

INDAGACIÓN CIENTÍFICA PARA LA ENSEÑANZA EN LABORATORIOS DE ECOLOGÍA: CÓMO EL DOMINIO AFECTIVO MEJORA EL APRENDIZAJE

SCIENTIFIC INQUIRY FOR TEACHING IN LABORATORIES OF ECOLOGY: HOW THE AFFECTIVE DOMAIN IMPROVE LEARNIG.

M. Catalina Sabando¹, Antonio Said¹, Elba Acevedo¹, Karin Maldonado[†]

Resumen

Las experiencias de los estudiantes durante la formación inicial docente pueden influir en su conceptualización de la ciencia, producto que los expertos de las disciplinas tienen creencias, actitudes y emociones particulares sobre la ciencia que a menudo están ausentes en los estudiantes de pregrado. El propósito de este trabajo fue la implementación de la metodología basada en indagación durante las actividades prácticas, como estrategias y técnicas de enseñanza orientada a mejorar la participación de los estudiantes en actividades que comprometan su dimensión afectiva y generen un mayor rendimiento académico a nivel de las habilidades cognitivas superiores. Los resultados de la metodología basada en indagación en estudiantes del curso de Ecología de Comunidades de la carrera de Pedagogía en Biología de la Universidad Metropolitana de Ciencias de la Educación (UMCE), presentaron un aumento significativo en el rendimiento académico, en comparación de los estudiantes que se les aplicó una metodología tradicional de enseñanza de las ciencias. En relación a las habilidades cognitivas el grupo de estudiantes a los cuales se les aplicó la metodología indagatoria mostraron un aumento en el rendimiento de las habilidades cognitivas superiores como el evaluar y el crear. Además, de un desarrollo a nivel de actitudes en las ciencias ecológicas como la capacidad del pensamiento crítico, el compromiso e interés por la ciencia.

Palabras Clave: indagación, dominio afectivo, formación inicial docente, enseñanza de la ecología.

Abstract

The experiences of students during initial teaching can influence their conceptualization of science, a product that the experts of the disciplines have particular beliefs, attitudes and emotions about science that are often absent in undergraduate students. The purpose of this work was the implementation of methodology based on inquiry during practical activities, to involve the affective domain and generate a better academic performance at the level of cognitive skill. The results of the inquiry-based methodology on research in students of the Ecology of Communities course of the Biology Pedagogy Career of the Metropolitan University of Education Sciences (UMCE), presented a significant increase in the academic performance compared to the students that had a traditional methodology of science education. In relation to cognitive skill, the group of students with inquiry showed a better performance in the improvement of cognitive abilities such as evaluating and creating. In addition, there was the development of the critical thinking capacity, commitment and interest in science.

Keywords: inquiry, affective domain, initial teacher training, teaching of ecology.

¹ Departamento de Biología, Universidad Metropolitana de Ciencias de la Educación (UMCE), Santiago, Chile.

[†] Departamento Ciencias Ecológicas, Universidad de Chile, Santiago, Chile.

Correspondencia: María Catalina Sabando, Departamento de Biología, Universidad Metropolitana de Ciencias de la Educación, Ñuñoa, Santiago, Chile.
E-mail: m_catalina.sabando@umce.cl

Introducción

En el aspecto educativo se señala que una educación de calidad, permite a los ciudadanos comprender la realidad y consecuentemente tomar decisiones de manera informada dentro de un contexto social, lo que se logra con una adecuada educación científica (Chu, Reynolds, Tavares, Notari y Lee, 2016; Macedo, 2016). La evaluación PISA para Chile detectó que los estudiantes no alcanzaron el desempeño de los países pertenecientes a la OCDE, con ingreso similares en el área de las ciencias (OECD, 2016). Además, los estudiantes no desarrollaron habilidades de nivel superior, como es crear modelos conceptuales, para explicar los fenómenos de la naturaleza (González, Martínez, Martínez, Cuevas y Muñoz, 2009; OECD, 2016). Los nuevos lineamientos en la educación científica son aplicar estrategias y técnicas innovadoras que fomenten la motivación, la creatividad, la racionalidad, entre otras (González-Weil et al., 2009; Cofré et al., 2010; Sabando, Maldonado, Acevedo y Said, 2017). Para alcanzar estos objetivos, es fundamental enfocar los esfuerzos en la formación inicial docente, lo que implica una profunda revisión de los contenidos disciplinares, sin embargo, estos deben estar acompañados con innovaciones didácticas que permitan el logro de los objetivos de aprendizaje en la enseñanza de las ciencias (Hurtado, 2014; Lin, Lin y Tsai, 2014; Sabando et al., 2017). Lamentablemente, en las universidades chilenas que imparten pedagogía en el área de las ciencias básicas, la formación en didáctica es poco representativa en comparación con asignaturas impartidas en el área disciplinar de la biología, química o física (Cofré et al., 2010). Bajo estos antecedentes la realidad nacional está muy lejos de su declaración que se basa en los enfoques internacionales, donde se expone una formación por competencias con una orientación de múltiples interacciones, donde los estudiantes puedan ser agentes activos de su proceso de aprendizaje, con un docente-guía que promueve la adquisición de un aprendizaje significativo y un pensamiento crítico-reflexivo (Lueddeke, 1999; Anderson, 2002; Gil-Pérez et al., 2002; Abd-El-Khalick et al., 2004; Labudde, 2008; Duran y Dokme, 2016).

