

# Implementación a gran escala del proyecto de educación en cambio climático a nivel básico y medio superior

Centro Mario Molina

2018

## Resumen

---

Desde 2010 el Centro Mario Molina ha diseñado, probado y mejorado materiales para profesores y estudiantes de secundaria y bachillerato (física, química y ecología) dotándolos no sólo del conocimiento, sino de un enfoque pedagógico novedoso que ayuda a que los estudiantes desarrollen el pensamiento crítico, el análisis y la propuesta de soluciones a los problemas de la sociedad. El objetivo de este proyecto a gran escala consiste en utilizar el material y la metodología desarrollada en las etapas previas para que los estudiantes y docentes de nivel secundaria y de bachillerato conozcan y apliquen los fundamentos científicos sobre cuáles son las causas y consecuencias del cambio climático, así como cuáles son las soluciones para enfrentarlo utilizando la pedagogía indagatoria. El proyecto de implementación a gran escala tuvo como uno de sus objetivos ampliar el margen de acción que se había tenido durante las pruebas piloto de 2013-2014 (donde se trabajó en 2 estados: Veracruz y Zacatecas) con un total de 23 docentes y cerca de 500 estudiantes de secundaria; y de 2016-2017. Esta ampliación incluyó la incorporación al proyecto de los estados de México, Nuevo León, Quintana Roo y Veracruz, así como la Ciudad de México para la prueba a gran escala a nivel secundaria, y con bachillerato a través de una entidad federal del subsistema de Educación Media Superior con la participación de casi 100 planteles en más de 30 estados, así como la participación de instituciones educación media superior de los estados de México y Quintana Roo que incluyó otras modalidades de bachillerato, tales como preparatorias oficiales estatales, colegios de bachilleres, telebachilleratos comunitarios y centros de bachillerato tecnológicos estatales. Aun cuando a la fecha de este reporte las pruebas con estudiantes no han concluido, se presentan los resultados de las pruebas y evaluaciones realizadas que dan cuenta de la solidez que tiene el material desarrollado, la importancia de la formación docente para el proceso de implementación de una nueva perspectiva de la enseñanza de la ciencia, el potencial que tienen las herramientas tecnológicas siempre que se trabaje de la mano del docentes y el papel que tienen las autoridades educativas en el éxito de la implementación de programas de esta naturaleza.

---

### 1. Introducción

El Centro Mario Molina ha trabajado desde 2010 en el diseño e implementación de materiales educativos que comuniquen de forma objetiva y científica las causas, consecuencias y soluciones ante el cambio climático, al mismo tiempo que acercan a los estudiantes a una mejor comprensión de los conceptos científicos relacionados con la química, la física y la ecología. La propuesta del Centro tiene como actor principal al docente por lo que muchos de los esfuerzos se han centrado en dotar a los profesores de los conocimientos sobre cambio climático y de las herramientas para aplicar el modelo pedagógico indagatorio introduciendo elementos innovadores, tales como los métodos instruccionales que favorecen el aprendizaje, promueven esfuerzos mentales amplios y enfocados en lugar de memorizar, y laboratorios virtuales, a través de simuladores por computadora. En las pruebas piloto de los

periodos 2013-2014 y 2016-2017 se trabajó con grupos pequeños de docentes en sólo uno o dos estados, durante la prueba a gran escala se incorporó a la Ciudad de México y los estados de México, Nuevo León, Quintana Roo y Veracruz para nivel básico secundaria, al mismo tiempo que en nivel medio superior bachillerato se incorporaron a docentes del subsistema de educación media superior UEMSTIS<sup>1</sup> de 30 estados y de los sistemas estatales de media superior del Estado de México y de Quintana Roo, que incluye preparatorias oficiales estatales, colegios de bachilleres, telebachilleratos comunitarios y centros de bachillerato tecnológicos estatales.

