



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BAJA CALIFORNIA
FACULTAD DE CIENCIAS



Maestría en Ciencias en Manejo de Ecosistemas de Zonas Áridas

TESIS

“Programa de desarrollo profesional docente para educación básica sobre cambio
climático con enfoque en zonas árido-costeras”

Para obtener el grado

MAESTRO EN CIENCIAS

Presenta

César Enrique Félix Anaya

Ensenada, Baja California, México, diciembre de 2023

Carta de aprobación

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BAJA CALIFORNIA

Facultad de Ciencias

Maestría en Ciencias en Manejo de Ecosistemas en Zonas Áridas

TESIS

“PROGRAMA DE DESARROLLO PROFESIONAL DOCENTE PARA EDUCACIÓN
BÁSICA SOBRE CAMBIO CLIMÁTICO CON ENFOQUE EN ZONAS ÁRIDO-
COSTERAS”

Para obtener el grado de
MAESTRO EN CIENCIAS

Presenta

César Enrique Félix Anaya



Dr. Ulises Gregorio III Pacheco Bardullas

Director



Dra. Fernanda Inez García Vázquez

Sinodal



Dra. María Fernanda Durón Ramos

Sinodal

Ensenada, Baja California, México, diciembre de 2023

Resumen

Los docentes de educación básica en México cuentan con una limitada preparación acerca de los conocimientos asociados al cambio climático. En otros países, se han implementado programas de desarrollo profesional docente dirigidos al cambio climático los cuales han obtenido resultados positivos a través de prácticas de campo y experimentación con un enfoque contextualizado. Los docentes en México no cuentan con un programa de este tipo que los instruya y oriente para realizar buenas prácticas didácticas en el aula, mucho menos contextualizadas a una región árida-costera como lo es el noroeste del país. El objetivo del presente trabajo es realizar un programa de desarrollo profesional docente con principios basados en ciencia dirigido a maestros de educación básica sobre cambio climático con contenido contextualizado a la región árida-costera con base en un diagnóstico local y regional. Como resultado, los docentes demostraron mayor interés y comprensión hacia las problemáticas del cambio climático, así como una actitud de acción e iniciativa a implementar las temáticas con sus alumnos, rescatando la importancia de la aplicación de experimentos contextualizados a la región. Es necesario desarrollar más cursos de capacitación para docentes con este enfoque para incentivar actitudes participativas para con sus alumnos en el aula de clases.

Palabras clave: docentes de educación básica, cambio climático, desarrollo profesional docente, contextualizado

Abstract

Basic education teachers in Mexico have limited preparation on the knowledge associated with climate change. In other countries, teacher professional development programs aimed at climate change have been implemented and have obtained positive results through field practices and experimentation with a contextualized approach. Teachers in Mexico do not have a program of this type that instructs and guides them to carry out good didactic practices in the classroom, much less contextualized to an arid-coastal region such as the northwest of the country. This study aims to perform a professional development program for basic education teachers on climate change with content contextualized to the arid-coastal region, based on a local and regional diagnosis. As a result, teachers showed greater interest and understanding of climate change issues, and an attitude of action and initiative to implement the topics with their students, highlighting the importance of applying contextualized experiments to the region. It is necessary to develop more training courses for teachers with this approach to encourage participatory attitudes toward their students in the classroom.

Key words: Basic education teachers, climate change, teacher professional development, contextualized.

ÍNDICE

| | |
|---|----|
| Resumen | 3 |
| I. INTRODUCCIÓN | 7 |
| Agenda 2030..... | 9 |
| Área de estudio..... | 10 |
| Planteamiento del problema | 12 |
| Justificación | 13 |
| II. PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN..... | 15 |
| III. OBJETIVOS | 16 |
| General | 16 |
| Específicos..... | 16 |
| IV. METODOLOGÍA..... | 17 |
| V. RESULTADOS..... | 21 |
| Programa de desarrollo profesional docente para educación básica sobre cambio climático con enfoque en zonas árido-costeras..... | 21 |
| Resumen..... | 21 |
| I. Introducción..... | 23 |

| | |
|--|----|
| | 6 |
| II. Método | 33 |
| III. Resultados | 42 |
| IV. Discusión y conclusiones | 53 |
| V. Referencias | 57 |
| VI. CONCLUSIÓN Y RECOMENDACIONES | 65 |
| VII. REFERENCIAS | 67 |

ÍNDICE DE FIGURAS Y TABLAS

| | |
|--|----|
| <i>Figura 1. Mapa de unidades climáticas de las zonas árido-costeras del noroeste de México</i> | 11 |
| Figura 2. Metodología de gestión de procesos aplicada al programa | 17 |
| Tabla 1. Descripción del programa ECCC en relación con los ejes principales y sus resultados esperados | 18 |

I. INTRODUCCIÓN

El cambio climático se refiere a las variaciones de la temperatura y de los patrones climáticos en distintas regiones del mundo, provocados por la alteración de la energía solar en la atmósfera debido a los gases de efecto invernadero, siendo la principal consecuencia el aumento de la temperatura promedio en la superficie terrestre (The Royal Society & The National Academy of Science, 2020).

Esta emergencia climática afecta cada vez más a distintas regiones del mundo, en donde gobiernos, agencias internacionales, industrias y comunidades sobrellevan los efectos del cambio climático (CC) en una sociedad que por un lado realiza actividades de consumo insostenibles, y limita las prácticas que incentiven un equilibrio social, económico y ecológico (Canaza-choque, 2019). El CC está generando grandes cambios no solo en el medio ambiente sino también a nivel social, incrementando la brecha de desigualdad donde la población no le toma importancia para generar soluciones a largo plazo. De tal forma que la educación se considera como una herramienta que puede generar un cambio significativo en la dimensión social, cultural y ética del problema, así como en la representación social sesgada del cambio climático (González & Meira, 2020)

Sin embargo, el currículo no contempla contenidos que expliquen el origen de los problemas ambientales, tales como el CC, dando una visión simplificada del problema, centrándose solamente en el uso de recursos naturales. Esto provoca que el perfil de egreso integral del docente se vea afectado siendo incapaz de

enseñar a los estudiantes cómo abordar problemáticas ambientales y menos poder transmitir actitudes a favor del ambiente (Calixto et al., 2018).

Existe evidencia por parte de Ulibarry (2016) que demuestra que el contenido sobre CC, no se hace presente en la dinámica de enseñanza-aprendizaje de educación básica y, además, la práctica docente relacionada con temas de ciencia y ambiente, donde las actividades y acciones propuestas son superficiales, sin tocar a profundidad la raíz de un problema ambiental. Por otra parte, la educación científica también es esencial para tratar temas de cambio climático, y aunque los maestros en México tienen el interés para impartir ciencia, se encuentran poco preparados para enseñarla desde una visión transversal en el aula, así como poco aprovechamiento para la aplicación de actividades pertinentes en educación científica tales como actividades prácticas y experimentales, que pudieran impactar sustancialmente en el aprendizaje conceptual y procedimental del alumno (Cuevas et al., 2016).

También, existe evidencia que indica que los profesores de educación primaria tienen concepciones erróneas sobre las causas y los efectos del cambio climático (ej. el aumento del nivel del mar es causado por el derretimiento del hielo marino, el CC es causado por el agujero de la capa de ozono), es decir, tienen cierta noción sobre el CC, pero no a un grado de comprensión ni capacidad de transmisión de este saber a sus alumnos. De igual forma, no logran percibir la vulnerabilidad a la que las personas están expuestas a partir de este fenómeno, y específicamente la población mexicana (Terrón & Calixto, 2017).

Agenda 2030

En el 2015, la Organización de las Naciones Unidas (2018) aprobó la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible, en la cual se establecen 17 objetivos para generar una transformación hacia la sostenibilidad en lo económico, social y ambiental a nivel mundial. La presente investigación se rige bajo los principios de cuatro objetivos planteados en la Agenda:

Educación de calidad: Una buena educación desde la infancia es clave para una vida plena de las personas. Este objetivo se considera como el eje principal del trabajo, ya que es en lo que se centra el objetivo principal, siendo los docentes los beneficiarios directos, pero los alumnos el fin último.

Acción por el clima: Si bien la educación es el eje central, el cambio climático es el contenido primordial a trabajar. Este se encuentra presente y es cada vez más notorio en la variación del clima, desastres naturales y aumento del nivel del mar, y todo ello va en aumento debido a los gases de efecto invernadero que los procesos y actividades humanas causan. No es la excepción el noroeste de México, donde el clima es bastante distinto al resto del país, las consecuencias que se suscitan en esta región van a ser de igual forma diferentes. Es por ello la necesidad de comprender desde lo básico la ciencia detrás del cambio climático y sus efectos en la región, hasta acciones que favorezcan la adaptación (Trott, 2019).

Vida submarina: El proyecto se realiza en una región donde el océano es parte de la vida cotidiana de la comunidad, desde lo recreativo hasta lo económico, siendo

de gran importancia para el desarrollo social. Por otro lado, no se puede hablar sobre cambio climático sin abordar las consecuencias que esta causa en el océano que, a final de cuentas, llega a las costas y perjudica a los pueblos y/o ciudades.

Agua limpia y saneamiento: La escasez de recursos hídricos y la baja calidad del agua son problemas existentes en la región en cuanto a la seguridad alimentaria de la población (Gilabert-Alarcón, 2018). Además, debido a su clima, este problema aumenta por lo propenso a padecer sequías. La necesidad de concientizar a la población sobre esta situación es urgente, tema que también se aborda desde una perspectiva pedagógica y experimental para su entendimiento.