En la enseñanza de la ciencia, la metodología basada en indagación plantea preguntas acerca de la naturaleza de las ciencias, involucrándose activamente en el quehacer científico promoviendo aspectos como: el interés de los estudiantes en las disciplinas, el uso de técnicas de laboratorio adecuadas para recolectar evidencia, la resolución de problemas usando evidencia, motivar la realización de estudios adicionales y la generación de explicaciones sobre la base de evidencias científicas (NRC, 2000; Secker, 2002; Sabando et al., 2017). De esta manera, fomenta la participación de los estudiantes en la generación de su propio aprendizaje, teniendo en

consideración el contexto social particular donde este proceso se desarrolla.

Es importante señalar que la interacción social es un punto medular en el aprendizaje, debido a que el desarrollo intelectual está íntimamente ligado al medio social donde se desenvuelven las personas. Por tanto, los docentes como agentes mediadores de la cultura socialmente construida, pueden repensar sus prácticas pedagógicas cotidianas y orientarlas hacia la participación del estudiante en actividades que comprometan sus valores, cognición, voluntad y motivación (Vigotsky, 2000). En este contexto, la motivación puede ser fundamental, ya sea de manera directa moderando el efecto en la enseñanza sobre el estudiante o, de manera indirecta influyendo sobre otras variables en el proceso educativo (Weiner, 1990). Estudios muestran la intrincada conexión entre cogniciones y emociones, y en consecuencia, la influencia mutua entre el área afectiva y el aprendizaje. El aprendizaje, lo cognitivo (hechos, conceptos, teorías) y el pensamiento racional no pueden separarse de los afectos (creencias, actitudes, emociones) porque todos ellos interactúan intrínsecamente (Damasio, 2005). Investigaciones en didáctica de las ciencias y de las matemáticas, se han centrado en la incorporación del dominio afectivo o las emociones mostrando su importancia en el proceso de aprendizaje (Gil, Blanco y Guerrero, 2005; Brígido, Bermejo, Conde y Mellado 2010). Esta dimensión afectiva incorpora diversos tipos de variables, tales como: motivación, actitudes, creencias, apreciaciones, preferencias, emociones y valores (Krathwohl, Bloom y Masia, 1973), que reflejan aspectos y rasgos personales a tomar en consideración en el proceso educativo.

El socio-constructivismo, con su marco teórico en las últimas décadas desde la didáctica de las ciencias, se está acercado al dominio afectivo de las emociones. Estudios han mostrado que, las emociones como docentes hacia una materia se corresponden con el recuerdo de sus emociones hacia esa misma materia cuando ellos eran estudiantes (Brígido et al., 2010; Brígido, Borrachero, Bermejo y Mellado, 2013). Consecuentemente, desde una perspectiva sociocultural de la didáctica de las ciencias, en el aprendizaje de las ciencias “las emociones actúan como un pegamento social que interconecta intereses y acciones individuales y colectivas” (Tobin, 2010). También, se ha reportado que los estados emocionales positivos favorecen el aprendizaje de las ciencias y el compromiso de los estudiantes como aprendices activos, mientras que los emocionales negativos limitan la capacidad de aprender (Mellado et al., 2014). Para ello, se hace necesario que durante la formación inicial docente los estudiantes experimenten un conjunto de estrategias innovadoras de enseñanza-aprendizaje en las diversas disciplinas científicas de su carrera, entre las cuales

puedan incorporar el dominio afectivo, como es el caso de la enseñanza de las ciencias basada en indagación.