### 2. Objetivo general

El objetivo de este proyecto es informar sobre las causas, consecuencias y soluciones del cambio climático, promoviendo una educación científica con el soporte de una pedagogía efectiva como es el modelo pedagógico de la

---

<sup>1</sup> Unidad de Educación Media Superior Técnica Industrial y de Servicios.

indagación a maestros y estudiantes de secundaria y bachillerato.

### 3. Objetivos particulares

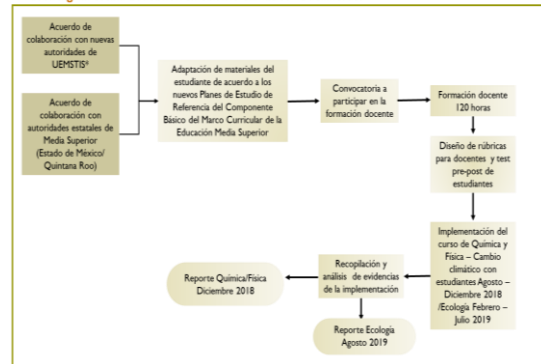
- Formación docente. Crear en los docentes de secundaria y de bachillerato las capacidades para enseñar los temas relacionados con el cambio climático y el modelo pedagógico de la indagación mediante el Diplomado para la Enseñanza del cambio climático de 120 horas.
- Implementar a gran escala el programa de educación en cambio climático para secundaria en el ciclo escolar (2018-2019) Duración: 1 año escolar – 70 horas.
- Implementar a gran escala el curso de química y cambio climático durante 1 semestre – 60 horas (Agosto – diciembre 2018).
- Implementar a gran escala el curso de ecología y cambio climático durante 1 semestre – 60 horas (Febrero – julio 2019).
- Implementar a gran escala el curso en línea de física y cambio climático – Eje temático “Interacción de la materia con la energía” durante 1 semestre – 25 horas (Agosto – diciembre 2018).

### 4. Metodología

El proyecto a nivel medio superior Bachillerato se realizó con el apoyo de la UEMSTIS<sup>1</sup> y de las Subsecretarías de Educación Media Superior de los Estados de México y Quintana Roo. Para ello se realizaron las siguientes etapas:

1. Acuerdo de colaboración con las autoridades de UEMSTIS y estatales.
2. Adaptación de los materiales de Ecología, Física y Química a los Planes de Estudio de Referencia del Componente Básico del Marco Curricular de la Educación Media Superior.
3. Convocatoria a los docentes para la implementación del proyecto Química y cambio climático, y Física y cambio climático en el semestre Agosto – diciembre 2018.
4. Formación de docentes con el diplomado para la Enseñanza del Cambio Climático con duración de 120 horas
5. Diseño de instrumentos de validación de los cursos.
6. Implementación con los estudiantes de Química I y de Física II durante el semestre Agosto – diciembre 2018.
7. Recopilación de evidencias de la aplicación.
8. Análisis de evidencias.
9. Reporte de resultados.

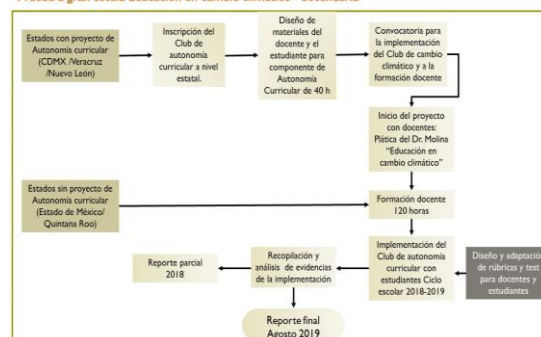
Prueba a gran escala Educación en cambio climático - Bachillerato



El proyecto a nivel Secundaria se desarrolló de forma coordinada con diferentes autoridades estatales y federales en el caso de la Ciudad de México realizando las siguientes actividades:

1. Inscripción del proyecto a nivel estatal en la modalidad de Autonomía curricular (Ciudad de México, Veracruz y Nuevo León).
2. Diseño del material del docente para el club de Autonomía curricular.
3. Diseño de nuevo material del estudiante para el espacio de Autonomía curricular.
4. Convocatoria a los docentes para la implementación del Club de Cambio Climático.
5. Conferencia del Dr. Molina para los docentes de secundaria (Presencial en CDMX, video para las otras entidades).
6. Incorporación de los estados participantes sin proyecto de Autonomía curricular.
7. Formación de docentes con el diplomado para la Enseñanza del Cambio Climático con duración de 120 horas.
8. Diseño y adaptación de rúbricas y test para docentes y estudiantes.
9. Aplicación del material con estudiantes en el ciclo escolar 2018-2019 en el Club de cambio climático.
10. Recopilación de evidencias de la aplicación.
11. Análisis de evidencias.
12. Reporte parcial de resultados.
13. Reporte de resultados.

Prueba a gran escala Educación en cambio climático - Secundaria



## 5. Resultados

### Secundaria

#### Materiales

Se adaptaron los materiales para la creación del nuevo espacio curricular, con un nuevo libro del estudiante y un nuevo material del docente que cumpliera con los requisitos de la oferta educativa de los Proyectos de Autonomía Curricular de acuerdo con los criterios señalados por la Subsecretaría de Educación Básica.

#### Docentes

Esta prueba a escala se realiza con la participación de docentes frente a grupo de las modalidades de secundaria: general, técnica, telesecundaria, educación especial y nocturna de las entidades federativas con las siguientes características:

| Entidad          | No. docentes | Avance del diplomado |
|------------------|--------------|----------------------|
| Ciudad de México | 140          | 75 %                 |
| Estado de México | 80           | 40 %                 |
| Nuevo León       | 50           | 50 %                 |
| Quintana Roo     | 20           | 40 %                 |
| Veracruz         | 50           | 50 %                 |

A la fecha de este reporte todos los participantes han concluido el módulo I del diplomado y sus calificaciones, % cumplimiento de actividades y % eficiencia terminal actual se reportan a continuación:

| Entidad      | Eficiencia terminal | % cump. | Calificación promedio |
|--------------|---------------------|---------|-----------------------|
| CDMX         | 87 %                | 99      | 9.4                   |
| Edo. de Mex. | 77 %                | 85      | 9.2                   |
| N.L.         | 50 %                | 80      | 9.4                   |
| Quintana R.  | 78%                 | 80      | 9.1                   |
| Veracruz     | 94 %                | 92      | 9.4                   |

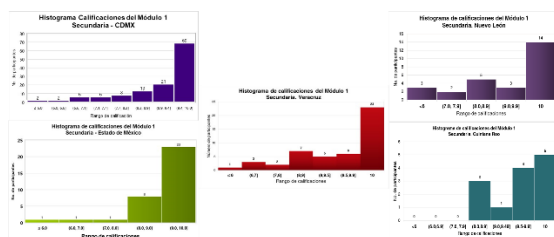


Figura 1. Calificaciones del módulo 1: Secundaria

### Estudiantes

Cada docente tiene en promedio un impacto sobre 210 estudiantes, aun cuando el resultado de la aplicación del proyecto en los Clubes de cambio climático se tendrá hasta finales del ciclo escolar 2018-2019, se proporcionan datos que reflejan el inicio de la aplicación en el aula en la Ciudad de México y en Veracruz donde este espacio curricular inició en octubre e iniciará en todas las escuelas de todos los estados en enero de 2019.

### Bachillerato

#### Materiales

Se realizaron modificaciones al material del estudiante de las asignaturas de química, física y ecología de 2017, para hacerlas compatibles con los Planes de Estudio de Referencia del Componente Básico del Marco Curricular de la Educación Media Superior publicados a finales de 2017.

