

Proyecto de Educación en Cambio Climático

Centro Mario Molina

2017

Resumen

Durante 2017 se realizaron actividades que involucraron a docentes y estudiantes. En el primer caso, continuaron los trabajos en la formación docente por medio de la aplicación de un curso de formación de instructores de la modalidad presencial del Diplomado para la Enseñanza del Cambio Climático (40 horas), combinada con la modalidad en línea impartida por el CMM (90 horas), su implementación y aplicación se contrastó con la aplicación del mismo Diplomado para la Enseñanza del Cambio Climático en una modalidad 100% digital con duración de 130 horas. Se comparó el efecto de su aplicación en la apropiación de los contenidos y eficiencia terminal en docentes de educación media superior, se encontró que la modalidad en línea adecuada a 130 horas tuvo resultados similares y en algunos casos mejores que con la modalidad presencial. En el caso de los estudiantes, se concluyó la prueba piloto con estudiantes de secundaria que inició con el ciclo escolar en 2016, en esta prueba se analizó la pertinencia del curso que el Centro Mario Molina desarrolló y propuso para estudiantes de 1er grado de secundaria, el cual también incluyó la formación docente. La aplicación del programa de cambio climático se realizó conforme a lo programado el 92% de las veces, esto representó una mejora significativa respecto a la 1er prueba piloto realizada en 2013 en este mismo nivel educativo, en la que sólo se implementó el 62%. Otro indicador importante está relacionado con la apropiación de los conceptos clave por parte de los estudiantes, quienes pasaron de comprender las causas del cambio climático de un 52% a un 78% de los conceptos propuestos, en el caso de los conceptos relacionados con las consecuencias del 56 % al 68% y finalmente en el caso de las soluciones, los conceptos asimilados por los estudiantes pasaron del 67 a 84%. Estos resultados indican que los materiales, salvo mínimas mejoras y actualizaciones están en condiciones de llevarse a una prueba a escala que sea estadísticamente significativa en nivel básico-secundaria. En relación con los materiales de bachillerato se atendieron las recomendaciones y oportunidades de mejora del material aplicado en las asignaturas de Ecología y Química mediante la actualización y la incorporación de algunos contenidos propios de las disciplinas. Finalmente, se diseñó un curso en línea de física y cambio climático con un énfasis en el eje temático “Interacción de la materia y la energía”. Este curso incorporó, por un lado el modelo pedagógico de las 5Es en combinación con el modelo de instrucción directa para la enseñanza de la física que resalta la importancia de la construcción de modelos matemáticos; también se incorporaron elementos de simulación, en la modalidad de laboratorios virtuales, para abordar la temática de calor y temperatura, transferencia de energía, las leyes de la termodinámica y modelos de sistemas diversos. Para evaluar la comprensión conceptual de los estudiantes, se tomaron como referencia los inventarios de conceptos validados para la termodinámica en estudiantes de educación media superior. Todos los materiales de bachillerato están en condiciones de ponerse a prueba nuevamente con estudiantes de estas asignaturas.

1. Introducción

El cambio climático es un tema que está en gran medida ausente de los programas educativos, aun cuando a nivel global los gobiernos reconocen que se trata de una amenaza real para la sociedad. Es por esto que desde hace algunos años el Centro Mario Molina ha desarrollado cursos y materiales para comunicar de forma objetiva y basada en evidencia las causas, consecuencias y soluciones relacionadas con este fenómeno.

La formación docente es una de las etapas centrales dentro de la enseñanza del cambio climático, por lo que se consideró necesario encontrar un mecanismo para ampliar la aplicación del Diplomado para la Enseñanza del Cambio Climático validado anteriormente. Por ello, en 2017 se diseñó una formación de instructores para la modalidad presencial del Diplomado para la Enseñanza del Cambio Climático (40 horas), al mismo tiempo que se hizo un replanteamiento del diplomado en un versión 100 % digital con duración de 130 horas, y ambos se probaron con docentes de educación media superior y se contrastaron los efectos de su aplicación en la apropiación de los contenidos y eficiencia terminal. Para desarrollar este proyecto se contó con el apoyo de la Dirección General de Educación Tecnológica e Industrial de la SEP.