Vida terrestre: La biodiversidad terrestre es parte esencial del sistema socio ecológico del que los humanos somos parte, es por ello que luchar por su protección y cuidado es necesario. También, es importante trabajar para disminuir la desertificación de siendo una de las principales amenazas para la productividad humana.

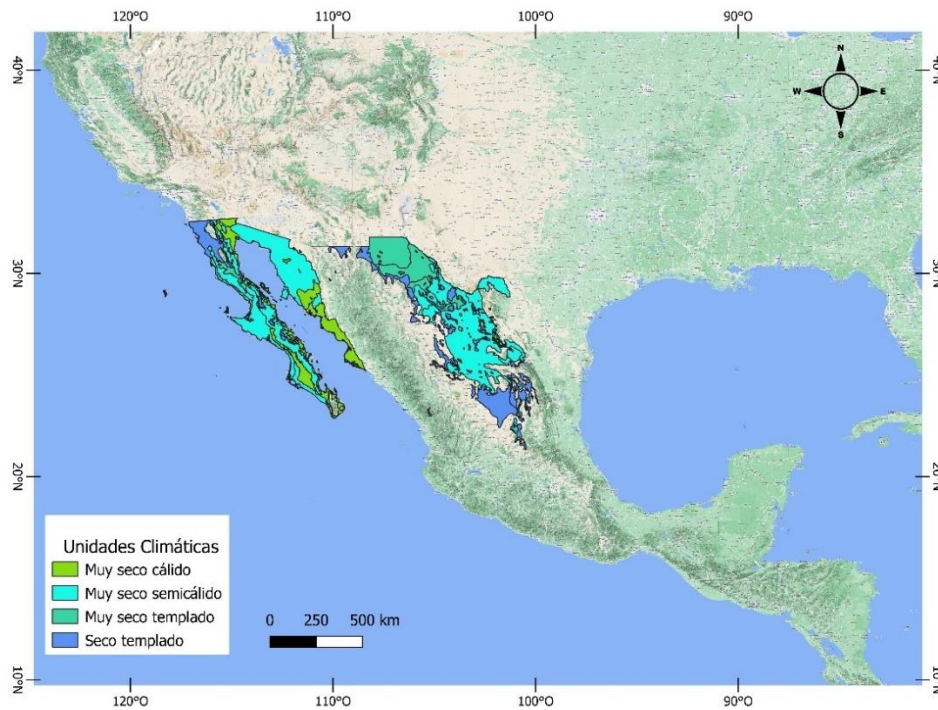
Área de estudio

El área de estudio está delimitada por aquellas regiones costeras del país y por las cuatro unidades climáticas consideradas para el trabajo de investigación: *Muy seco cálido*, *Muy seco semi cálido*, *Muy seco templado*, *Seco templado*. Es decir, los estados del país que cumplen con estas características son Baja California Sur, Baja California y Sonora (Ver Figura 1). Ya que este es un trabajo de

investigación-acción, por cuestiones de falta de vinculación y recursos limitados, se descartó trabajar con Baja California Sur.

Figura 1

Mapa de unidades climáticas de las zonas árido-costeras del noroeste de México



Nota. Elaborado por Bio. Íbes Dávila

El estado de Baja California y Sonora, comparten las unidades climáticas de *Muy seco cálido* y *Muy seco semicálido*, así como el golfo de California. Además, en Baja California existen las unidades de *Muy seco templado* y *Seco templado*, teniendo hacia el oeste el océano Pacífico.

Planteamiento del problema

El cambio climático está generando grandes cambios no solo en el medio ambiente sino también a nivel social, incrementando la brecha de desigualdad en una población que no le toma importancia para generar soluciones a largo plazo. De tal forma que la educación se considera como una herramienta que puede generar un cambio significativo en la dimensión social, cultural y ética del problema, así como en la representación social sesgada del cambio climático (González & Meira, 2020)

Un estudio realizado en México por Paredes et al. (2021) arrojó resultados que demuestran que la educación primaria denota un esfuerzo limitado para contribuir a que las comunidades actúen con iniciativa de mitigación y adaptación ante el cambio climático, además que los niños en esta etapa cuentan con vagos y dispersos conocimientos sobre el tema, les resulta complicado definir lo que es el cambio climático, así como poca capacidad de realizar acciones para enfrentar el problema, inclusive lo consideran un tema poco importante y que no se puede hacer mucho al respecto.

Con base en lo anterior, cae una gran responsabilidad en los docentes de educación básica para impartir contenido científico que funcione como sustento para este tema, el problema es la facilidad para poder hacerlo ya que, como lo menciona Cuevas et al. (2016) los maestros en México cuentan con el interés para impartir ciencia, pero se encuentran poco preparados para enseñarla desde una

visión transversal en el aula, así como poco aprovechamiento para la aplicación de actividades pertinentes en educación científica.

Además, específicamente sobre la impartición de contenido de cambio climático, estudios demuestran que dentro de las dificultades de los docentes para hacerlo es la falta de tiempo en clase, ya que necesitan impartir el programa de su curso ya predeterminado y establecido. Inclusive, una de las barreras para capacitarse sobre CC, es la falta de tiempo para tomar un programa de desarrollo docente, desencadenando otras consecuencias como la falta de gestión en el aula, la falta de conocimiento e iniciativa para enfrentar el problema, e inclusive la apatía por no estar informado de los grandes efectos que esta causando este fenómeno, no solo a nivel mundial sino también local (Ennes et al., 2021).

Justificación

Un aspecto fundamental a considerar es que los docentes son los agentes de cambio en la sociedad que tienen la responsabilidad de formar a niños y jóvenes con una conciencia racional ante los recursos naturales, esto por medio de la materia de las ciencias naturales. De esta manera promover su preservación, valoración y cuidado para la vida sana de futuras generaciones, así como la posibilidad de mitigar problemas ambientales que deriven al CC (Olivares, 2001).

Resultados de Shim (2021) muestran la necesidad de una mejora y reestructuración radical en el currículo, así como una adecuación a la metodología pedagógica pertinente al CC. Además, sí existe evidencia de cursos o talleres dirigido a docentes con enfoque en cambio climático (Rueda et al., 2017;

INNOVEC, 2020), pero solo en el centro y sur del país, con contenido principalmente teórico, poco experimental y con un enfoque generalizado.

De esta manera se llega a considerar que, no existe ningún programa de formación docente sobre cambio climático en educación primaria enfocado en zonas árido-costeras. Se considera que un programa de este tipo puede llegar a ser útil en términos conceptuales, prácticos y pedagógicos para maestros al noroeste del país.

II. PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN

1. ¿Cuál sería la estructura, contenido teórico-práctico y mecanismos de evaluación para un programa de formación docente a nivel de educación básica sobre cambio climático?
2. ¿Puede un programa de desarrollo profesional docente modificar los conocimientos, actitudes y percepciones sobre el cambio climático en docentes de educación básica?

III. OBJETIVOS

General

Realizar un programa de desarrollo profesional docente para educación básica sobre cambio climático con enfoque en zonas árido-costeras.

Específicos

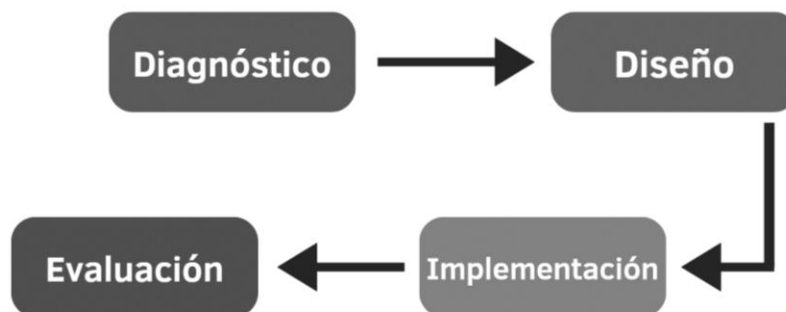
1. Aplicar un diagnóstico de conocimientos, preocupación, esperanza y necesidades pedagógicas sobre educación para el cambio climático dirigida a docentes de educación básica en Baja California y Sonora.
2. Diseñar, de manera colaborativa y basado en el *Manual de Contenido Didáctico: Acción por el planeta*, el modelo instruccional del programa de desarrollo profesional docente para el cambio climático
3. Implementar el programa de desarrollo profesional docente para el cambio climático.
4. Evaluar resultados del programa por medio de un análisis temático

IV. METODOLOGÍA

El programa *Educación Científica para el Cambio Climático* (ECCC) consistió en el diseño e implementación de un curso dirigido a docentes de quinto y sexto de primaria, así como de secundaria en las materias de ciencias, enfocado en regiones árido-costeras, llevando a cabo su implementación en la ciudad de Ensenada, Baja California. Sus principales características fueron las actividades prácticas y experimentales relevantes de cada tema, así como su contenido contextualizado a la región. Para la realización del programa, se aplicó y adecuó la metodología de gestión de procesos (González Del Pino et al., 2013) que, para fines del presente trabajo se establecieron cuatro fases: Diagnóstico, diseño, implementación y evaluación (Figura 2), esto con la intención de generar mejoras para futuras aplicaciones del programa. A continuación, se explica cada fase:

Figura 2

Metodología de gestión de procesos aplicada al programa



Nota. Elaboración propia con base en González Del Pino et al.

