

Enseñando Ciencia de Calidad a través de la Indagación

Quality Teaching Science through Inquiry

Isabel López Zamora

Universidad Veracruzana, México

ilopez@uv.mx

Resumen

El presente estudio muestra los beneficios de la enseñanza de la ciencia basada en la indagación, y presenta las evidencias de una docencia instruccional de la ciencia que promueve el desarrollo de habilidades de aprendizaje vinculadas a la investigación en el campo de la ecología de la invasión con el respaldo tecnológico de la plataforma educativa institucional Eminus. La investigación involucra la adopción de la enseñanza basada en la indagación para promover el aprendizaje de la ciencia e incrementar el interés de los estudiantes por la investigación. Las evidencias indican que esta metodología es una buena inversión educativa permanente cuya implementación resulta fácil para cualquier actividad de investigación en los diferentes campos del saber. Se presenta información sobre la práctica reflexiva del curso de ciencias ofertado para conocer el desarrollo de las competencias y explorar el aprendizaje de los diferentes contenidos, temáticas y preguntas de investigación sobre la ecología de la invasión. Se espera que esta investigación sirva como elemento inspirador en la labor de otros docentes interesados en desarrollar y promover el aprendizaje basado en la indagación y enriquecer la formación académica del estudiante.

Abstract

The present study shows the benefits of teaching inquiry-based science, and presents evidence of an instructional teaching of science that promotes the development of learning skills related to research in the field of ecology of the invasion the technological support of institutional educational platform Eminus. The research involves the adoption of inquiry-based teaching to promote science learning and increase student interest in research. Evidence indicates that this methodology is a good permanent educational investment whose implementation is easy for any research in different fields of knowledge. information on reflective practice of science course offered to meet the development of skills and explore different learning contents, themes and research questions about the ecology of the invasion is presented. It is hoped that this research will serve as inspiring element in the work of other teachers interested in developing and promoting inquiry-based training and enrich student academic learning.

Palabras Clave / Key words: enseñanza basada en indagación, ecología de la invasión, práctica reflexiva, competencias, investigación . / inquiry-based teaching, ecology of the invasion, reflective practice, skills, research

Antecedente Teórico

¿Qué es la educación en ciencias basada en la indagación?

Las actuales iniciativas en las reformas de la educación en ciencias requieren de cambios fundamentales en cómo debe enseñarse la ciencia así como también en cómo deben ser respaldados los profesores para involucrarse en formas alternativas para enseñar ciencia (Osborne & Dillon, 2008; NRC, 2000a). Una de las estrategias más recientemente favorecidas en mejorar la enseñanza y aprendizaje de la ciencia en Europa y Norteamérica consiste en incorporar la educación en ciencias basada en la indagación dentro de cada uno de los planes y programas de estudios tanto a nivel medio como medio superior (Lena, 2009; Rocard et al., 2007; NRC, 2000b). Para poder lograrlo, los profesores necesitan oportunidades para participar de forma activa en una amplia variedad de experiencias de desarrollo profesional docente que fomenten un entendimiento de la ciencia y la enseñanza de la ciencia basada en la indagación (Bakkenes et al., 2000; López-Zamora, 2015). Sin embargo, la experiencia ha mostrado que con frecuencia se proporcionan soluciones del tipo “una talla le queda a todos” y por lo tanto se falla en distinguir entre los diferentes estilos y las diferentes necesidades que los profesores tienen o quizá no se abordan los problemas reales de la vida diaria en el aula de clases (Liebermann, 2000).

Asimismo, la investigación ha demostrado que el aprendizaje que incluye actividades basadas en sitios fuera del aula de clases resulta ser muy motivante, no solo para los estudiantes sino también para el profesor. Declaraciones por parte del sector educativo de los gobiernos del Reino Unido y de Europa han lanzado programas como es “learning outside the classroom” para enfatizar este aspecto de la educación en ciencias (Dillon, 2007; Dillon et al., 2006), y han hecho un reconocimiento global del potencial del

aprendizaje fuera del aula de clases para apoyar la implementación de métodos para la educación en ciencias basada en la indagación a gran escala (Rocard et al., 2007; NRC 2000a).