En lo que refiere a actividades orientadas a los estudiantes, en educación básica-secundaria se concluyó con la prueba piloto para evaluar el desempeño de los cursos propuestos en aulas, en la que los docentes llevaron los conocimientos del diplomado a los estudiantes, al mismo tiempo que utilizaron los materiales: el libro de secundaria, con su manual del docente. Para la realización de este proyecto a nivel medio superior, se contó con el apoyo de la Secretaría de Educación del Gobierno del Estado de México, para trabajar con docentes y estudiantes en 10 secundarias de esta entidad.

Relativo a los estudiantes de bachillerato, se desarrolló un curso en línea de física y cambio

climático con un énfasis en el eje temático: *Interacción de la materia y la energía*. Este curso incorporó, por un lado el modelo pedagógico de las 5E combinado con el modelo de instrucción directa para la enseñanza de la física que resalta la importancia de la construcción de modelos matemáticos. También, se incorporaron elementos de simulación, en la modalidad de laboratorios virtuales y la evaluación de la comprensión conceptual de los estudiantes, mediante los inventarios de conceptos. También se ajustaron los materiales de Ecología y Química atendiendo las recomendaciones de la prueba piloto de bachillerato realizada en 2016.

2. Objetivos generales

Validar un mecanismo que permita extender la aplicación del Diplomado para la enseñanza del cambio climático, comparando la formación de instructores externos que apliquen la modalidad presencial vs. la versión 100% digital del Diplomado para la Enseñanza del cambio climático.

Realizar una prueba piloto que incluye el diplomado para la formación docente y el material ajustado de nivel básico (secundaria) para evaluar si los materiales en sus contenidos, actividades propuestas, textos e imágenes son pertinentes para los grados y asignaturas en los que se plantearon.

3. Objetivos particulares

- Promover entre los docentes las competencias de la enseñanza sobre el cambio climático.
- Verificar que los ajustes realizados previamente al programa de enseñanza del cambio climático favorecieron el aprendizaje de temas de difícil comprensión.
- Generar en los docentes la apropiación del conocimiento relacionado con el cambio

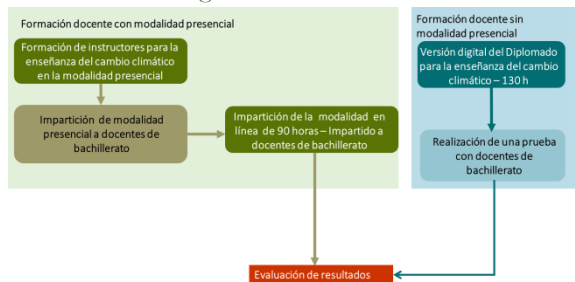
climático a partir del modelo pedagógico de la indagación.

- Validar la pertinencia, claridad y utilidad de los materiales y actividades del Programa de Educación en el Cambio Climático.
- Conocer el impacto del programa de Educación en el Cambio Climático en los estudiantes participantes.
- Diseñar un curso en línea, dirigido a estudiantes de bachillerato que cursen asignaturas de física para fortalecer, mediante la enseñanza del cambio climático, sus habilidades en el eje temático “Interacción de la materia y la energía”.

4. Metodología

Se diseñó una formación de instructores de 70 horas para la modalidad presencial del Diplomado para la Enseñanza del Cambio Climático, estos instructores impartieron a docentes de educación media superior esta modalidad del diplomado (40 horas) y se combinó con la modalidad en línea impartida por el CMM (90 horas), al mismo tiempo que se hizo un replanteamiento del diplomado en un versión 100 % digital con duración de 130 horas, que también se probó con docentes de educación media superior y se contrastaron los efectos de su aplicación en la apropiación de los contenidos y eficiencia terminal (Fig 1) para evaluar la mejor alternativa.

Figura 1. Comparación de Modalidad presencial vs totalmente digital



Se contó con el material desarrollado en años anteriores. La primera etapa del proyecto en 2016 consistió en la impartición del Diplomado para la Enseñanza del Cambio Climático (130 horas – 90 modalidad en línea y 40 horas presenciales) a los docentes de secundaria. Se seleccionaron 10 grupos y se tomó en cuenta la cobertura de los 4 municipios del Estado de México involucrados. El curso de cambio climático dentro de la asignatura estatal optativa se impartió a lo largo del ciclo escolar 2016-2017(Fig.2).