(2013)

Fase1. Diagnóstico: En esta etapa se aplicó una encuesta a nivel regional, es decir, al noroeste del país (Baja California y Sonora) y una entrevista a nivel local en la ciudad de Ensenada para conocer sus percepciones, esperanzas, conocimientos y actitudes hacia el cambio climático. Los participantes eran maestros de quinto y sexto de primaria, y de secundaria en el área de ciencias. Esta fase nos permitió establecer un panorama general sobre los conocimientos y actitudes de los docentes ante el CC, así como determinar el nivel pedagógico para impartir clases del tema y de esta manera, utilizar estos resultados para facilitar el diseño de estrategias entre docentes para su aplicación de manera interdisciplinaria y contextualizada (Zúñiga-Meléndez, 2020).

Fase 2. Diseño: Tomando como base el manual didáctico *Acción por el planeta* (Serendipia,2021), se inició con el diseño instruccional (DI) y la estructura del programa *ECCC*. Se agregaron los cuatro módulos del manual, así como otros tres más para fines andragógicos de los docentes (ver tabla 1). Además, el DI fue una adaptación del modelo *Experiencia, Reflexión, Conocimiento, Aplicación* (ERCA), utilizado comúnmente en procesos de capacitación (Maydana & López, 2009), en conjunto con el modelo *5E: Enganchar, Explorar, Explicar, Elaboración, evaluación* (Bybee et al., 2009) el cual se utiliza para enseñar temas de ciencias.

Tabla 1

Descripción del programa ECCC en relación con los ejes principales y sus resultados esperados

| Sesión | Ejes principales del DPD | Resultados esperados |
|---------------|--|--|
| 1 | Educación científica para el cambio climático | Generar discusión y diálogo sobre los temas relevantes con respecto al cambio climático |
| 2 | Ciencia del cambio climático | Experimento(s) del módulo |
| 3 | Océano y cambio climático | Generar diálogo por medio del momento ORA con respecto a su contexto escolar |
| 4 | Agua y cambio climático | |
| 5 | Biodiversidad y cambio climático | |
| 6 | Proyecto de acción: Fotovoces | Establecer proyectos de acción que sean viables en su escuela acorde a la metodología Aprendizaje basado en Proyectos (ABP) Producto del proyecto Fotovoces |
| 7 | Presentación de planes de clase contextualizados | Planes de clase basados en el programa ECCC acorde a su contexto escolar |

Fase 3. Implementación: La tercera fase consistió en la implementación del programa la cual era todos los sábados durante cuatro horas, además de 5 horas asincrónicas de actividades, es decir, 32 horas de capacitación en total durante siete semanas en el orden como se muestra en la Tabla 1. Para ello se invitó a docentes de escuelas públicas y privadas de Ensenada vía redes sociales, correo electrónico o bien, asistiendo a las escuelas a realizar directamente la invitación.

Fase 4. Evaluación: En la última fase, se realizó de dos formas: la primera, fue un análisis temático de los momentos de reflexión *Opinión, a Rescatar, Adaptar (ORA)* que se realizaban cada sesión para identificar la percepción de los docentes sobre las actividades y experimentos realizados y cómo ellos lo pudieran aplicar en su contexto escolar y; la segunda, fue por medio de la aplicación de un grupo focal para su posterior análisis temático de igual forma.

V. RESULTADOS

Programa de desarrollo profesional docente para educación básica sobre cambio climático con enfoque en zonas árido-costeras

Resumen

Los docentes de educación básica en México cuentan con una limitada preparación acerca de los conocimientos asociados al cambio climático. En otros países, se han implementado programas de desarrollo profesional docente dirigidos al cambio climático los cuales han obtenido resultados positivos a través de prácticas de campo y experimentación con un enfoque contextualizado. Los docentes en México no cuentan con un programa de este tipo que los instruya y oriente para realizar buenas prácticas didácticas en el aula, mucho menos contextualizadas a una región árida-costera como lo es el noroeste del país. El objetivo del presente trabajo es realizar un programa de desarrollo profesional docente con principios basados en ciencia dirigido a maestros de educación básica sobre cambio climático con contenido contextualizado a la región árida-costera con base en un diagnóstico local y regional. Como resultado, los docentes demostraron mayor interés y comprensión hacia las problemáticas del cambio climático, así como una actitud de acción e iniciativa a implementar las temáticas con sus alumnos, rescatando la importancia de la aplicación de experimentos contextualizados a la región. Es necesario desarrollar más cursos de capacitación para docentes con este enfoque para incentivar actitudes participativas para con sus alumnos en el aula de clases.

Palabras clave: docentes de educación básica, cambio climático, desarrollo profesional docente, contextualizado

Abstract

Basic education teachers in Mexico have limited preparation on the knowledge associated with climate change. In other countries, teacher professional development programs aimed at climate change have been implemented and have obtained positive results through field practices and experimentation with a contextualized approach. Teachers in Mexico do not have a program of this type that instructs and guides them to carry out good didactic practices in the classroom, much less contextualized to an arid-coastal region such as the northwest of the country. This study aims to perform a professional development program for basic education teachers on climate change with content contextualized to the arid-coastal region, based on a local and regional diagnosis. As a result, teachers showed greater interest and understanding of climate change issues, and an attitude of action and initiative to implement the topics with their students, highlighting the importance of applying contextualized experiments to the region. It is necessary to develop more training courses for teachers with this approach to encourage participatory attitudes toward their students in the classroom.

Key words: Basic education teachers, climate change, teacher professional development, contextualized.

I. Introducción

La emergencia climática afecta cada vez más a distintas regiones del mundo, principalmente por el drástico aumento de la temperatura a nivel global de 1°C en las últimas dos décadas (Intergovernmental Panel on Climate Change [IPCC], 2021). Ante esto, gobiernos, agencias internacionales, industrias y comunidades sobrellevan los efectos del cambio climático (CC) en una sociedad que realiza actividades de consumo insostenibles, y limita las prácticas que incentiven un equilibrio social, económico y ecológico (Canaza-choque, 2019).

El CC está generando grandes cambios no solo en el medio ambiente sino también a nivel social, incrementando la brecha de desigualdad en una población que no le toma importancia para generar soluciones a largo plazo. De tal forma que la educación se considera como una herramienta que puede generar un cambio significativo en la dimensión social, cultural y ética del problema, así como en la representación social sesgada del cambio climático (González & Meira, 2020)

Un estudio en Estados Unidos demostró que el problema a nivel educativo es que los docentes de educación básica en el área de ciencias se encuentran poco preparados de manera conceptual y práctico-pedagógica para enseñar sobre temas científicos referentes al CC ya que el tópico no fue incluido a profundidad en los planes y programas del área de ciencias (Shea et al., 2016). También lo demuestran los resultados del estudio de Wise (2010), ya que los docentes de ciencias presentan una falta de conocimiento respecto al tema y falta de estrategias de instrucción e implementación, sugiriendo de esta manera, un

desarrollo profesional docente enfocado en la ciencia, prácticas instruccionales y comunicación del CC.

En México, a pesar de que en la currícula educativa se contemplan contenidos que expliquen el origen de los problemas ambientales tales como el CC, dan una visión simplificada del problema al estudiantado, centrándose solamente en el uso de recursos naturales, siendo esta misma currícula la base para la formación docente, limitando así su perfil de egreso, teniendo pocas herramientas para enseñar a los estudiantes sobre cómo abordar problemáticas ambientales y menos poder transmitir actitudes a favor del ambiente (Calixto et al., 2018).

Existe evidencia por parte de Ulibarry (2016) que demuestra que el contenido sobre CC, no se hace presente en la dinámica de enseñanza-aprendizaje de educación básica. Además, las actividades y acciones propuestas en la práctica docente relacionada con temas de ciencia son superficiales, sin tocar a profundidad la raíz de un problema ambiental. Por otra parte, la educación científica también es esencial para tratar temas de cambio climático, y aunque los maestros en México tienen el interés para impartir ciencia, presentan limitaciones conceptuales para enseñarla desde una visión transversal en el aula, aunado a la falta de preparación para la aplicación de actividades pertinentes en educación científica tales como actividades prácticas y experimentales, que pudieran impactar sustancialmente en el aprendizaje conceptual y procedimental del alumno (Cuevas et al., 2016).

También, existe evidencia que indica que los profesores de educación primaria tienen concepciones erróneas sobre las causas y los efectos del cambio climático (ej. el aumento del nivel del mar es causado por el derretimiento del hielo marino, el CC es causado por el agujero de la capa de ozono), es decir, tienen cierta noción sobre el CC, pero no a un grado de comprensión ni capacidad de transmisión de este saber a sus alumnos. De igual forma, no logran percibir la vulnerabilidad a la que las personas están expuestas a partir de este fenómeno, y específicamente la población mexicana (Terrón & Calixto, 2017).

La presente investigación cubre la necesidad de educar para el cambio climático y específicamente al noroeste del país, ya que no existe conocimiento ni capacitación respecto al tema para los maestros. De aquellos programas que existen al centro del país, son pocos los que trabajan una parte experimental y es de una manera general para entender los procesos del cambio climático, por lo que no hay evidencia de talleres experimentales dirigidos a docentes de zonas árido-costeras. Además, es limitada la información en estas zonas sobre las causas y consecuencias del cambio climático, así como estrategias de mitigación y adaptación. De esta manera se cubre la necesidad de una falta de conocimiento práctico-pedagógico en docentes de educación básica con temas relacionados al cambio climático.