Para facilitar el aprendizaje basado en la indagación, se necesita percibir la progresión desde la enseñanza de la ciencia como una actividad que se interesa principalmente en la acumulación de conocimiento intercambiable a la apreciación del aprendizaje de la ciencia como un proceso de construcción y adquisición de conocimiento centrado en el estudiante. Esta postura resemblance la indagación científica, que se caracteriza como una actividad multifacética que involucra el realizar observaciones, plantear preguntas, examinar diversas fuentes de información, planear investigaciones, revisar lo que ya es conocido a través de la evidencia experimental, utilizar herramientas para acumular, analizar, e interpretar datos, proponer respuestas, explicaciones y predicciones, y comunicar los resultados.

La indagación científica requiere la identificación de suposiciones, el uso de pensamiento crítico y lógico, y la consideración de explicaciones alternativas para encontrar respuestas a preguntas (NRC, 1995). En el término de indagación, se incluye al menos tres categorías diferenciadas de actividades de aprendizaje:

- Las actividades que realizan los investigadores (el llevar a cabo investigaciones utilizando métodos científicos),
- Cómo aprenden los estudiantes? (indagando de forma activa a través del razonamiento y la ejecución ejemplificando los procesos utilizados por los investigadores),
- El abordaje instruccional adoptado por el docente (diseñando o utilizando planes y programas académicos que permitan la vinculación con la investigación).

Por lo tanto, una enseñanza basada en la indagación conduce al estudiante a construir su propio entendimiento científico de ideas centrales a través de la experiencia directa con

materiales, recursos diversos, consultas, visitas de expertos, y a mediante la argumentación y debate entre sí. Todo esto tiene lugar bajo la guía, liderazgo, y función del profesor como facilitador del curso dentro y fuera del aula de clases.

Aprendizaje fuera del aula de clases.

La investigación educativa es cada vez más clara al señalar que el aprendizaje fuera del aula de clases está asociado con varios resultados positivos como son un mayor compromiso en el aprendizaje y niveles más altos en logros académicos (Rickinson et al., 2004). Asimismo, la investigación sugiere que las salidas de campo bien estructuradas que incluyen una planeación integral del viaje con profesores, estudiantes, expertos, personal técnico, e incorporan instrucciones por visita, y hacen uso de las reflexiones post-visita al sitio están consideradas como elementos que elevan las oportunidades para aprender (Cox Petersen et al., 2003; Kapelari & Bromley, 2009).

Las visitas locales a jardines botánicos, parques y reservas naturales, así como pequeños recorridos en las áreas verdes dentro del propio campus, representan fuentes diversas de conocimiento y desarrollo de habilidades dado que contienen asombrosas y diversas colecciones de plantas y artículos botánicos, etno-botánicos, y hortícolas. Muchos de estos sitios están situados en áreas urbanas y esto los hace más accesibles para su visita. Además, con el incremento en las poblaciones, estos lugares realmente ofrecen ser uno de los únicos sitios de “aprendizaje fuera del salón de clases” para que los estudiantes obtengan experiencias de primera fuente en la educación en ciencias basada en la indagación.

Comunidades de aprendizaje.

Las redes y cuerpos académicos pueden ser una alternativa y una forma más exitosa para lograr el desarrollo profesional docente a largo plazo. Estas redes proporcionan el espacio para aprender, discutir e intercambiar conocimiento y para hacer uso del capital social

que cada miembro individual puede proporcionar. Algunos estudios (Wenger et al., 2002) han señalado que en una comunidad de práctica docente, el aprendizaje social ocurre tan pronto como la gente que tiene un interés en común en algún tema o problema colabora a lo largo de un periodo de tiempo para compartir ideas, encontrar soluciones y construir innovación. En este proceso, se da una interacción en desarrollo entre un individuo y la comunidad y esto conduce a un conocimiento compartido del equipo lo que a su vez ofrece finalmente a todos los miembros la oportunidad de confirmar, interconectarse y desarrollar su conocimiento profesional. Se recomienda la importancia de tener expertos en el campo involucrados en el establecimiento de estas comunidades de aprendizaje porque este grupo de personas realmente respaldaría a todo el grupo para avanzar en sus procesos de aprendizaje.