Figura 2. Validación y ajuste de materiales para estudiantes



En lo que refiere a los materiales de Ecología y Química se utilizaron los comentarios y retroalimentación recibida durante la prueba de 2016 para realizar las correcciones y mejoras al material de estas asignaturas. En el caso de física se diseñó un nuevo curso en línea que atiende el eje temático más afín del programa de Física II de 5° semestre del bachillerato de la SEP (Fig. 2).

En el proyecto de secundaria, ecología y química se utilizó el modelo pedagógico de la indagación, ya que permite acercar al participante al conocimiento de forma activa.

En el caso del diseño del curso de física, se utilizó el modelo pedagógico de las 5Es combinado con el modelo de instrucción directa para la enseñanza de la física que resalta la importancia de la construcción de modelos matemáticos. Asimismo, se busca evaluar la comprensión conceptual de los estudiantes,

mediante los inventarios de conceptos, que son fáciles de administrar y registrar, permiten el análisis y han sido fundamentales para examinar la eficacia de los métodos de instrucción alternativos, por lo que jugarán un papel fundamental en la evaluación para el curso de física y cambio climático.

5. Resultados

Formación docente. La eficiencia terminal del grupo sólo en línea fue de 77% vs 76% del grupo que curso la modalidad presencial con instructores externos al CMM, son resultados muy similares, por lo que se puede considerar que la eficiencia no se ve afectada en cualquiera de los cursos.

El porcentaje de cumplimiento en el caso de los participantes que tomaron la modalidad en línea fue de 97%, esto es 3% más alto que el de los que tomaron la modalidad presencial (94%).

Los participantes en la modalidad únicamente en línea obtuvieron una calificación promedio de 9.2 vs los participantes que tomaron el diplomado que incluía la modalidad presencial que tuvieron una calificación de 8.1.

Actividades con estudiantes

Secundaria. A continuación, se reportan los resultados más relevantes de la prueba piloto de secundaria: El 92% de las sesiones se efectuaron acorde a lo planeado. Las actividades incluidas en la lección del libro del estudiante se realizaron en el 81 % con éxito, el 96% de las actividades experimentales se llevaron a cabo apropiadamente. El desempeño docente fue muy bueno (88 / 100) y los docentes se mostraron cómodos tanto con los contenidos del curso como con la aplicación del modelo indagatorio.

Percepción de los estudiantes de secundaria respecto al cambio climático. El 81% de los estudiantes lograron los objetivos de aprendizaje propuestos para este curso.

Hacia el final del curso, fue mayor el porcentaje de estudiantes que manifestaron estar conscientes del clima del planeta siempre ha

cambiado (96%) y casi en su totalidad reconocieron (99 %) que se presenta un cambio climático en la actualidad y el 88 % consideró que se debe a que las actividades humanas han afectado el funcionamiento del clima. En relación con las consecuencias del cambio climático, 70 % de los estudiantes piensan que los efectos ya se perciben y un mayor porcentaje de estudiantes (83%) asoció correctamente las diversas consecuencias del cambio climático que se les plantearon. De manera destacada, un 24 % más de estudiantes reconocieron los derretimientos de los polos y las sequías como consecuencias del cambio climático al final del curso y un 23 % más respecto a la evaluación inicial, el incremento del nivel del mar. En lo que respecta a las soluciones, el 96 % de los estudiantes expresó que es necesario tomar acciones. No obstante, las menciones más comunes sobre qué deberían hacer se centran en el ahorrar energía en el hogar (88%), ahorro del agua (86%), generar energía limpia (84%). Notablemente, el 81% de los estudiantes indicaron que es necesario reducir las emisiones de dióxido de carbono y el reciclaje de residuos.

