactive, and intelligent educational software* (pp. 1-31). Dordrecht, Kluwer.
- Veerman, A. L., Andriessen, J. E. B. & Kanselaar, G. (2000). Learning through synchronous electronic discussion. *Computers & Education* 34, 269-290.
- Whitelock, D., Scanlon, E., Taylor, J., & O'Shea, T. (1995). Computer Support for Pupils Collaborating: A Case Study on Collisions. Paper presented at CSCL '95 (Computer Support for Collaborative Learning), Bloomington, Indiana, pp. 380-384.

White, B. Y., Shimoda, T. A., & Frederiksen, J. R. (1999). Enabling students to construct theories of collaborative inquiry and reflective learning: Computer support for metacognitive development. *International Journal of Artificial Intelligence and Education*, 10, 151-182.