Las comunidades de aprendizaje pueden establecerse a diferentes niveles. Los objetivos en común son los de mejorar las habilidades de enseñanza y aprendizaje, el de compartir responsabilidad para el crecimiento y desarrollo profesional docente de los colegas y el de participar en el discurso profesionalmente guiado sobre su propia enseñanza y aprendizaje. El discurso y las diferentes visiones de los docentes y de los investigadores que se vinculan a su docencia sirve para mejorar el proceso de reflexión acerca de las experiencias en el aula de clases y en los sitios fuera del aula de clases, y para expandir sus horizontes, entendimiento y capacidades.

Práctica Docente Reflexiva

Se espera que una práctica reflexiva respalde a quienes la ejecutan y ayude a establecer una relación de investigación para su propia práctica, permitiendo actuar tanto en el aula como en cualquier sitio de aprendizaje fuera del salón de clases, y a facultarlos para poder actuar como auténticos facilitadores y educadores reflexivos (Schön, 1983). La vinculación de la labor de docencia con las actividades de investigación facilita esta práctica que ahora tiene un mayor reconocimiento como una herramienta de propia reflexión que permite

promover el desarrollo profesional de educadores, profesores e investigadores (Morris & Parker, 2003; Reid & Dillon, 2004). El enfoque y la adopción de una enseñanza y aprendizaje basado en la indagación, el conjunto integral de profesores, estudiantes, expertos, y personal técnico, y las propias instituciones y centros de investigación y extensión educativa, está estimulado para comprometerse y conectarse en la práctica reflexiva. Al trasladar esta dinámica a sus propias actividades dentro y fuera del aula de clases, cursos de superación docente, y a su investigación, los que la ejercen logran más fácilmente reflejar la realidad, y la eficiencia en los resultados y desempeños de aprendizaje.

Una breve mirada a la Instrucción docente basada en la indagación

Diseño e Implementación de un curso de ciencia bajo indagación:

La educación en ciencias basada en la indagación dentro del curso se realiza en un ambiente de aprendizaje único que se crea a partir de la estrecha asociación de la labor docente y las actividades de investigación del profesor responsable de la oferta del curso. Es un abordaje educativo multifacético que se construye sobre un rango de conocimiento y recursos educativos proporcionados por esta relación de colaboración.

La estrategia educativa de la indagación se aplica en el curso basándose en el entendimiento que la naturaleza de la ciencia no solo se trata de seguir planes de operación fijos e inalterables los cuales tienen que ser completados un paso después de otro de forma predefinida. La realidad es que se trata de un proceso creativo pero comprensible y reproducible para obtener información. El principal fundamento de la enseñanza y aprendizaje de la ciencia basado en la indagación es el de promover un modelo del estudiante como un individuo pensante autónomo e independiente, alguien que sea capaz de enfrentar exitosamente con los diversos aspectos de la ciencia.

Por lo tanto, a los estudiantes se les debe proporcionar de espacios libres para organizar sus procesos de aprendizaje individualmente. Al mismo tiempo, ellos también van a necesitar de la enseñanza de algunos contenidos de ciencia por los profesores, ya que simplemente no pueden descubrir conocimiento científico sin contar con un nivel básico de conocimiento científico.

La docencia del curso bajo indagación contribuye a respaldar a profesores, expertos, educadores de las ciencias de la vida y estudiantes, y a largo plazo ayuda a entender las diferentes y creativas formas de abordar la ciencia las cuales representan los cimientos del aprendizaje científico, capacitándolos para experimentar estos acercamientos de primera fuente. Al utilizar la estrategia de la indagación en la instrucción y aprendizaje de la ciencia, los participantes y los estudiantes deben ser capaces de desarrollar la habilidad de examinar críticamente la información que han leído en línea, consultado en diferentes medios e incluso publicada en revistas especializadas de investigación y educación. De la misma forma, los estudiantes deben examinar sus propias ideas de forma crítica y asegurarse tanto como les sea posible, de basarse en evidencias. La práctica de una docencia bajo indagación también habilita al profesor para adaptarse y adoptar de forma permanente una educación flexible, auto reflexivo, competente y enfocado en las necesidades propias y de sus estudiantes.