Es así como el presente estudio tiene por objetivo el diagnóstico en docentes sobre cambio climático y, la creación y evaluación de un programa de desarrollo profesional docente en cambio climático [DPD] dirigido a los maestros de educación básica de la región árido-costera del país. Se realizó la implementación

con docentes de Ensenada, Baja California los cuales participaron en talleres, conferencias y actividades que le compete al programa. Además, se realizó un análisis del diagnóstico regional y local, así como una evaluación de proceso y análisis de un grupo focal de los docentes, esto para medir los conocimientos y habilidades en cuestión de la práctica pedagógica sobre el CC.

Cambio climático a nivel nacional y regional

El cambio climático se refiere a las variaciones de la temperatura y de los patrones climáticos en distintas regiones del mundo, provocados por la alteración de la energía solar en la atmósfera debido a los gases de efecto invernadero, de esta manera, la principal consecuencia resulta ser el aumento de la temperatura promedio en la superficie terrestre (The Royal Society & The National Academy of Science, 2020)

En México, dada su diversidad de ecosistemas, los impactos por el CC afecta a las regiones de forma diferenciada pero de manera general, se verá afectado principalmente las planicies costeras debido al aumento del mar, la baja calidad en la producción de cultivos para mediados del siglo, inundaciones cada vez más frecuentes, la reducción de la biodiversidad tanto animal como vegetal, debido a las sequías y el incremento en la intensidad de huracanes en el pacífico, así como en el Golfo de California y Golfo de México (Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático, 2019).

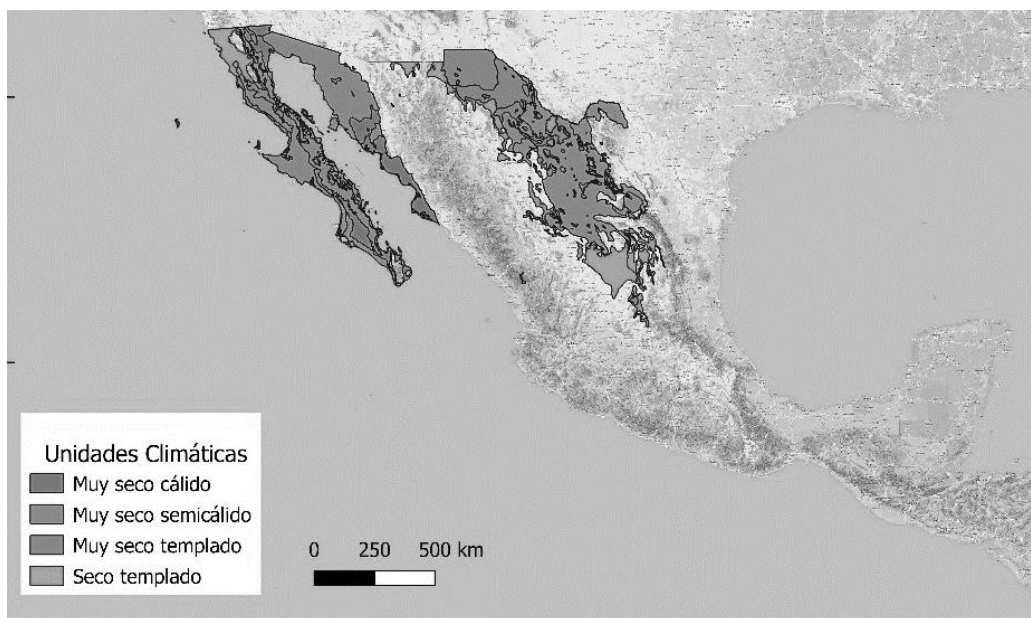
Es así como las consecuencias climáticas se hacen presente en la región noroeste (Tabla 1). Los estados de Baja California y Sonora son de los más afectados

debido a sus características ecorregionales (Figura 1) definidas principalmente por un clima mediterráneo compartido por un bioma desértico (Ezcurra et al., 2021).

Tabla 1. Consecuencias climáticas en la región noroeste

| Característica climatológica | Efecto | Repercusiones |
|------------------------------|--|--|
| Temperatura atmosférica | Aumento de más de 1.5° C para mediados de siglo | Afectará a las comunidades más vulnerables y ecosistemas de las sierras |
| Temperatura del océano | Aumento en la temperatura de la superficie del mar de hasta 4° C y mayor frecuencia de olas de calor marinas | Afectará los bosques de algas marinas de la región |
| Lluvias | Disminución de la precipitación anual en toda la región y aumento de la evapotranspiración | Aumento del estrés hídrico reduciendo la disponibilidad de agua y la humedad en los suelos |

Figura 1. Unidades climáticas de las zonas árido-costeras del noroeste de México



Nota: Elaborado por Biól. Íbes Dávila

Educación para el cambio climático

Una tendencia que está emergiendo a nivel global, debido a las corrientes de la educación científica y ambiental son los modelos educativos hacia el cambio climático. Este modelo sobre CC ha sido implementado y probado como un predictor de sensibilización hacia los individuos (Trott & Weinberg, 2020), además la efectividad de las estrategias implementadas en jóvenes es positiva para traspasar aquellas barreras ideológicas y políticas que se han creado en la sociedad respecto a esta problemática (Drewes et al., 2017).

La educación para el cambio climático (ECC) reconoce dos aproximaciones distintas: educar sobre el clima y educar para el cambio. La educación sobre el clima se refiere a la alfabetización científica de temas relacionados al clima y ecología, mientras que la educación para el cambio busca generar un cambio en las actitudes para impulsar ajustes en el sistema social, adaptarse a los inevitables efectos del CC, desarrollar conductas activas y de reflexión ante la problemática y generar cambios hábitos para una transición socio-ecológica como lo es la descarbonización y el decrecimiento en cuestión de recursos (González & Meira, 2020).

Estudios demuestran que la implementación de programas en ECC aumenta las actitudes de los estudiantes hacia el desarrollo de soluciones para problemas derivados del CC, estimula un cambio de ideas y concepciones, así como comportamientos proambientales en su día a día que incitan, inclusive, su camino profesional a futuro (Cordero et al., 2020; Holthuis et al., 2014; Pruneau et al.,

2003). De igual forma, este tipo de programas incentivan la sensibilización ante el CC entre niños y jóvenes, además, llegan a adquirir mayor confianza para generar acciones de minimización y adaptación gracias al conocimiento adquirido y el deseo de seguir aprendiendo (Trott, 2019).

El cambio climático en el currículum educativo mexicano

La necesidad de abordar temas sobre CC en la educación a nivel nacional, radica también desde un sustento legal, ya que en México la Ley General de Educación [LGE] (2019) establece que se debe desarrollar capacidades y habilidades de resiliencia ante el cambio climático, inculcando un respeto por la naturaleza, por ello argumenta necesaria la acción de enseñar conceptos y principios para afrontarlo por medio de una educación ambiental para la sostenibilidad en los planes y programas de estudio, enfocada en una adaptación y mitigación hacia el CC.

Con base en lo anterior, en los planes y programas de educación básica *Aprendizajes clave para la educación integral*, se argumenta la necesidad de educar para competencias de la vida, dentro de las cuales se debe considerar competentes para enfrentar el cambio climático (DOF, 2017).

Shim (2021) sostiene que existe una necesidad de mejora y reestructuración radical en el currículum, así como una adecuación a la metodología pedagógica pertinente al CC. Además, no se identificó evidencia, en ningún lugar de país, de que se haya realizado un programa de capacitación a los docentes de educación

básica con respecto al CC, así como carencia de materiales que permitan una eficiente enseñanza.

Por otra parte, la LGE (2019) establece la necesidad de fortalecer el desarrollo y superación profesional docente mediante la formación, capacitación y actualización. Además, la Secretaría de Educación Pública [SEP] (2017) en el modelo educativo establece que la práctica docente se debe fortalecer y actualizar desde la propia formación disciplinar y la práctica pedagógica atendiendo necesidades del propio modelo y de los enfoques curriculares.

Sin embargo, resultados de Ennes et al. (2021) muestran que una de las barreras que los maestros mencionan para capacitarse sobre CC es la falta de tiempo para tomar un programa de desarrollo docente, desencadenando situaciones como la falta de gestión en el aula, la falta de conocimiento e iniciativa para enfrentar el problema e inclusive la apatía por no estar informado de los grandes efectos que está causando este fenómeno, no solo a nivel mundial sino también local.

Programa de desarrollo profesional docente enfocados en cambio climático

A inicios del 2000, el Centro Nacional de Investigación Atmosférica en Estados Unidos, aplicó por cuatro años consecutivos un programa de desarrollo profesional docente en cambio climático, señalando que los docentes llegaban poco preparados con respecto al tema, pero después del curso identificaron la importancia de actividades curriculares basadas en investigación así como de actividades prácticas o experimentales para temas relevantes al cambio climático,

el valor de trabajar desde un contexto local y la interacción e intercambio de ideas entre pares (Johnson et al., 2008).