La aplicación en Chile de la metodología basada en la indagación en los distintos tipos establecimientos educacionales es escasa, sin embargo, los pocos registros publicados la declaran como exitosa (González et al., 2009; Sabando et al., 2017). En este contexto, es fundamental su extensión a las aulas universitarias, en distintos escenarios de enseñanza y en especial en la formación inicial docente. Por esta razón, esta investigación apuntó a mejorar el rendimiento académico a nivel de habilidades superiores de estudiantes de pedagogía en biología, a través de laboratorios de Ciencias Ecológicas basado en indagación y comparar cuantitativamente el efecto de la enseñanza de las ciencias usando la metodología indagatoria versus la metodología tradicional. Al mismo tiempo, se evaluó a nivel cualitativo el dominio afectivo, a través, de observaciones a los estudiantes en las actividades prácticas y salida de campo, para evidenciar si existen conglomerados de similitud en las categorías de las creencias, actitudes y emociones; cuando se aplica la metodología de indagación que utiliza el contexto social y que involucra una participación activa de los estudiantes versus la metodología tradicional de la enseñanza de las ciencias.

Metodología

Esta investigación se desarrolló en las actividades prácticas del curso Ecología de Comunidades correspondiente al octavo semestre de los futuros docentes de la carrera de Pedagogía en Biología y Ciencias Naturales de la Universidad Metropolitana de Ciencias de la Educación. Para la realización de este trabajo se diseñaron sesiones prácticas de enseñanza de ciencias ecológicas basadas en la metodología de indagación y sesiones fundamentadas en la metodología tradicional de la enseñanza de las ciencias, para contrastar entre estos

dos grupos de estudiantes su rendimiento académico y sus habilidades cognitivas. Se debe señalar que las dos metodologías contemplaron el uso de tecnologías de la información, como una manera de fortalecer el contenido disciplinar y pedagógico, posibilitando un impacto en la formación inicial docente. En la etapa final se realizaron tres sesiones transversales, con un equipo interdisciplinar donde se analizó la diversidad biológica desde la genética al ecosistema y una salida de campo, para los dos grupos en estudio. En esta etapa se construyó una matriz de contingencia cualitativa con las observaciones registradas de las creencias, actitudes y emociones de los estudiantes, para ver la relación de la metodología indagatoria con el dominio afectivo.

Para evaluar el efecto de los tipos de metodologías en el proceso de enseñanza de las ciencias en los niveles cognitivo y afectivo, se aplicó una evaluación previa, con la finalidad de evidenciar el desempeño inicial de los estudiantes que ingresaron al curso y separar dos grupos de estudiantes homogéneos con igual variedad de habilidades cognitivas iniciales sin sesgar *a priori* el trabajo de estudio. Tras obtener los resultados, el curso fue dividido en dos grupos iguales, aplicando a un grupo la enseñanza tradicional en ciencias, grupo control (C) versus un grupo con metodología indagatoria, grupo experimental (E), en la realización de las actividades prácticas (Fig. 1 A y B).

La finalidad fue determinar si existen diferencias significativas entre los estudiantes de los grupos con la enseñanza tradicional en ciencias y de indagación, respecto al desempeño final de sus evaluaciones obtenidas en el curso de Ecología de Comunidades. Se compararon las evaluaciones obteniendo una matriz de similitud por medio del índice de Bray Curtis y se aplicó un análisis multivariado de similitud (ANOSIM), para determinar si existieron diferencias significativas en el desempeño entre los estudiantes de ambos grupos.



Figura 1. Trabajos prácticos realizados por los grupos con la enseñanza tradicional en ciencias y el grupo con metodología indagatoria A) Actividad didáctica del modelo depredador presa y B) Salida a terreno al bosque esclerófilo de Chile central.

Las habilidades cognitivas: recuperar, comprender, aplicar, analizar, evaluar y crear fueron sometidas a una evaluación global de laboratorio, donde para cada habilidad se contempló un grupo de preguntas y se obtuvo una nota promedio. Para detectar las posibles diferencias entre los grupos con metodología tradicional y metodología de indagación, se comparó mediante un ANOVA de una vía, para cada habilidad cognitiva (Software, STATISTICA 12).