Enseñanza de la Ecología de la invasión basada en la indagación

El curso contiene 60 horas de sesiones de trabajo teórico-práctico dentro y fuera del aula, enfocándose a profundidad en la identificación diagnóstica y aspectos de la ecología de las especies de plantas invasoras aplicando la estrategia de la indagación respaldada con la ejecución de actividades y proyectos de aprendizaje práctico. Las especies de plantas invasoras han ido aumentando en número, escapando del control y siendo fácilmente introducidas tanto de forma deliberada como natural en nuestros ecosistemas, representan un serio peligro para la conservación de la biodiversidad nativa. Estas

especies, al llegar a establecerse con gran éxito y de forma muy competitiva gradualmente son capaces de desplazar y reemplazar a las especies nativas de plantas y animales.

Esta amenaza es reconocida en el mundo científico como la segunda causa global de la disminución de la diversidad biológica. La educación en ciencias basada en la indagación juega un papel importante en la generación de capacidad para aplicar la ciencia y tecnología y lograr un desarrollo sustentable, ya que estimula la curiosidad y fomenta la capacidad de observación seguida por la habilidad para la resolución y experimentación. A través del uso del pensamiento crítico y la reflexión, la indagación capacita a los estudiantes para darle significado a la evidencia obtenida.

Los contenidos educativos del curso bajo indagación se enfocan en los impactos ecológicos, sociales y económicos que genera la presencia de plantas invasoras sobre la conservación y diversidad de las especies de plantas nativas como una forma de conectar al estudiante con esta problemática ambiental global y capacitarlos para tomar las mejores decisiones a nivel personal y colectivas basándose siempre en evidencias.

Es uno de los principales objetivos del curso bajo indagación el poder visualizar las ideas y conceptos que se brindan en los contenidos educativos para facilitar su instrucción y el aprendizaje práctico en el estudiante al inicio de sus actividades y mientras continua su estancia en el curso. Se crea una auténtica comunidad de práctica reflexiva y aprendizaje en donde se logra el objetivo de un entendimiento de las necesidades particulares del curso y sus integrantes al aplicar un programa educativo de ciencias basado en la indagación, y se encuentra evidencia de objetivos de desempeño y progresión de cada uno de sus participantes. Se generan diversas preguntas para indagar a nivel individual y grupal, se intercambian ideas y recursos, se construye sobre el trabajo de cada participante, y se comparte el conocimiento obtenido no solo entre pares, sino también

con profesores y expertos invitados a participar en algunas sesiones del curso, a través de la comunicación en línea vía la plataforma educativa institucional *Eminus* y durante las presentaciones grupales al final de cada actividad del proyecto de aprendizaje ejecutado. La documentación de la oferta del curso ha identificado el poder de atracción y conexión con el aprendizaje al utilizar un abordaje docente basado en la indagación.

La ejecución inmediata de las diversas actividades y proyectos reales bajo indagación, las breves visitas locales en áreas verdes dentro y fuera de las instalaciones del campus y la permanente participación en la plataforma educativa institucional a lo largo de su estancia en el curso han ido acrecentando el alcance de la enseñanza y aprendizaje de la ciencia basado en la indagación y su inserción dentro de la práctica docente universitaria. El resultado de mayor influencia se ha demostrado en la presentación en foros internacionales sobre investigación y experiencias de innovación educativa, de algunos resultados preliminares de la adopción de esta estrategia pedagógica en la oferta de este curso de ciencias.

El potencial de propagación de la práctica de la enseñanza de la ciencia basada en la indagación en los planes y programas educativos de esta universidad es un avance gradual, y sigue siendo un reto muy estimulante para todos los docentes interesados.

Algunas Reflexiones sobre los Aspectos del curso trabajados con éxito:

La vinculación de las actividades de investigación con las sesiones y recursos educativos del curso.

La consulta permanente de la plataforma educativa *Eminus* (retroalimentación de cada actividad después de su ejecución y participación en foros de discusión).

Todos los participantes tienen fácil acceso e ilimitado a cada uno de los recursos y materiales educativos publicados en el menú digital del curso.

La disponibilidad de ambientes de aprendizaje diversos (*in y ex situ*) en las sesiones de clase, dando la oportunidad tanto al profesor como a los estudiantes para discutir diferentes temáticas, intercambiar ideas, conceptos, ejecutar actividades de investigación e indagación científica, y compartir experiencias.

Las diferentes actividades de investigación ejecutadas a lo largo del curso pueden ser evaluadas aplicando los criterios de la educación en ciencias basada en la indagación. En la *tabla1* se presenta una muestra de algunas de las actividades ejecutadas que fueron evaluadas integrando estos criterios.