Así mismo, Shea et al. (2016) se enfocó en el diseño e implementación de un programa híbrido de desarrollo profesional docente [DPD] el cual se impartió de manera presencial y virtual a maestros de ciencias de educación básica y media superior enfocado en el CC. Los datos fueron recolectados por medio de instrumentos cuantitativos y cualitativos como bitácoras de observación, entrevistas, grupos focales y test. Los resultados fueron positivos en los participantes, ya que se demostró que lograron generar un impacto en sus alumnos, en sus creencias y preocupación sobre el CC.

Por otra parte, en México existen algunos ejemplos de impartición de talleres hacia docentes referentes al cambio climático. Estos programas se enfocan en brindar conocimientos teóricos del CC sobre acciones de adaptación y mitigación y establecer una red para la concientización de la comunidad respecto al tema. Algunos solo se enfocaban en la parte teórica, y aquellos que trabajaban la parte experimental era de manera general y no contextualizada (Rueda et al., 2017; INNOVEC, 2020)

Buenas prácticas de un programa de desarrollo profesional docente

Existen varios principios conocidos como “buenas prácticas” que sirven para orientar a un capacitador en el DPD a realizar un trabajo con calidad. Para el presente proyecto, se retomaron varios principios que Garet et al. (2001) establecen como esenciales para cualquier diseño e implementación de DPD, en

apoyo de los principios específicos con enfoque en ciencias que utiliza Wilson (2013). A continuación, se muestra una tabla de las buenas prácticas que son aplicables para el DPD del presente trabajo, mostrando teóricamente lo que significa cada uno y como se lleva a la práctica (Tabla 2).

Tabla 2. Buenas prácticas del desarrollo profesional docente

| Buenas prácticas | Teoría | En la práctica |
|---|--|---|
| Contenido específico | Grado en el que las actividades del programa se enfocan y profundizan en el contenido | Momentos expositivos de contenido y facilitación de lecturas clave |
| Aprendizaje activo | Brindar oportunidades a los docentes para que puedan realizar un análisis del proceso Enseñanza-aprendizaje | Espacios de diálogo y reflexión para identificar cómo incluir lo aprendido en el curso en su planeación de clase |
| Participación colectiva | Oportunidad para discutir conceptos, compartir consejos y exponer problemas de tipo curricular, pedagógico y de evaluación. | Aplicar aprendizaje basado en proyectos el cual genere un intercambio de ideas para llegar a la resolución del problema. |
| Coherencia pedagógica y curricular | Incorporar experiencias alineadas a los objetivos del docente, así como a los estándares o políticas estatales y/o nacionales | Basar el diseño instruccional del programa en lineamientos internacionales, nacionales y estatales con respecto al cambio climático y a las prácticas pedagógicas a nivel de educación básica |
| Tiempo | Generar el espacio suficiente para discusiones sobre profundidad de contenido, concepciones de los estudiantes y estrategias pedagógicas, así como desencadenar practicas nuevas | Establecer tiempos específicos para la parte teórica, práctica y de reflexión del tema para con su propio contexto escolar. |

y obtener feedback

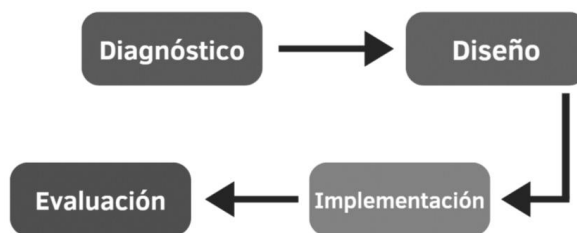
| | | |
|------------------------------|--|---|
| Actividades prácticas | Enseñanza de actividades prácticas para los estudiantes incrementa el conocimiento en ciencias en ellos. | Mantener como eje central las actividades prácticas y experimentales, haciendo énfasis en su proceso y resultado. |
|------------------------------|--|---|

Nota: Elaboración propia con base en Garet et al. (20021) y Wilson (2013)

II. Método

El programa educación científica para el cambio climático [ECCC] consistió en el diseño e implementación de un curso dirigido a docentes de quinto y sexto de primaria, así como de secundaria en las materias de ciencias, enfocado en regiones árido-costeras, realizando su implementación en la ciudad de Ensenada, Baja California. Sus principales características fueron las actividades prácticas y experimentales relevantes de cada tema, así como su contenido contextualizado a la región. Para la realización del programa, se aplicó y adecuó la metodología de gestión de procesos (González Del Pino et al., 2013) que, para fines del presente trabajo se establecieron cuatro fases: Diagnóstico, diseño, implementación y evaluación (Figura 2), esto con la intención de generar mejoras para futuras aplicaciones del programa. A continuación, se explica a detalle cada fase.

Figura 2. Metodología de gestión de procesos aplicada al programa



Nota: Elaboración propia con base en González Del Pino et al. (2013)

Diagnóstico

Esta primera etapa tiene por objetivo plantear un panorama general sobre el estatus actual de los conocimientos disciplinarios y preparación pedagógica del docente ante temáticas relacionadas con el CC y de esta manera, partir de una necesidad y evidencia directa para el desarrollo del curso.

Para ello, se midieron las actitudes hacia el cambio climático de los docentes de educación básica de zonas árido-costeras, específicamente de los estados de Baja California y Sonora. Es decir, identificar sus preocupaciones, creencias y esperanzas que tienen sobre esta problemática, así como sus conocimientos y áreas de oportunidad educativas para impartir el tema en clase. También, se evaluaron necesidades de capacitación a nivel pedagógico sobre contenido de CC.

Diagnóstico cualitativo y local

Para realizar el diagnóstico, se aplicaron dos instrumentos. El primero fue una entrevista, la cual se adecuó y modificó con base en los formatos de entrevista de Castillo-Montoya (2016) y Güler et al. (2020), y de la guía de Vergara (2013) sobre necesidades de capacitación. El instrumento *Entrevista semiestructurada dirigida a docentes de educación básica enfocada en el cambio climático* consta de 13 preguntas en total, con siete apartados: de contexto (dos preguntas), de transición (dos preguntas), sobre el significado del cambio climático (una pregunta), sobre las causas del CC (una pregunta), sobre los efectos del CC (una pregunta), sobre

sus sentimientos con respecto al CC (una pregunta) y sobre educación y obstáculos para impartir contenido de CC (cuatro preguntas).

Se entrevistaron a seis profesores de la ciudad de Ensenada, Baja California: un maestro de quinto de primaria, una maestra de sexto de primaria, y cuatro docentes de primero de secundaria que imparten la materia de ciencias, dos de ellos imparten clase en una secundaria privada, uno en secundaria pública y el último en una telesecundaria. Se les contactó por medio de redes sociales y/o correo electrónico. Previo a su entrevista, se les solicitó firmar una carta consentimiento para confirmar su aprobación a ser grabados y que permitían el uso de la información recabada para fines académicos.

Diagnóstico cuantitativo y regional

El segundo instrumento fue de tipo cuantitativo, se adaptó la escala de Leiserowitz (2011) y de Stevenson et al. (2018) y se diseñó la encuesta tipo Likert *Preocupaciones, creencias, esperanza y conocimientos sobre el cambio climático en docentes* la cual consta de 37 preguntas con cinco apartados: datos demográficos y del participante (ocho preguntas), preocupación sobre el cambio climático (cinco preguntas, escala de respuesta de 0 a 4 de tipo Likert), esperanza sobre el cambio climático (cinco preguntas, escala de respuesta de 0 a 5 de tipo Likert), conocimiento sobre cambio climático (16 preguntas de verdadero y falso, 3 preguntas de opción múltiple) y un apartado especial sobre el interés de tomar un programa de formación docente sobre el cambio climático que constaba de tres preguntas.

Para el instrumento cuantitativo, se hizo un muestro no probabilístico, siendo el más viable de utilizar al seleccionar participantes que se encontraban disponibles para participar al momento de la recolección de datos (Creswell, 2012). Se aplicó la encuesta a 84 docentes de quinto y sexto grado de primaria y de cualquier grado de secundaria mientras sea de las asignaturas de ciencias naturales, entre escuelas públicas y privadas de Baja California y Sonora (Tabla 3). Para la recolección de datos se generó un *Google Forms*, de esta manera, el enlace de la encuesta se hizo llegar a los docentes por medio de redes sociales o correo electrónico. También, se visitó una escuela y se aplicó a 11 profesores de manera presencial.