Para analizar la dimensión afectiva en la enseñanza de las ciencias ecológicas, se construyó un dendrograma de Jaccard sobre la base de una matriz de presencia y ausencia, en términos de las creencias, actitudes y emociones. Estas fueron registradas en las últimas actividades prácticas: una salida a terreno de dos días con su respectivo informe y laboratorios transversales de diversidad desde la genética al ecosistema, ubicados al finalizar el curso. Finalmente, los resultados se

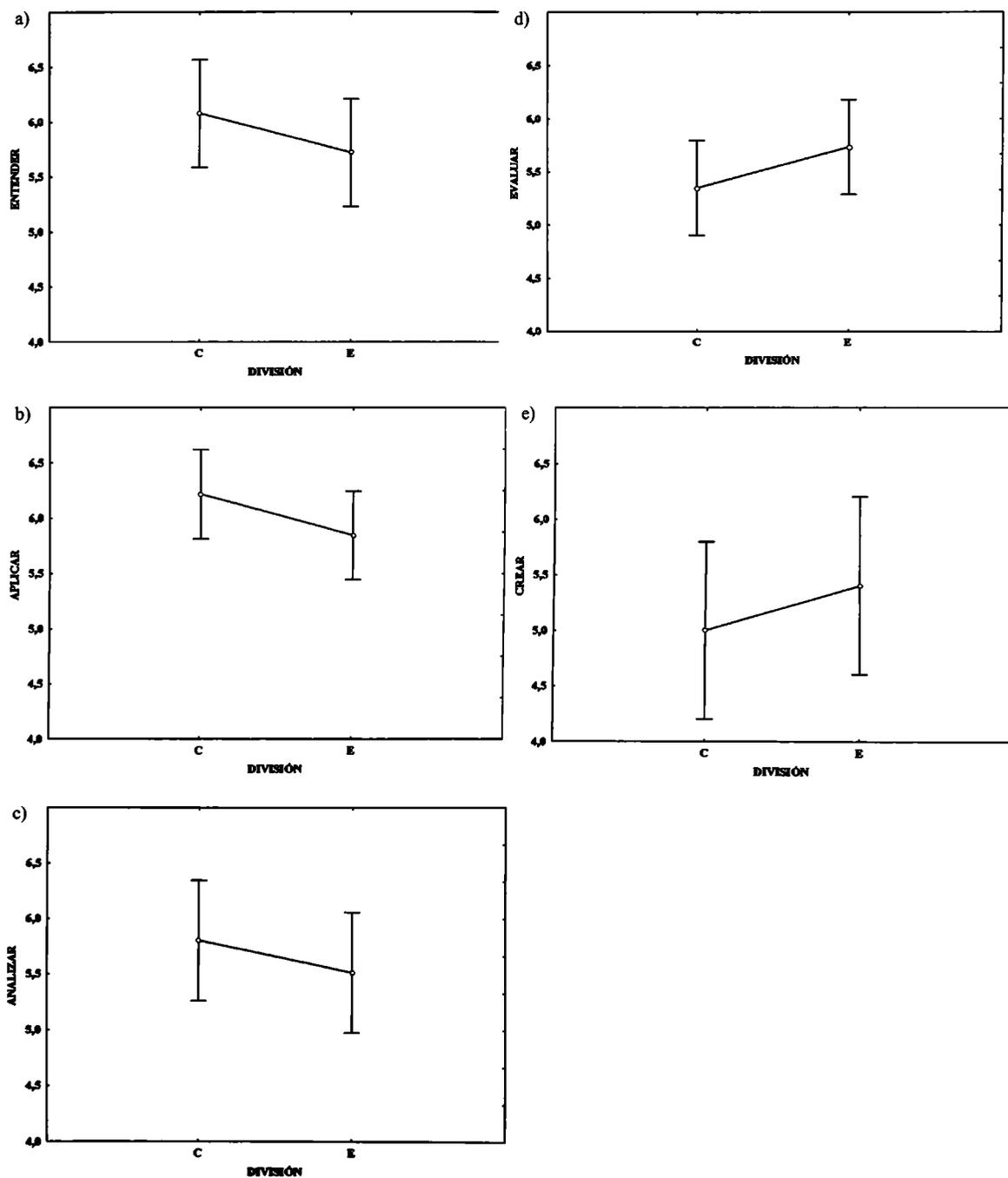


Figura 2. Evaluaciones de las habilidades cognitivas entender, aplicar, analizar, evaluar y crear de los grupos de estudiantes con metodología tradicional de enseñanza (C) y con metodología basada en la indagación (E), en la prueba práctica.

graficaron utilizando el método de los grupos promedios (UPGMA), (Software, PRIMER 6 & PERMANOVA+).