#### Docentes

Esta prueba a escala se realiza con la participación de docentes frente a grupo de las modalidades de bachillerato de las entidades federativas con las siguientes características:

| Entidad          | No. docentes | Avance del diplomado |
|------------------|--------------|----------------------|
| UEMSTIS          | 140          | 100 %                |
| Estado de México | 50           | 40 %                 |
| Quintana Roo     | 40           | 40 %                 |



Figura 2. Ubicación de los planteles secundaria y bachillerato donde se trabaja el programa de educación en cambio climático

A continuación, se reportan los resultados del diplomado concluido de los docentes de UEMTIS y el avance del módulo 1 de los docentes de los estados de México y Quintana Roo.

| Entidad      | Eficiencia terminal | % cump. | Calificación promedio |
|--------------|---------------------|---------|-----------------------|
| CDMX         | 73 %                | 96      | 9.5                   |
| Edo. de Mex. | 65%                 | 88      | 9.1                   |
| Quintana R.  | 69 %                | 78      | 8.7                   |

### Estudiantes

Lo que refiere al trabajo con estudiantes de 1er semestre de bachillerato en la asignatura de química y participan planteles de UEMSTIS de los estados de México, Michoacán, Nuevo León, Querétaro, Quintana Roo, San Luis Potosí y en la Ciudad de México.

En la parte del pre-test que fue evaluada se busca identificar si los estudiantes pueden identificar las diferencias entre sustancias y mezclas, tamaño, masa y carga y de las

partículas elementales que componen la materia con base en los modelos atómicos, si reconoce algunas tendencias de las propiedades de los elementos en la organización de la tabla periódica y si identifica las propiedades físicas de la materia, así como la composición y la pureza de las mezclas, compuestos y elementos. Las calificaciones generales muestran que 20% de los estudiantes tienen los conocimientos previos sobre los temas descritos, 27 % obtuvieron una calificación de 7, 25% la calificación mínima aprobatoria de 6 y 27% no identifica los conceptos sobre los temas de esta prueba.

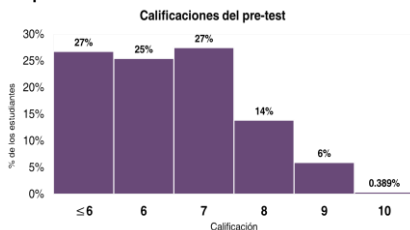


Figura 3. Calificaciones del pre-test de Química I- Bachillerato UEMSTIS

Se observa que los temas en la que la mayoría de los estudiantes comprenden son aquellos relacionados con las nociones de la materia y con la molécula del agua y una relacionada con los modelos atómicos. Un porcentaje alto de estudiantes identifican algunas características de la tabla periódica, tienen nociones básicas sobre la constitución del universo y casi todos tienen claro las características de los primeros modelos atómicos. Además, identifican la diferencia entre elementos y sustancias. Por otro lado, una gran cantidad de estudiantes tienen dificultad para identificar la materia en lo que no ven, por ejemplo, los gases en el aire, pocos identifican las propiedades químicas y les cuesta mucho trabajo diferenciar entre mezclas y compuestos.

En la prueba post – test se observa una mejora al disminuir el número de estudiantes que no obtuvieron calificación aprobatoria en 8% y estos se distribuyeron en todas las calificaciones.