Tabla 3. Características demográficas de los docentes encuestados

| Características | | Total | % |
|--------------------------------|-----------------|-------|------|
| Género | Masculino | 26 | 31 |
| | Femenino | 58 | 69 |
| Estado en el que imparte clase | Baja California | 41 | 48.8 |
| | Sonora | 43 | 51.2 |
| Años impartiendo clase | De 1 a 4 años | 13 | 15.5 |
| | De 5 a 8 años | 15 | 17.9 |
| | De 9 a 12 años | 10 | 11.9 |

| | | | |
|-------------------------------|------------------|----|------|
| | De 13 años o más | 46 | 54.8 |
| Tipo de escuela | Pública | 56 | 66.7 |
| | Privada | 28 | 33.3 |
| Grado en el que imparte clase | 5to de primaria | 17 | 20.2 |
| | 6to de primaria | 16 | 19 |
| | Secundaria | 51 | 60.7 |

Diseño del modelo instruccional y estructura del curso

El diseño del curso se basó en el manual de contenido didáctico *Acción por el planeta*, creado por el grupo de educación científica *Serendipia* (<https://www.serendipiaeducacion.org/>). El manual cuenta con una parte instruccional dirigida a docentes y con un cuadernillo de trabajo dirigida a los alumnos. El mismo, se divide en cuatro módulos o temas principales: 1) ciencia del cambio climático, 2) océano y cambio climático 3) agua y cambio climático y 4) biodiversidad, los cuales se encuentran divididos por actividades contextualizadas a la región árida-costera con ejemplos aterrizados a la ciudad y zonas cercanas (efectos en el océano, cuenca hidrológica, sequias en la región y plantas nativas). Las mismas están basadas en el modelo 5E (Enganche, exploración, explicación, elaboración, evaluación) (Bybee et al., 2009). Para fines del programa, se tomaron estos cuatro módulos como ejes principales del curso agregando tres más: educación para el cambio climático, proyectos de acción y adaptación a los planes

de clase (Tabla 4). Con base en ello, se realizó un diseño instruccional (DI) del curso bajo la metodología 5E que se enfoca en la enseñanza de la ciencia, en combinación con el modelo ERCA (experiencia, reflexión, conocimiento, aplicación), el cual atiende a necesidades de aprendizaje a nivel andragógico para cursos de capacitación (Maydana & López, 2009). Así, el DI se estructuró para un total de siete sesiones de cuatro horas cada una más cinco horas de actividades en casa.

De esta manera, el DI se realizó bajo una combinación de las fases entre el modelo 5E y ERCA, resaltando las primordiales como la de *Exploración* (5E) en la cual se realizaba actividades de experimentación y la otra, *Aplicación* (ERCA) que genera un espacio de diálogo *Opinión, A rescatar, Adaptar* [ORA] para que los docentes pudieran aterrizar a su propio contexto todo el contenido y actividades vistas durante el módulo.

Tabla 4. Descripción del programa ECCC en relación con los ejes principales y sus resultados esperados

| Sesión | Ejes principales del DPD | Resultados esperados |
|---------------|---|---|
| 1 | Educación científica para el cambio climático | Generar discusión y diálogo sobre los temas relevantes con respecto al cambio climático |
| 2 | Ciencia del cambio climático | Experimento(s) del módulo |
| 3 | Océano y cambio climático | Generar diálogo por medio del momento ORA con respecto a su contexto escolar |
| 4 | Agua y cambio climático | |

| | | |
|---|--|--|
| 5 | Biodiversidad y cambio climático | |
| 6 | Proyecto de acción: Fotovoces | Establecer proyectos de acción que sean viables en su escuela acorde a la metodología Aprendizaje basado en Proyectos (ABP) Producto del proyecto Fotovoces |
| 7 | Presentación de planes de clase contextualizados | Planes de clase basados en el programa ECCC acorde a su contexto escolar |

Implementación

El programa se realizó durante el último trimestre del 2022 en siete módulos en el orden señalado en la tabla 4, uno por semana. El primer módulo fue teórico, del segundo al quinto fue de tipo práctico y experimental (Figura 4), mientras que del sexto al séptimo fue práctico y expositivo. Cada módulo duró cuatro horas, más cinco horas de actividades asincrónicas a lo largo de todo el programa. Para mantener motivados a los docentes, se les hizo entrega de una constancia de participación al finalizar el curso, para ello se les tomaba asistencia cada módulo, así como solicitar tres productos al finalizar el programa: documento con sus planes de clase basados en el programa *Acción por el planeta* adaptados a su contexto escolar, documento de Aprendizaje Basado en Proyectos del proyecto de acción que se plantearon realizar en la escuela y su producto final del proyecto *Fotovoces*.

Figura 4. Actividades de implementación



Nota: efecto invernadero, acidificación del océano, cuenca hidrológica, biodiversidad (de izquierda a derecha, de arriba a abajo)

Los participantes del programa (N = 7) fueron maestros de secundaria privada (N = 2), pública (N = 2) y telesecundaria (N = 3). Eran seis mujeres y un hombre que oscilaban entre los 30 y 40 años. Los docentes fueron participantes voluntarios aceptando la invitación ya sea por medio de la difusión del programa en redes sociales o al momento de realizar la visita en su escuela. Si bien la invitación estaba de igual forma dirigida a docentes de quinto y sexto de primaria, solo contamos con la participación de maestros de secundaria. Del total de docentes, tres eran maestros de telesecundaria, es decir, tienen a su cargo el total de las asignaturas, tres eran maestras de biología y una era maestra de informática.

Evaluación

Para el diagnóstico regional, se utilizó el software *SPSS* para el análisis cuantitativo de las encuestas y así obtener el promedio de los resultados de cada dimensión y su desviación estándar, además, se utilizó *Excel* para obtener puntajes de la dimensión de *conocimiento sobre el cambio climático*. Mientras que para el diagnóstico local, se utilizó el software *MAXQDA* para el análisis cualitativo de las entrevistas, de esta manera obtener las categorías y códigos pertinentes para presentar resultados.

Con respecto a las experiencias de los docentes se recabaron de dos formas, la primera fue por medio de los momentos de Opinión, a Rescatar y Adaptaciones de las actividades, y la segunda al finalizar la implementación, a través de la aplicación de un grupo focal para identificar la percepción, conocimiento y habilidades adquiridas posterior al curso.

Momentos ORA

Los momentos ORA eran para escuchar la opinión del docente respecto al tema y cómo ellos pudieran aplicarlo en su contexto escolar. Estos momentos se aprovecharon para realizar una evaluación de proceso. Para la recolección de estos datos, se grabaron los diálogos los cuales fueron transcritos, así como se fotografió la evidencia que se recolectaba en el pizarrón. Para su análisis no se requirió de ningún software ya que, por la propia naturaleza de la actividad, las categorías de respuestas ya estaban plasmadas (opiniones, actividades

rescatadas y adaptaciones) de esta manera, se podrían generar inferencias de lo que los maestros pensaban de manera general con respecto a cada sesión.

Grupo focal

Al finalizar el curso, se aplicó un grupo focal con los docentes. Para ello, solo se contó con seis de ellos y de esta manera poder identificar: (1) las percepciones de los docentes sobre el cambio climático después de la implementación del curso, (2) los conocimientos y/o habilidades que adquirieron los docentes después de haber tomado el curso y (3) el grado de acción en el que se consideran los docentes para proponer soluciones ante las consecuencias del cambio climático.

La recolección de datos del grupo focal se realizó a través de la misma sesión que fue grabada en audio para luego ser transcrita y analizada a través del *software* MAXQDA para la creación de categorías, códigos y subcódigos para que ayuden a visualizar e identificar específicamente aquellos elementos de los objetivos planteados. Se optó por utilizar el análisis Temático Reflexivo (Clarke & Braun, 2021) ya que permite identificar la perspectiva de los docentes sobre las estrategias didácticas y reflexiones durante el curso.

III. Resultados

En esta etapa, presentamos los resultados del trabajo en tres apartados generales: (a) diagnóstico regional y local, (b) ORA: Opiniones, a Rescatar y Adaptaciones de las actividades del programa y (c) percepción, conocimiento y habilidades adquiridas después del programa.

Diagnóstico regional y local

Respecto a la dimensión *importancia ante el cambio climático*, los docentes consideran extremadamente importante y se encuentran muy preocupados con respecto al calentamiento global (CG), consideran que el CG les perjudicará en gran medida, así como a generaciones futuras y hablan 2 o más veces al año sobre temas de CC con su familia. Para la dimensión de *esperanza ante el cambio climático*, los docentes no están seguros de que la gente será capaz de detener el CG, pero sí que los científicos serán capaces de encontrar formas de resolver problemáticas de CC, así como que cada día hay más personas que se preocupan por este tipo de problemas, y que al trabajar todos juntos podemos resolver problemas derivados del CC, habiendo muchas cosas que pueden hacer para ayudar (Tabla 5).

Tabla 5. Media y Desviación Estandar de los ítems de *Importancia ante el cambio climático* y *Esperanza ante el cambio climático*

| Dimensión | ítem | Resultados | M | DE |
|--------------------------------------|--|---------------------------|-----|-----|
| Importancia ante el cambio climático | Importancia ante el tema del calentamiento global | Extremadamente importante | 3.6 | .55 |
| | Preocupación respecto al calentamiento global | Estoy muy preocupado | 3.6 | .55 |
| | Grado en el que les perjudicará el calentamiento global | En gran cantidad | 3.7 | .55 |
| | Grado en el que perjudicará el calentamiento global a generaciones futuras | En gran cantidad | 3.9 | .3 |

| | | | | |
|------------------------------------|--|----------------------|-----|------|
| | Cantidad de veces que se habla de temas sobre cambio climático en el hogar | 2 veces o más al año | 3 | 1.08 |
| Esperanza ante el cambio climático | La gente será capaz de detener el calentamiento global | No estoy seguro | 3.4 | 1.17 |
| | los científicos serán capaces de encontrar formas de resolver los problemas causados por el cambio climático | De acuerdo | 3.8 | 1.94 |
| | cada día hay más personas que se preocupan por este tipo de problemas | De acuerdo | 3.7 | .99 |
| | al trabajar todos juntos podemos resolver problemas derivados del CC | Muy de acuerdo | 4.5 | .78 |
| | Hay muchas cosas que se pueden hacer para ayudar | De acuerdo | 4.3 | .99 |

Nota: En la dimensión "Importancia del cambio climático" las escalas van de la siguiente manera: P1: de 0=nada importante a 4=Es extremadamente importante, P2: de 0=No estoy nada preocupado a 4= Estoy muy preocupado, P3 y P4: de 0=Nada en absoluto a 4=En gran cantidad, P5: de 0=Nunca a 4=3 o más veces al año; M = media, DS = Desviación estándar. En la dimensión "Esperanza ante el cambio climático" la escala de las preguntas va de la siguiente manera: 0= no veo el cambio climático como un problema y del 1=Muy en desacuerdo al 5=Muy de acuerdo

En cuanto a los conocimientos, los docentes obtuvieron un puntaje de tipo reprobatorio (del 1 al 100 se consideraron por debajo de 70 reprobatorio) de manera general, de igual forma obteniendo puntajes bajos de este tipo en las dimensiones de *mitigación ante el CC* y *causas del CC*, en cambio para el apartado de *consecuencias del CC* obtuvieron un resultado aprobatorio (Tabla 6).