Resultados

La aplicación de una metodología de ciencias basada en indagación en un curso de formación inicial docente, generó un desempeño significativamente mayor de este grupo de estudiantes a nivel de las evaluaciones, respecto a un grupo con una metodología tradicional de ciencias (ANOSIM; $R = 0,301$; $p < 0,001$). Los resultados de las habilidades cognitivas evaluadas de manera independiente al finalizar las actividades de laboratorio, revelaron que para el caso de recuperar que es una habilidad cognitiva menor, todos los estudiantes independientes de la metodología usada en laboratorio, alcanzaron la máxima ponderación. Al analizar los resultados de las otras habilidades cognitivas hasta los niveles superiores, estos no mostraron diferencias significativas entre ambos grupos de estudiantes tanto para el entender (ANOVA, $F_{(1, 26)} = 1,119$; $P = 0,2997$), aplicar (ANOVA, $F_{(1, 26)} = 1,8250$; $P = 0,1883$), analizar (ANOVA, $F_{(1, 26)} = 0,5967$; $P = 0,4467$), evaluar (ANOVA, $F_{(1, 26)} = 1,5678$; $P = 0,2216$) y crear (ANOVA, $F_{(1, 26)} = 0,5361$; $P = 0,4705$). Es importante destacar que independiente de la metodología no existieron diferencias significativas, sin embargo, existe una clara tendencia de los estudiantes a los cuales se aplicó metodología tradicional de enseñanza de las ciencias a presentar un mejor desempeño en las habilidades cognitivas menores e intermedias como entender, aplicar y analizar (Fig. 2A-2C). Por otro lado, los estudiantes con metodología basada en indagación mostraron un mayor desempeño en las habilidades cognitivas superiores como evaluar y crear (Fig. 2D-2E).

El análisis a nivel cualitativo de las observaciones del dominio afectivo, registrados en las etapas finales del curso, mostraron una separación entre los estudiantes donde se aplicó la enseñanza tradicional en ciencias (C) y con metodología indagatoria (E), presentando dos núcleos definidos de similitud (Fig. 3). El grupo de estudiantes con metodología indagatoria (E) exhibieron una mayor afinidad entre ellos, donde el 70% de los estudiantes presentó una similitud mayor al 60% y cada subgrupo una afinidad de un 100% (rombos rojos). Esta alta similitud estadística, se traduce en que mostraron mejores actitudes hacia las ciencias ecológicas, en el contexto del interés por los contenidos y su aprendizaje, además de curiosidad, satisfacción y valoración del trabajo científico en ciencias. También, producto del registro de observaciones del trabajo individual y colectivo, en este grupo se evidenció una sinergia de actitudes y emociones positivas, reflejándose en un mayor compromiso por el aprendizaje en ciencias. Por otra parte, se destaca que tres estudiantes con metodología tradicional (C), presentaron mayor similitud con algunos estudiantes con metodología indagatoria (rombo), ya que sus laboratorios fueron repetidos entre pares, producto de una asistencia irregular a las actividades, mostrando un efecto similar al alcanzado con esta innovación pedagógica. Finalmente, es importante mencionar que tanto los estudiantes con metodología indagatoria (E) como tradicional (C), presentaron un 20% aproximado de similitud correspondientes al trabajo basal en ciencias. Al mismo tiempo, los estudiantes con ciencia tradicional lograron un nivel técnico y de rapidez en los procedimientos en laboratorio mayor que el grupo experimental. Esto demuestra que dependiendo de la estrategia y técnica utilizada en la enseñanza, se pueden desarrollar habilidades diferenciales. Sin embargo, el