Actualización y ajuste de materiales de Química y Ecología. En el caso el libro utilizado en la asignatura de Ecología para 4° semestre de bachillerato, el material tuvo mejoras principalmente en los contenidos y no fue necesario agregar ni suprimir temas. Por otro lado, el libro utilizado en la asignatura de Química para 1er semestre de bachillerato, se buscó que el contenido del libro esté alineado al Acuerdo 653 – Sistema nacional de bachillerato – Química – para una eventual adopción como libro de texto. El material se ajustó a 60 horas de semestre, con 20 horas para cada unidad. Los cambios a este material consistieron en agregar temas, suprimir algunas prácticas e integrar más de una práctica en una sola.

Curso en línea de física y cambio climático. Se diseñó de un curso en línea de física y cambio climático con un énfasis en el eje temático *Interacción de la materia y la energía*. Este curso incorporó, por un lado el modelo pedagógico de las 5E en combinación con el

modelo de instrucción directa para la enseñanza de la física que resalta la importancia de la construcción de modelos matemáticos; por otro lado, se incorporaron elementos de simulación, en la modalidad de laboratorios virtuales, que abordan la temática de calor y temperatura, transferencia de energía, las leyes de la termodinámica y modelos de sistemas diversos, estos simuladores permiten realizar ejercicios que lleven a resultados cuantitativos y cualitativos, dando al curso versatilidad en el uso de la tecnología educativa más avanzada. Igualmente, el diseño del curso busca evaluar la comprensión conceptual de los estudiantes, mediante los inventarios de conceptos, que no son sino exámenes de opción múltiple que utilizan en las respuestas distractoras los errores e ideas equivocadas. Estos inventarios de conceptos son fáciles de administrar y registrar, permiten el análisis estadístico e identifican no sólo cuándo hay una idea falsa sino (por la elección de los distractores) sino cuál es la idea errónea. Los inventarios también han sido fundamentales para examinar la eficacia de los métodos de instrucción alternativos, por lo que jugarán un papel fundamental en la evaluación de este curso.

6. Discusión

Formación docente. Los dos grupos que cursaron el Diplomado para la Enseñanza del Cambio Climático (con y sin modalidad presencial) presentaron buenos resultados, por lo que se puede decir que ambos grupos adquirieron las competencias esperadas, alcanzaron los objetivos de aprendizaje del tema y las herramientas para su enseñanza. Se encontró que el curso para la formación de instructores es una herramienta útil para formar a docentes que puedan abordar la modalidad presencial del diplomado para la enseñanza del cambio climático, que debido a que la carta descriptiva es muy clara sobre los objetivos, contenidos y experimentos es posible abordar los contenidos. La desventaja que tiene esta modalidad es que la aplicación en una prueba de

mayor alcance es la carga de trabajo y horarios de los instructores que a su vez son docentes frente a grupo y únicamente cuentan con los espacios de capacitación inter-semestral o interanual, por lo que el proyecto dependería de su disponibilidad.

Los participantes que no tomaron la modalidad presencial en general tuvieron mejor porcentaje de cumplimiento de las actividades de la plataforma y mejores calificaciones, esto puede deberse a que los participantes en la versión con la modalidad presencial podrían haberse confiado, especialmente en el módulo 1 que es el que tiene el mayor peso, pensando que lo que habían visto durante la formación debería ser suficiente, sin embargo no lograron contestar correctamente las tareas y exámenes lo que perjudicó su promedio final. Esta hipótesis es viable, ya que en los módulos 2 y 3 el cumplimiento y las calificaciones en ambos grupos son muy similares.

Prueba piloto en secundaria. Se validó la eficacia del Diplomado para la Enseñanza del cambio climático en el caso de la educación básica. El trabajo realizado desde la formación docente, fomentó una apropiada comprensión de los temas de cambio climático y del modelo pedagógico indagatorio. Aun cuando varios de los docentes que no tenían el perfil de ciencias, fueron capaces de llevar el curso, incluso cuando presentaron inseguridad sobre los temas, el uso del manual del docente les permitió llevar el curso con una práctica docente muy buena. Se encontró también que los docentes tuvieron un excelente desempeño en el aula y que esto tuvo un impacto muy positivo en los estudiantes ya que 81% logró los objetivos de aprendizaje del curso.