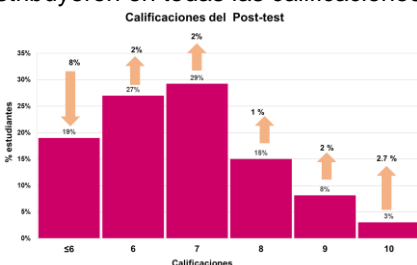


Figura 4. Calificaciones del post-test de Química I- Bachillerato UEMSTIS

En relación con la aplicación del modelo indagatorio los docentes reportaron las siguientes prácticas en el aula:

| Aspecto   | % sesiones |
|---|------------|
| Siempre se sintió con confianza   | 73%        |
| Dio oportunidades de indagar durante el desarrollo del tema                     | 75%        |
| Incluyó a todos los estudiantes en las actividades experimentales               | 81%        |
| Facilitó la interacción entre los estudiantes en las actividades experimentales | 83%        |
| Promovió que los estudiantes manipularan los materiales                         | 82%        |
| Siempre realizan las actividades conforme a las normas de seguridad.            | 92%        |
| Promovió que los estudiantes brindaran su propia explicación.                   | 63%        |
| Promovió la reflexión sobre los conceptos.                                      | 82%        |
| Promovió el uso del libro de Química y cambio climático.                        | 73%        |

Durante octubre se generaron cursos para 29 planteles donde participan más de 1200 estudiantes de la Ciudad de México y de los estados de Chiapas, Estado de México, Guerrero, Puebla, Quintana Roo, San Luis Potosí, Yucatán y Zacatecas.

Con las respuestas y actividades de los estudiantes participantes se identificó cuáles son los temas relacionado con el eje temático de la materia y la energía que conocen mejor, en el siguiente cuadro se indican cuáles son los conceptos de mayor y menor dificultad.

| Tema                                       | Pretest |
|--|---------|
| Equilibrio térmico                         | 20%     |
| Transferencia de energía - 1a Ley          | 25%     |
| Transferencia de energía - Ley cero        | 22%     |
| Transferencia de energía - Convección      | 24%     |
| Transferencia de energía - Conducción      | 22%     |
| Ley de los gases                           | 27%     |
| Unidades de temperatura                    | 25%     |
| Propiedades de la materia                  | 29%     |
| Relación entre la temperatura y la energía | 12%     |

Aún faltan alumnos por contestar el post-test, debido a que terminarán hasta el 14 de diciembre el curso, pero con los 600 datos disponibles se encontró que el curso tiene un efecto positivo en la apropiación de los conceptos relacionados con los temas revisados en el curso (véase Fig. 5)

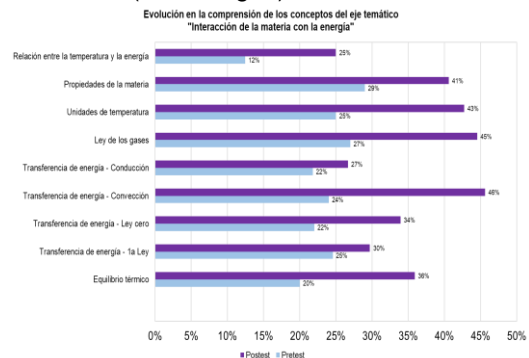


Figura 5. Resultados del post-test para Física y cambio climático.

## 6. Discusión

La formación docente a través del diplomado en línea para la enseñanza del cambio climático es efectiva y permite llegar a un número mayor de docentes, quienes reconocen las ventajas de contar con un horario flexible para trabajar en su formación, además de las ventajas en el seguimiento de actividades.

La ejecución de las actividades experimentales con materiales de bajo costo es igualmente efectiva, además de que les permite simular, en el propio contexto, cómo funcionaría con sus estudiantes, la retroalimentación posterior con los tutores les permite validar, corregir y reconocer los resultados inesperados.

El diplomado para la enseñanza del cambio climático a nivel bachillerato es compatible con el esquema de formación continua para los profesores de este nivel y da buenos resultados. También, a nivel secundaria permite desarrollar entre los docentes las habilidades y conocimiento para la aplicación del tema con estudiantes desde 1er hasta 3er grado. Se identificaron algunos aspectos de gran relevancia para una exitosa formación docente:

- a. El seguimiento permanente de parte de los facilitadores del diplomado, especialmente en las actividades experimentales. Los participantes manifestaron sentirse motivados a partir de la atención personalizada y de la posibilidad de mejorar en una entrega posterior.
- b. La flexibilidad para la realización de las actividades y las fechas de entregas, aunque exista un calendario de referencia, las múltiples actividades escolares en ocasiones les impiden lograr los objetivos de acuerdo al calendario, la mayoría de los docentes reporta como una valoración muy positiva el tener la oportunidad de hacer entregas extemporáneas y que éstas no se les penalicen.
- c. Dar puntuaciones extra por entregas puntuales, así como permitir las entregas extemporáneas son bien valoradas. Dar una puntuación extra por cumplimiento puntual es un gran aliciente.
- d. Mantener la comunicación pertinente con los participantes y su desarrollo en el diplomado, esto ayuda a que no lo abandonen porque sienten que no avanzan a la velocidad que esperaban.
- e. La forma en la que se realiza la convocatoria a los docentes de parte de las autoridades educativas es un factor importante, la

práctica de inscripciones por cuotas es poco favorable para procesos de formación extensivos, es importante informar bien a los docentes e invitarlos a participar de preferencia voluntariamente.

- f. El apoyo de las autoridades educativas en el seguimiento es fundamental, en los estados donde hubo cambios de autoridades durante el proceso de formación se observó que hubo mayor deserción, además de los docentes que fueron “obligados” a incorporarse a una formación son los primeros en abandonar los cursos.
- g. Finalmente, aunque el objetivo de una formación es el aprendizaje de nuevas cosas, 70% de los participantes esperan recibir una constancia al concluir y de preferencia que ésta esté avalada por sus autoridades educativas.

Con la información disponible hasta el momento, los materiales diseñados para ser aplicados dentro del espacio de Autonomía curricular son apropiados para aplicarse en el contexto de secundaria desde 1° hasta 3er grado. En relación con los materiales de bachillerato los materiales del estudiante fueron adecuados a los nuevos planes y en la revisión de los docentes concluyeron que es factible su aplicación en los tiempos planteados, y con los resultados preliminares se aprecia que estos permiten un desarrollo más apropiado de los aprendizajes esperados.

## 7. Conclusiones y recomendaciones

El diplomado para la Enseñanza del cambio climático para docentes de bachillerato y secundaria en la modalidad en línea es adecuado, pertinente y exitoso. Permite un fácil rastreo y verificación de actividades de los docentes, es replicable y escalable.

Se incorporó con éxito el material del estudiante de secundaria en la oferta del espacio de autonomía curricular y se aplica durante el presente año escolar (2018-2019) en los estados de México, Nuevo León, Quintana Roo, Veracruz y la Ciudad de México. Los materiales del docente y del estudiante son apropiados para este nivel escolar. Las actividades propuestas se pueden realizar en todos los contextos. Es recomendable que sí se tengan los libros impresos porque no todos tienen acceso a internet.

Se aplica el material del estudiante de química en el semestre agosto – diciembre 2018 en los estados de Estado de México, Michoacán,

Nuevo León, Querétaro, Quintana Roo, San Luis Potosí y en la Ciudad de México. El libro de química es accesible y los estudiantes han manifestado hasta ahora su agrado por la forma en la que se abordan los temas. Las actividades experimentales se pueden realizar en contextos diversos, y se observa que el material es favorable para que los estudiantes alcancen los aprendizajes esperados.

Se aplica el curso en línea para el estudiante de Física y cambio climático en el semestre agosto – diciembre 2018 en los estados de Chiapas, Estado de México, Guerrero, Puebla, Quintana Roo, San Luis Potosí, Yucatán, Zacatecas y en la Ciudad de México, en los resultados de las pruebas aplicadas y del desarrollo de actividades de los estudiantes se observan mejoras significativas en la comprensión de los conceptos relacionados con eje temático de la relación entre la materia y la energía.

## 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] 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.

[10] 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.

Agradecemos la aportación del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT) para la realización de este proyecto.