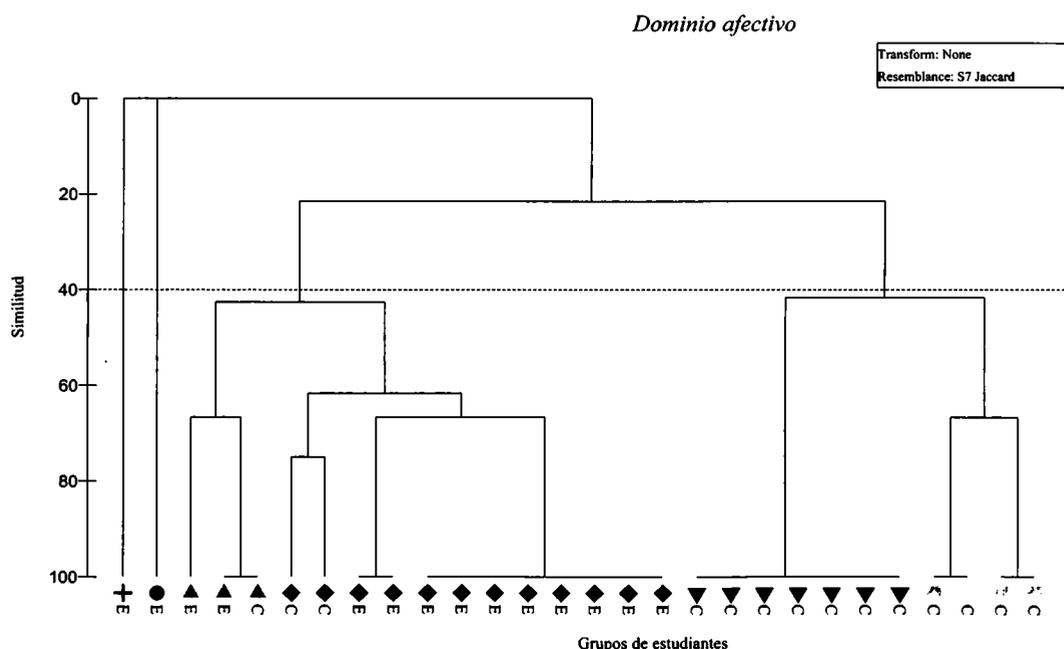


Figura 3. Dendrograma de Jaccard del dominio afectivo, creencias, actitudes y emociones de los grupos con metodología tradicional (C) y con metodología indagatoria (E) de los estudiantes del curso de ecología.

impacto de una metodología basada en indagación, desarrolla estudiantes más integrales, tanto a nivel afectivo como cognitivo.

Discusión y conclusiones

El presente estudio tuvo como propósito mejorar el rendimiento académico de los estudiantes utilizando una metodología basada en indagación y generar el desarrollo de habilidades cognitivas de nivel superior. Simultáneamente, esta metodología, toma el contexto social en la enseñanza de las ciencias y demanda una alta participación por parte de los estudiantes, donde el dominio afectivo jugaría un papel fundamental en la enseñanza y aprendizaje de las ciencias ecológicas.

Los resultados de esta investigación muestran que, al utilizar una metodología basada en la indagación en la enseñanza de las ciencias ecológicas en la formación inicial docente, se produce un rendimiento académico significativamente mayor de los estudiantes en comparación con aquellos que recibieron una metodología tradicional de enseñanza. Al mismo tiempo, la utilización de la metodología indagatoria permitió evidenciar que los estudiantes logran un mejor rendimiento en las habilidades como evaluar y crear. Estas habilidades son las consideradas por las medidas internacionales de bajo desarrollo a nivel nacional (Cariola, Cares, y Lagos, 2009; OECD, 2016). Las evidencias mostrarían que pequeñas intervenciones didácticas podrían generar cambios importantes en el aprendizaje de los estudiantes, apoyando los estudios que muestran que un acompañamiento en indagación moderado tiene un efecto positivo en el aprendizaje (Lazonder y Harmsen, 2016).

El constructivismo, desde la didáctica de las ciencias, ha tenido un acercamiento al dominio afectivo en las últimas décadas (Thagard, 2008), producto que ignorar la dimensión afectiva puede limitar el desempeño final de los estudiantes. Esta investigación mostró una medida cuantitativa para evaluar rendimiento académico y demostrar los beneficios de la metodología basada en indagación en una asignatura transversal como es ecología. Al mismo tiempo, se realizaron registros de tipo cualitativo, a través de observación, para visualizar como el dominio afectivo a nivel de las creencias, actitudes y emociones puede generar efectos en el desempeño del aprendizaje de los estudiantes. Los resultados muestran que los estudiantes con metodología indagatoria presentaron un mayor interés por el trabajo en ecología, bajo el alero las ciencias biológicas, destacando actitudes positivas en los aspectos sociales de la ecología, sus teorías y métodos de enseñanza. Además, se observó aprecio y valoración por la disciplina y su complementación con otras disciplinas científicas de su formación inicial docente, que se expresó en el área

cognitiva como mayor eficacia en los procedimientos de las ciencias. Estos resultados son similares a la aplicación de la metodología indagatoria en laboratorios de biología, donde los estudiantes mejoraron tanto en desempeño como en actitudes (Stephe y Fraser 2008; Beck y Blumer, 2012; Jeffery, Nomme, Deane, Pollock, y Birol, 2016; Vlaardingerbroek, Taylor, Bale, y Kennedy, 2017).