Tabla 6. Puntaje por dimensión de conocimientos del CC

| Dimension | Puntaje |
|------------------|----------------|
| Promedio general | 65.6 |
| Mitigación | 49.2 |
| Causas | 68.5 |
| Consecuencias | 79.1 |

Por otra parte, los resultados de las entrevistas se dividieron en dos categorías: (1) Educación para el cambio climático y (2) conocimientos, percepciones y actitudes sobre el cambio climático y cada una con sus respectivos códigos que se pueden observar en la tabla 7.

Tabla 7. Categorías y códigos de la entrevista diagnóstica

| Categoría | Códigos |
|---|---|
| Educación para el cambio climático | Necesidades de capacitación |
| | Estrategias implementadas en educación para el cambio climático |
| | Limitaciones externas |
| | Propuestas de implementación |
| | Percepciones hacia el CC |

Conocimientos, percepciones y actitudes sobre el cambio climático

Conceptos erróneos sobre el CC

Efectos provocados por el CC

Concepto sobre el CC

Sentimientos hacia el CC

Factores que provocan el CC

Conductas hacia el CC

Respecto a la primera categoría *Educación para el cambio climático*, los participantes denotaron una necesidad a ser capacitados en el tema, específicamente profundizar en contenido y en aprender actividades prácticas y experimentales, así como algunas limitaciones externas relacionadas al tiempo de implementación y falta de recursos tecnológicos para implementar al respecto:

Una capacitación en la que puedas desarrollar actividades lúdicas que no tomen mucho tiempo, pero que logren captar la atención del alumno, actividades más prácticas, tal vez algún experimento que se logre observar (Michelle, maestra de biología).

Por otro lado, los docentes argumentaron ciertas ideas que consideraron como estrategias adecuadas al momento de una implementación sobre CC, más inclinadas al tipo expositivo y aprendizaje basado en proyectos. También, consideraron ciertas acciones como propuestas de solución enfocadas a invitar a

la comunidad a sus proyectos escolares y a fomentar la visita de los alumnos a lugares relacionados con la ciencia:

Yo siento que los proyectos que hacemos de invitar a la gente a participar sería lo más viable, porque es lo que podría generar resultados casi visibles y que funcionen, el invitarles a participar (Omar, maestro de quinto de primaria).

En cuanto a la segunda categoría *Conocimientos, percepciones y actitudes sobre el cambio climático*, los docentes hablaban someramente sobre qué es cambio climático, así como de los factores y/o efectos relacionados al CC, pero sin profundizar en las causas del problema. Además, exponían ideas erróneas comunes entre la población sobre las consecuencias del CC (ej. derretimiento del hielo marino):

Creo que son las malas prácticas, principalmente del trabajo en las grandes corporaciones, en las grandes industrias, siento que eso es la principal. La segunda es que se están explotando los recursos de manera rápida (Pablo, maestro de biología).

Me viene a la mente aumento de la temperatura del planeta, desertificación, derretimiento de los polos, muchos factores y muchas evidencias que podemos apreciar observacionales, incluso también con datos (Francisco, maestro de biología).

Con respecto a las actitudes hacia la problemática del CC, los maestros consideran que esta problemática es una realidad que les causa conflicto, pero es posible realizar acciones para contrarrestar:

Es una situación por la que nuestro planeta está pasando y se tiene que buscar estrategias por empresas y por nosotros mismos para poder actuar ante esta situación y regular lo que se pueda (Francisco, maestro de biología).

Los sentimientos que el CC genera en los docentes son principalmente de incertidumbre, preocupación e impotencia, ya que argumentan que los esfuerzos individuales pudieran no ser suficientes:

Primero siento preocupación, obviamente la preocupación trae ansiedad que ahí ya estás pensando en muchas cosas y no sabes que hacer y pues más adelante trae también incluso impotencia de que a lo mejor tú quieres hacer algo, tratas de hacer algo y sientes que no es el impacto necesario o sientes que te relegan porque no tienes los recursos para poder trabajar económicamente o no tienes el apoyo necesario (Pablo, maestro de biología).

ORA: Opinión, a Rescatar y Adaptación de las actividades del programa

Para esta evaluación de proceso se consideró enriquecedor los comentarios de los espacios de reflexión: desde lo que opinaban de manera general; las estrategias, actividades o momentos que veían valiosos a implementar en su

contexto escolar tal y como se presentaron o inclusive, generar adaptaciones a estos mismos (tabla 8).

Tabla 8. Opinión, a rescatar y a adaptar

| Opinión | A rescatar | Adaptar |
|--|--|---|
| Facilidad de adaptación y aplicación de las actividades didácticas y experimentos | La parte instruccional, la forma de aplicación e implementación de las prácticas pedagógicas y de los experimentos | Cambiar el orden de algunas dinámicas y actividades |
| Por la naturaleza de las actividades, propicia el trabajo colaborativo entre los alumnos | Los contenidos se prestan a ser transversales entre las diversas materias de la currícula | Utilizar materiales diversos |
| Las actividades ayudan a conectar con experiencias de los alumnos | Los docentes identificaron la necesidad de ellos mismos seguirse preparando respecto al tema | La necesidad de considerar las diversas características de los estudiantes |
| Incentivan la concientización y empatía ante la problemática | | La importancia de generar un conocimiento previo o andamiaje de los temas a implementar |
| | | Considerar actividades para realizar en el hogar y/o en su misma comunidad |

Percepción, conocimiento y habilidades adquiridas después del programa

Los resultados del grupo focal se consideran favorables, ya que se puede distinguir entre los docentes una diferencia con respecto a su percepción previa y posterior al curso, un aprendizaje significativo en cuanto a conocimientos y

habilidades y, principalmente, denotando iniciativa de actuar ante esta problemática desde su labor como docente. Los mismos fueron divididos en 3 categorías: (1) percepción del cambio climático, (2) conocimientos y habilidades adquiridas, (3) soluciones que se pueden aportar como docentes.

Con respecto a la primera categoría *Percepción del cambio climático*, previo a la implementación del curso, en los docentes no existía claridad suficiente teniendo una idea errónea del tema y poca información de la cual sustentarse; actuaban de una manera superficial, ya que se mantenían al margen de la acción y lo consideraban lejos de su alcance, pero sí lo veían como una problemática de gran magnitud que afecta en su vida cotidiana:

Yo pensaba simplemente que era un problema que está modificando nuestro estilo de vida y va a modificar nuestro estilo de vida a un futuro, pero hasta ahí, pero me faltaba mucha información (Ixchel, maestra de biología).

Yo tenía una idea muy errónea del CC. Yo lo asociaba principalmente a la contaminación (Marcos, maestro de telesecundaria).

Posterior a la implementación, los docentes demostraron ser más conscientes ante la problemática explicando la necesidad de adaptarse y que el tema no debería ser exclusivo del ámbito científico; hubo mayor claridad al momento que ellos argumentan que el CC es un fenómeno que ya no se puede evitar y; reconocen la necesidad de seguirse preparando:

A mí me sirvió para concientizar un poquito de que no somos únicos en el planeta, y que sí tenemos que ver por los demás, para el futuro de los demás, para las nuevas generaciones (Claudia, maestra de telesecundaria).

... que es aplicable, que es demostrable, que es atractivo y que se puede aterrizar al contexto real y poderlo compartir con los alumnos (Mónica, maestra de biología).

Así mismo, después del curso, los docentes consideran que el fenómeno va a afectar en su comunidad desde lo económico, principalmente en las actividades pesqueras y del comercio; en temas del agua, tanto en su calidad hasta la falta de lluvia; en la biodiversidad destacando más que nada en especies marinas y en el valor estético del paisaje y; en el mismo clima como lo es el aumento de las temperaturas locales:

El aumento de las temperaturas. Ensenada lo presencié muchísimo este verano: [...] 32 grados. La deforestación. La falta de lluvia, no hay agua (Mónica, maestra de biología).

Económicamente siento yo que es donde ha afectado más. Hay zonas de nuestra región aquí, en Baja California, que si han tenido esa problemática con el cambio y económicamente les ha ido mal (Marcos, maestro de telesecundaria).