Una distribución oportuna del tiempo en cada una de las sesiones de clase, brindando oportunidad para que los estudiantes sostengan conversaciones académicamente productivas a su propio ritmo y estilo, lo cual facilita la indagación y genera el planteamiento y respuesta de preguntas complejas, y la construcción de argumentos basados en evidencias lo que a su vez promueve el pensamiento científico.

Tabla 1. Evaluación de actividades de aprendizaje sobre Ecología de la invasión ejecutadas en el curso integrando los criterios de la educación en ciencias basada en la indagación.

<p>Subcompetencia 1: El estudiante reconoce el proceso de invasión e identifica a las especies invasoras en diversos hábitats mostrando el manejo de conceptos de invasión y la descripción diagnóstica de las plantas invasoras.</p> <hr/> <p>Criterios Integrados</p>	<p>Título de la Actividad:</p> <p>“Cuándo una rosa no es una rosa?”</p>	<p>Título de la Actividad:</p> <p>“Conociendo de cerca a las plantas invasoras”</p>
Entendimiento Fundamental con profundidad		
Desarrollo de seguridad científica		
Llegar a convertirse en aprendices independientes		
Construir sobre conocimiento previo		

Aplicar conocimiento en contextos no familiares		
Analizar y solucionar problemas		
Pensar de forma crítica y lateralmente		
Desarrollar habilidades de procedimiento científico		
Desarrollar el deseo de aprender		
Darse cuenta de “cómo funciona la ciencia?”		
Investigar intereses profesionales		
Probar hipótesis		
Práctica reflexiva		
Desarrollar habilidades sociales		
Desarrollar habilidades de comunicación		

Conclusión

La enseñanza-aprendizaje basado en la indagación en el curso ocurre en un ambiente de aprendizaje único creado con la integración de la investigación, las actividades dentro y fuera del aula de clases y la participación interactiva del docente, expertos, y de los estudiantes atendidos.

El aprendizaje logrado se construye sobre la base de un conocimiento con profundo entendimiento, con el uso de recursos educativos proporcionados, y el monitoreo y facilitación docente. Esta experiencia de aprendizaje no se trata solo de una serie de datos científicos que memorizar, sino de un auténtico trabajo colaborativo con el docente y entre los estudiantes, manipulando organismos vivos (principalmente plantas herbáceas), observando sus características, fenómenos naturales y procesos biológicos, formulando y respondiendo preguntas, enlazando evidencia a las explicaciones de estos procesos, y encontrando soluciones viables para dar a explicación a las observaciones y abordar diversas preguntas y problemas reales. A través de la ejecución de actividades simples o complejas, los estudiantes se conducen a la labor científica de la investigación, y experimentan la emoción de resolver ellos mismos una pregunta de investigación o un problema, generalmente como parte de un equipo de colaboración científica.

Se lleva a cabo “investigación de acción” para resolver problemas inmediatos reales, y esto se logra en la práctica, y se traduce como una búsqueda de conocimiento para mejorar. Esto se realiza tanto dentro como fuera del aula de clases, y es un proceso reflexivo que permite la indagación y la discusión como componentes de la propia investigación. Es una actividad colaborativa entre colegas y entre los estudiantes que buscan soluciones a problemas reales de cada día, y al mismo tiempo se buscan formas

para mejorar la instrucción docente e incrementar el desempeño académico del estudiante. El proceso de la investigación de acción asiste al docente en examinar sus necesidades, en la documentación de las etapas de la indagación, el análisis de datos, y en tomar decisiones informadas que pueden conducir a los resultados esperados.

Es práctica pero también sistemática y requiere de quién la practica la justificación de hechos con evidencia y su presentación pública.