En este estudio podemos concluir que la capacidad de aprender por parte de los estudiantes, depende de reacciones emocionales, actitudes y creencias que son parámetros claves en la comprensión de las ciencias. En este sentido, una metodología que involucró el contexto social y la participación activa por los estudiantes como es la enseñanza de las ciencias basada en la indagación, donde el dominio afectivo fue fundamental, se reflejó en un desempeño académico significativamente mayor por parte de los estudiantes. Esta investigación podría mostrar que los afectos condicionan el mejor desempeño de los estudiantes en la disciplina de la ecología, además, que si son guiados con nuevas técnicas y estrategias en la enseñanza de las ciencias presentan un aumento en el rendimiento de las habilidades de mayor complejidad.

Agradecimientos

Agradecemos al Proyecto MECESUP UMC 1406 y al Centro del Acompañamiento del Aprendizaje (CCA), por el aporte económico al proyecto "La enseñanza de las ciencias en la carrera de Pedagogía en Biología por medio del método basado en la Ciencia e Investigación: Un estudio de su eficacia en el desempeño en las ciencias ecológicas". Nuestro agradecimiento al Dr. Rodrigo Pardo Luksic de AquaExpert, Romina Sanwald, James Sanwald, Ana Cárdenas Pérez por sus aportes en este escrito; y al Administrador Carlos Peña y al Jefe de Guardaparques Rogelio Moreira de la Reserva Nacional Río Clarillo, por su colaboración en el trabajo práctico en terreno.

Bibliografía

- Abd-El-Khalick, F., Boujaoude, S., Duschl, R., Lederman, N. G., Mamlok-Naaman, R., Hofstein, A., y Tuan, H. L. (2004). Inquiry in science education: International perspectives. *Science Education*, 88(3), pp. 397-419.
- Anderson, R. D. (2002). Reforming science teaching: What research says about inquiry. *Journal of Science Teacher Education*, 13(1), pp.1-12.
- Beck, C. W., y Blumer, L. S. (2012). Inquiry-based ecology laboratory courses improve student confidence and scientific reasoning skills. *Ecosphere*, 3(12), pp.1-11.