7. Conclusiones y recomendaciones

Formación docente. El diplomado en línea de 130 horas, es igualmente efectivo en la apropiación de contenidos que el diplomado en la modalidad híbrida (40 horas presenciales y 90 en línea). También

el curso propuesto para la formación de instructores es una herramienta útil para formar a docentes que puedan abordar la modalidad presencial del diplomado para la enseñanza del cambio climático. Los resultados de las actividades de formación docente de este año muestran que es factible impartir el diplomado en la modalidad 100% digital, con las herramientas que se disponen en este momento, en una aplicación más en función de los recursos humanos que le den soporte.

Prueba piloto en secundaria. *Se validó la eficacia del Diplomado para la Enseñanza del cambio climático en el caso de la educación básica-secundaria.* La aplicación de la prueba piloto con estudiantes de secundaria fue exitosa, con un alto % de aplicación, los docentes tuvieron un muy buen desempeño en el aula y que esto tuvo un impacto muy positivo en los estudiantes. El material de cambio climático aplicado en la Asignatura Estatal en 1er grado de secundaria es pertinente para el nivel educativo propuesto ya que las actividades del libro del estudiante se pudieron realizar correctamente, fomentando la participación activa de los estudiantes.

Actualización y ajuste de materiales de Química y Ecología. *Se cuenta con las nuevas versiones de los libros de química y ecología para estudiantes de bachillerato.* El material se ha adecuado para ser puesto nuevamente a prueba con estudiantes de bachillerato, debido a que se tiene información de un buen funcionamiento en las pruebas piloto de 2016, se puede considerar que también están en condiciones de llevarse a una prueba a escala que sea estadísticamente significativa en este nivel educativo, con el objetivo de validar su pertinencia para su eventual adopción en el currículo escolar de bachillerato.

Curso en línea de física y cambio climático. Se cuenta con un curso de física y cambio climático en línea con una duración de 25 horas, que aborda los conceptos centrales de la interacción de la

materia con la energía mediante una propuesta pedagógica innovadora que promueve la indagación, al mismo tiempo que refuerza la necesidad de la disciplina de establecer los modelos matemáticos que definen los fenómenos observados. Igualmente, se incorpora el uso de simuladores más sofisticados para el análisis cuantitativo de los conceptos estudiados. Y para la evaluación del curso se plantea el uso de los inventarios de conceptos para conceptos de termodinámica. Para comprobar la pertinencia, funcionamiento e impacto de este material es necesario probarlo en una prueba piloto que permita validar sus contenidos.