Los principales pasos de indagación que son seguidos dentro de la investigación de acción aplicada en la docencia del curso son los siguientes:

1. la identificación del área problema/pregunta de investigación (cuestionamiento reflexivo y planteamiento de preguntas como: ¿qué, quién, cuál, donde, por qué, cómo?)
2. la observación en la investigación
3. la colecta y organización de evidencia/datos
4. la ejecución/acción basada en datos y evidencia
5. el análisis y la interpretación de datos
6. la defensa/argumentación de evidencia
7. la reflexión y evaluación del aprendizaje

El ambiente de aprendizaje bajo indagación en este curso promueve un abordaje del aprendizaje interactivo, centrado en el estudiante y guiado por el facilitador. Este aprendizaje se conecta con el estudiante, con sus ideas ya existentes desde el principio de su adopción, y trata de respaldar los procesos de reconstrucción conceptual. Este integra el aprendizaje de la ciencia a través de cada uno de las siguientes propiedades:

- Las estructuras conceptuales y procesos cognitivos utilizados en el razonamiento científico.
- El marco epistémico utilizado cuando se desarrolla y evalúa el conocimiento científico.
- Los procesos sociales y contextos que moldean cómo es comunicado, representado, argumentado y debatido el conocimiento científico.

No hay panaceas en la educación en ciencias, y aunque bien planeada y presentada la ciencia basada en la indagación aún tiene mucho que ofrecer, es solo parte de una efectiva enseñanza y aprendizaje de la ciencia. Lo que verdaderamente importa en la enseñanza de la ciencia en general, y en particular en la enseñanza basada en la indagación, es que los profesores de ciencia reflexionen de forma cuidadosa acerca de sus metas y sobre si el abordaje que están utilizando para enseñar ciencia promueve el reto suficiente y proporciona las suficientes oportunidades para que los estudiantes colaboren en actividades significativas que conduzcan a un mayor conocimiento y entendimiento de la ciencia.

Bibliografía

- 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.
- 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.
- Dillon, J., Rickinson, M., Teamey, K., Morris, M., Choi, M. Y., Sanders, D., & Benefield, P. (2006). The value of outdoor learning: evidence from research in the UK and elsewhere. *School Science Review 87*(320), 107- 111.
- Dillon, J. (2007). Researching science learning outside the classroom. *Journal of the Korean Association for Research in Science Education, 27*(6), 519-528.
- Kapelari, S. & Bromley, G. (2009). *Plant Scientists Investigate: Investigating plants – a splendid way to engage young people in science*. Paper presented at Emergent Science Symposium, Annual Conference, The Association of Science Education ASE, Reading, UK.
- Lave, J., & Wenger, E. (1998). *Communities of Practice: Learning, Meaning, and Identity*. Cambridge: University Press.
- Lena, P. (2009). Europe Rethinks Education. *Science, 326*: 501.
- Lieberman, A. (2000). Networks as learning communities: Shaping the future of teacher development. *Journal of Teacher Education 51*(3), 221-227.
- López-Zamora, I. (2015). Aprendiendo sobre la ciencia de las malezas a través de la indagación. Artículo presentado en el 4º Congreso Internacional sobre Tecnología, Educación y Sociedad CTES, Centro de Estudios e Investigaciones para el Desarrollo Docente A.C. México.
- Minner, D.D., Levy, A.J., & Century, J. (2010). Inquiry-Based Science Instruction—What Is It and Does It Matter? Results from a Research Synthesis Years 1984 to 2002. *Journal of Research in Science Education, 47*(4), 474–496.
- Morris, A., & Parker, P. (2003). *Developing a typology for practice-based research in*

education: project specification. NERF working paper 7.1.

National Research Council (1995). National science education standards. Washington, DC: National Academy Press.

National Research Council (2000a). How people learn: Brain, mind, experience, and school. Washington, DC: National Academy Press.

National Research Council (2000b). Inquiry and the national science education standards: a guide for teaching and learning. Washington, DC: National Academy Press.

Osborne, J., & Dillon, J. (2008). *Science Education in Europe: Critical Reflections, A Report to the Nuffield Foundation*. London: Nuffield Foundation

Reid, A., & Dillon, J. (2004). Issues in case-study methodology in investigating environmental and sustainability issues in higher education: towards a problem-based approach? *Environmental Education Research*, 10(1), 23-37.

Rickinson, M., Dillon, J., Teamey, K., Morris, M., Young Choi, M., Sanders, D., & Benefield, P. (2004). *A Review of Research on Outdoor Learning*. UK: National Foundation for Educational Research and King's College London.

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*. Brussels: Report EU22-845.

Schön, D. (1987). Educating the reflective practitioner. San Francisco, CA: Jossey-Bass.

Wenger, E., McDermott, R., & Snyder, W.M. (2002). *Cultivating Communities of Practice*, New York: HBS Press.