- Brígido M., Bermejo, M.L., Conde, M.C., y Mellado, V. (2010). The emotions in teaching and learning Nature Sciences and Physics/Chemistry in pre-service primary teachers. *US-China Education Review*, 7(12), pp. 25-32.
- Brígido, M., Borrachero, A.B., Bermejo, M. L., y Mellado, V. (2013). Prospective primary teachers' self-efficacy and emotions in science teaching. *European Journal of Teacher Education*, 36(2), pp. 200-217.
- Cariola, L., Cares, G., y Lagos, E. (2009). ¿Qué nos dice PISA sobre la educación de los jóvenes en Chile?. Santiago de Chile: Ministerio de Educación. Unidad de Currículum y Evaluación.
- Chu, S. K. W., Reynolds, R. B., Tavares, N. J., Notari, M., y Lee, C. W. Y. (2016). *21st Century Skills Development Through Inquiry-Based Learning: From Theory to Practice*. Alemania: Springer.
- Cofré, H., Camacho, J., Galaz, A., Jiménez, J., Santibáñez, D., y Vergara, C. (2010). La educación científica en Chile: debilidades de la enseñanza y futuros desafíos de la educación de profesores de ciencia. *Estudios pedagógicos (Valdivia)*, 36(2), pp.279-293.
- Damasio, A. R. (2005). *En busca de Spinoza. Neurobiología de la emoción y de los sentimientos*. Barcelona: Crítica.
- Duran, M., y Dokme, I. (2016). The effect of the inquiry-based learning approach on student's critical-thinking skills. *Eurasia Journal of Mathematics Science and Technology Education*, 12(12), pp.2887-2908.
- Gil-Pérez, D., Guisasola, J., Moreno, A., Cachapuz, A., Pessoa de Carvalho, A. M., Martínez Torregrosa, J., Salinas, J., Valdés, P., González, E., Gené Duch, A., Dumas-Carré, A., Tricárico, H., y Gallego, R. (2002). Defending constructivism in science education. *Science & Education*, 11(6), pp.557-571.
- Gil, N., Blanco, L. J., y Guerrero, E. (2005). El Dominio efectivo en el aprendizaje de las matemáticas. Una revisión de sus descriptores básicos. *Revista Iberoamericana de Educación Matemática*, Número 2, pp.15-32.
- González-Weil, C., Martínez Larraín, M. T., Martínez Galaz, C., Cuevas Solís, K., y Muñoz Concha, L. (2009). La educación científica como apoyo a la movilidad social: Desafíos en torno al rol del profesor secundario en la implementación de la indagación científica como enfoque pedagógico. *Estudios pedagógicos (Valdivia)*, 35(1), pp.63-78.
- Hurtado, G. E. (2014). ¿Cuáles son las tendencias en las metodologías de enseñanza de la última década en iberoamérica? *Revista Científica*, 1(18), pp. 86-99.
- Jeffery, E., Nomme, K., Deane, T., Pollock, C., y Birol, G. (2016). Investigating the Role of an Inquiry-based Biology Lab course on Student Attitudes and Views toward Science. *CBE Life Sciences Education*, 4, 15, pp. 61.1-61.12.
- Krathwohl, D.R., Bloom, B.S., y Masia, B.B. (1973). *Taxonomía de los objetivos de la educación: Clasificación de las metas educativas; ámbito de la afectividad*. Vol. II. Alcoy: Marfil.
- Labudde, P. (2008). The role of constructivism in science education: yesterday, today, and tomorrow. En S. Mikelskis-Seifert, Ringelband, y Brückmann (Eds.), *Four Decades of Research in Science Education* (pp. 139-155). Münster, Germany: Waxmann.
- Lazonder, A. W., y Harmsen, R. (2016). Meta-Analysis of Inquiry-Based Learning: Effects of Guidance. *Review of Educational Research*, 86(3), pp.681-718.
- Lin, T. C., Lin, T. J., y Tsai, C. C. (2014). Research Trends in Science Education from 2008 to 2012: A systematic content analysis of publications in selected journals. *International Journal of Science Education*, 36(8), pp.1346-1372.
- Lueddeke, G. R. (1999). Toward a constructivist framework for guiding change and innovation in higher education. *The Journal of Higher Education*, 70(3), pp.235-260.
- Macedo, B. (2016). *Foro Abierto de Ciencias Latinoamericana y Caribe: Educación científica*. Montevideo: Ediciones UNESCO.
- Mellado, V., Borrachero, M. B., Melo, L. V., Dávila, M.A., Cañada, F., Conde, M.C., Costillo, E., Cubero, J., Esteban, R., Martínez, G., Ruiz, C., y Sánchez, J. (2014). *Enseñanza de las Ciencias*, Núm. 32.3: pp.11-36.
- NRC: National Research Council. (2000). *Inquiry and the National Science Education Standards: A Guide for Teaching and Learning*. Washington, D.C.: National Academy Press.
- OECD (2016). *PISA 2015 Results (Volume I): Excellence and Equity in Education*. París: OECD Publishing.
- Sabando, M. C., Maldonado, K., Acevedo, E., y Said, A. (2017). Una propuesta didáctica basada en la indagación científica para la enseñanza de las ciencias ecológicas. *Diálogos Educativos* (17):33, pp.20-34.

Stephen J. W., y Fraser B. J. (2008) Learning Environment, Attitudes and Achievement among Middle-school Science Students Using Inquiry-based Laboratory Activities. *Research in Science Education* 38(3), pp.321–341.

Secker, C. V. (2002). Effects of inquiry-based teacher practices on science excellence and equity. *The Journal of Educational Research*, 95(3), pp.151-160.

Thagard, P. (2008). Conceptual change in the history of science: life, mind and disease. En S. Vosniadou (Ed.): *International Handbook of Research on Conceptual Change*. New York: Routledge, pp. 374-387.

Tobin, K. (2010). Reproducir y transformar la didáctica de las ciencias en un ambiente colaborativo. *Enseñanza de las Ciencias*, 28(3), pp. 301-313.

Vigotsky, Lev. (2000). *El desarrollo de los procesos psicológicos superiores*. Editorial Crítica. España.

Weiner, B. (1990). History of Motivational Research in Education. *Journal of Educational Psychology*, 82(4), pp.616-622.

Vlaardingerbroek, B., Taylor N., Bale C., y Kennedy J. (2017). Linking the experiential, affective and cognitive domains in biology education: a case study – microscopy. *Journal of Biological Education*. 51(2), pp.144-150.