8. Referencias

1. NATIONAL RESEARCH COUNCIL. (2012). A FRAMEWORK FOR K-12 SCIENCE EDUCATION: PRACTICES, CROSSCUTTING CONCEPTS, AND CORE IDEAS. WASHINGTON, DC: THE NATIONAL ACADEMIES PRESS.
2. ANDERSON P.T., N. T. (2006). EVALUACIÓN DE PROGRAMAS: ESTUDIOS A GRAN ESCALA Y DE PEQUEÑA ESCALA. ALGUNAS GENERALIZACIONES. ACADEMIA INTERNACIONAL DE LA EDUCACIÓN. UNESCO.
3. BYBEE, R. W. (2002). SCIENTIFIC INQUIRY, STUDENT LEARNING, AND THE SCIENCE CURRICULUM. EN R. W. BYBEE, LEARNING SCIENCE AND THE SCIENCE OF LEARNING (PÁGS. 25-37 CAP. 3). NATIONAL SCIENCE TEACHERS ASSOCIATION PRESS.
4. BYBEE, R. W. (2015). THE BCSC 5E INSTRUCTIONAL MODEL: CREATING TEACHABLE MOMENTS. NATIONAL SCIENCE TEACHER ASSOCIATION PRESS.
5. C. E. HEINER, A. B. (2017). PREPARING STUDENTS FOR CLASS: HOW TO GET 80 % OF STUDENTS READING THE TEXTBOOK BEFORE CLASS. AMERICAN JOURNAL OF PHYSICS, 82(10), 989-996.
6. CHIA-YU LIU, C.-J. W.-K.-W.-K. (2017). SCIENTIFIC MODELING WITH MOBILE DEVICES IN HIGH SCHOOL PHYSICS LABS. COMPUTERS & EDUCATION, 105, 44-56.
7. GALAN, D. R. (2017). THE EXPERIMENT EDITOR: SUPPORTING INQUIRY-BASED LEARNING WITH VIRTUAL LABS. EUROPEAN JOURNAL OF PHYSICS, 38(035702), 1-12.
8. JANE JACKSON, L. D. (2008). MODELING INSTRUCTION: AN EFFECTIVE MODEL FOR SCIENCE EDUCATION. SCIENCE EDUCATOR, 17(1), 10-17.
9. JUSTYNA P. ZWOLAK, R. D. (2017). STUDENTS' NETWORK INTEGRATION AS PREDICTOR OF PERSISTENCE IN INTRODUCTORY PHYSICS COURSES. PHYSICAL REVIEW PHYSICS EDUCATION RESEARCH, 13(010113), 1-14.
10. LINN M.C., D. E. (2004). INQUIRY AND TECHNOLOGY. INTERNET ENVIRONMENTS FOR SCIENCE EDUCATION. MAHWAH, NEW JERSEY: LAWRENCE ERIBAUM ASSOCIATES.
11. LIU CHIA-YU, C.-J. W.-K.-W.-K. (2017). SCIENTIFIC MODELING WITH MOBILE DEVICES IN HIGH SCHOOL PHYSICS LABS. COMPUTERS & EDUCATION, 105, 44-56.
12. LIU, X. (2013). DIFFICULTIES OF ITEMS RELATED TO ENERGY AND MATTER: IMPLICATIONS FOR LEARNING PROGRESSION IN HIGH SCHOOL CHEMISTRY. EDUCACIÓN QUÍMICA, 416-422.
13. LOUCKS-HORSLEY, S. E. (2010). DESIGNING PROFESSIONAL DEVELOPMENT FOR TEACHERS OF SCIENCE AND MATHEMATICS. CALIFORNIA: CORWIN PRESS, INC.

14. McMILLAN, J. (2010). THE PRACTICAL IMPLICATIONS OF EDUCATIONAL AIMS AND CONTEXTS FOR FORMATIVE ASSESSMENT. EN C. G. ANDRADE H., HANDBOOK OF FORMATIVE ASSESSMENT. (PÁGS. 41-58). NUEVA YORK: ROUTLEDGE.
15. MICHAEL PRINCE, M. V. (2012). USING INQUIRY-BASED ACTIVITIES TO REPAIR STUDENT MISCONCEPTIONS RELATED TO HEAT, ENERGY AND TEMPERATURE. (N. S. FOUNDATION, ED.) IEEE, 978-982.
16. PRINCE, M. V. (2012). DESARROLLO DEL INVENTARIO DE CONCEPTOS DE CALOR Y ENERGÍA: RESULTADOS PRELIMINARES SOBRE LA PREVALENCIA Y PERSISTENCIA DE LOS ERRORES MÁS COMUNES DE LOS ESTUDIANTES DE INGENIERÍA. JOURNAL OF ENGINEERING EDUCATION, 101(3), 412-438.
17. SCOTT FREEMAN, S. L. (2014). ACTIVE LEARNING INCREASES STUDENT PERFORMANCE IN SCIENCE, ENGINEERING AND MATHEMATICS. PROCEEDINGS OF THE NATIONAL ACADEMY OF SCIENCE OF THE UNITED STATES, 111(23), 8410-8415.
18. SHAVELSON, E. A. (2008). ON THE ROLE AND IMPACT OF FORMATIVE ASSESSMENT ON SCIENCE INQUIRY TEACHING AND LEARNING. EN D. R. EDITED BY COFFEY J., ASSESSING SCIENCE LEARNING. PERSPECTIVES FROM RESEARCH AND PRACTICE (PÁGS. 21-36). NSTA PRESS.
19. YEO, S. Z. (2010). INTRODUCTORY THERMAL CONCEPT EVALUATION: ASSESSING STUDENTS' UNDERSTANDING. THE PHYSICS TEACHER, 496-504.

AGRADECEMOS LA APORTACIÓN DEL CONSEJO
NACIONAL DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA (CONACYT)
PARA LA REALIZACIÓN DE ESTE PROYECTO.