Respecto a la segunda categoría *Conocimiento y habilidades adquiridas*, los maestros adquirieron los conocimientos científicos básicos sobre cambio climático para poder implementar en sus aulas; reconocen la importancia de concientizar a sus alumnos desde la enseñanza y llegar a la adaptación; identifican los beneficios de las herramientas que se utilizan en la metodología 5E y; consideran clave la experimentación con sus alumnos para el aprendizaje:

Yo me llevo la parte experimental, porque si yo sola hubiera querido hacer alguna actividad para dar contexto al cambio climático y para que los alumnos lo experimentaran de manera diferente, no se me hubiera ocurrido (Rosario, maestra de biología)

Así mismo, consideran que adquirieron las habilidades básicas para implementar en el aula, generando motivación a aplicar las actividades experimentales; sabiendo qué metodología seguir para darle lógica a las temáticas; se sienten con más confianza a adentrarse al tema y; consideran importante llegar a profundizar en el contenido, así como generar transversalidad a través de las materias de la escuela:

La más importante fue el de poder vincular las materias, no solo enfocarlo en una sola. Poder tener transversalidad (Claudia, maestra de telesecundaria).

Ahora con este nuevo plan que se va a aplicar, nos sirvió mucho el curso para poder vincular con esto que se empezara a trabajar por proyectos.

Entonces la fase 5E me gustó mucho y me sirvió mucho (Zaira, maestra de telesecundaria).

En la tercera y última categoría *Soluciones que se pueden aportar como docentes*, se evidencia la importancia de generar vínculos una vez establecidos los proyectos de acción con sus alumnos, desde acercarse a tomadores de decisiones hasta involucrar activamente a la familia y comunidad; argumentan lo indispensable que es la transmisión del conocimiento a los estudiantes desde su propio contexto y de brindarles herramientas para la adaptación; reconocen que es necesario darle continuidad a los proyectos que se implementen a través de la apropiación de los mismos e identifican como una solución a la divulgación del conocimiento y las acciones que se realizan en la escuela:

Que se den cuenta que hay una correlación directa de la forma en que ellos viven, el lugar donde viven y cómo obtienen sus recursos desde la naturaleza y la economía, esto desde la educación, que no lo sientan ajeno “la escuela es una cosa y lo que vivo en mi vida es otra”, no. Es una adaptación de este conocimiento al medio de ellos, para que lo apropien y se den cuenta de que va a impactar directamente en eso ¿Cómo lo pueden hacer? Que vayan adquiriendo las herramientas, así como nosotros, en la medida de lo posible (Marcos, maestro de telesecundaria).

IV. Discusión y conclusiones

Se puede confirmar que se cumplió con el objetivo del estudio el cual era el desarrollo de un programa profesional docente que brindara los conocimientos y

preparación básica para impartir contenido sobre CC en el aula de clases, específicamente en zonas árido-costeras.

Así mismo, la investigación demuestra que los docentes participantes del diagnóstico cuantitativo y cualitativo cuentan con conocimientos mínimos con respecto a las causas, consecuencias y acciones de mitigación y adaptación ante el cambio climático, pero es una problemática que sí les importa y les preocupa. Además de la falta de conocimiento, el tiempo y la falta de recursos son las principales limitaciones externas para impartir temáticas relacionadas al CC. Por otra parte, los docentes partícipes del curso sintieron que las actividades didácticas y experimentales son esenciales para impartir temas de ciencia y ahora se sienten capaces para ello, y consideran que la contextualización de los temas facilita, no solo la adquisición de los conocimientos hacia los alumnos, sino también la sensibilización ante la problemática.

Existen ciertas limitaciones en el presente estudio que es importante resaltar: el diagnóstico realizado estuvo limitado, por un lado, la parte cuantitativa fue con una muestra relativamente pequeña, y por otro, el diagnóstico cualitativo se restringió solo a docentes de Ensenada. Si bien el programa aplica diversas actividades prácticas y pedagógicas, contiene escasas actividades encaminadas a la mitigación y adaptación, o bien, poca profundización hacia los proyectos de acción dejándolos a un nivel de diseño.

Lo expresado por los docentes en la etapa diagnóstica demuestra como la falta de tiempo resulta ser de las principales causas por las cuales los docentes no se

capacitan ante estos temas, y aún menos se le dedica un espacio en el aula para impartir contenido de este tipo, tal como lo plantea Ennes et al. (2021) Además, corroborando lo que establecen Shea et al., los resultados demostraron que los maestros están poco informados respecto al tema de cambio climático y no poseen las habilidades pedagógicas para la implementación de actividades referentes al CC.

Con respecto a la etapa de implementación, después del curso los docentes identificaron la transversalidad con la que se puede desarrollar los temas de cambio climático a través de la currícula, así como la pertinencia de aplicar los experimentos referentes al tema ya que se consideran actividades que se aterrizan a un contexto real, características que Cuevas et al. (2016) percibe como nulas en la práctica docente mexicana. Y aunque en el trabajo de Johnson et al. (2008) sí llegaron a profundizar en temáticas y acciones de mitigación y adaptación con los docentes, hubo similitudes con ciertos resultados que obtuvo como el hecho de que los maestros consideran importante las actividades con un enfoque contextualizado a la región y no solo un conocimiento de nivel global.

Los resultados del presente trabajo indican un aprendizaje por parte de los docentes de tipo conceptual y procedimental, es decir de contenido científico sobre cambio climático y actividades experimentales y prácticas pedagógicas, resultados que se asemejan al estudio de Shea et al. (2016), pero se diferencian en el hecho de que no hubo una aplicación posterior en el aula de clases limitando la observación de una implementación educativa basada en el aprendizaje adquirido durante el curso.

El desarrollo de esta implementación buscó percibir el nivel de conocimiento, percepción y actitudes que los docentes del noroeste del país tienen hacia problemáticas derivadas por el cambio climático, así como identificar aquellas buenas estrategias de implementación en un DPD para con los docentes y cómo estas fueron útiles para despertar la conciencia de ellos desde un nivel conceptual y actitudinal, incitando a actuar desde su contexto escolar.

V. Referencias

- Bybee, R. (2009) The bscs 5e instructional model and 21st century skills. *The National Academies Board on Science Education*.
https://sites.nationalacademies.org/cs/groups/dbasssite/documents/webpage/dbasse_073327.pdf
- Calixto Flores, R., García Ruiz, M., & Rayas Prince, J. (2018). La educación ambiental en la formación docente inicial. *Pesquisa em Educação Ambiental*, 12(2), 80. <https://doi.org/10.18675/2177-580X.vol12.n2.p80-92>
- Canaza-Choque, F. (2019). De la educación ambiental al desarrollo sostenible: desafíos y tensiones en los tiempos del cambio climático. *Revista de Ciencias Sociales*, (165), 155-172.
<https://www.aacademica.org/franklin.americo.canazachoque/9>
- Castillo-Montoya, M. (2016). Preparing for interview research: The interview protocol refinement framework. *Qualitative Report*, 21(5), 811-831.
<https://doi.org/10.46743/2160-3715/2016.2337>
- Clarke, V. & Braun, V. (2021). *Thematic Análisis: A practical guide*. SAGE Publications.
- Cordero, E., Centeno, D. & Todd, A. (2020). The role of climate change education on individual lifetime carbon emissions. *PLoS ONE*, 15(2): e0206266.
<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0206266>

Cuevas, A., Hernández, R., Leal, B. y Mendoza, C. (2016). Enseñanza-aprendizaje de ciencia e investigación en educación básica en México. *Revista Electrónica de Investigación Educativa*, 18(3), 187-200. <http://redie.uabc.mx/redie/article/view/1116>

Diario oficial de la Federación [D.O.F.](2017). ACUERDO número 12/10/17 por el que se establece el plan y los programas de estudio para la educación básica: aprendizajes clave para la educación integral. (Continúa en la Tercera Sección). https://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5500966&fecha=1/10/2017

Drewes, A., Henderson, J. & Mouza, C. (2017). Professional development design considerations in climate change education: teacher enactment and student learning, *International Journal of Science Education*, DOI: 10.1080/09500693.2017.1397798

Ennes, M., Lawson, D., Stevenson, K., Peterson, N. & Jones, M. (2021). It's about time: perceived barriers to in-service teacher climate change professional development, *Environmental Education Research*, 27(5), 762-778. DOI: 10.1080/13504622.2021.1909708

Ezcurra, P., Lombardo, K., & Pairis, A. (2021). Climate Change and the Baja California Peninsula: A Baja Working Group Report. *Climate Science Alliance*.

- Garet, M., Porter, A., Desimone, L., Birman, B. & Yoon, K. (2001). What Makes Professional Development Effective? Results From a National Sample of Teachers. *American Educational Research Journal*, 38(4), 915-945. DOI: 10.3102/00028312038004915
- González Del Pino, E., Pons Murguía, R. & Bermúdez Villa, Y. (2013). Metodología para la gestión del proceso de investigación de un programa universitario. *INGE CUC*, 9(1), 65-82.
<https://revistascientificas.cuc.edu.co/ingecuc/article/view/145>
- González, E., & Meira, P. (2019). Educación para el cambio climático: ¿educar sobre el clima o para el cambio?. *Perfiles Educativos*, 42(168), 157-174.
<https://doi.org/10.22201/iisue.24486167e.2020.168.59464>
- Güler, H., Akif, M., & Gelturan, D. (2020). Science teacher candidates' views on climate change. *African Educational Research Journal Special Issue* 8(3), S16-S21. DOI: 10.30918/AERJ.8S3.20.069
- Holthuis, N., Lotan, R., Saltzman, J., Mastrandrea, M. & Wild, A. (2014) Supporting and Understanding Students' Epistemological Discourse About Climate Change, *Journal of Geoscience Education*, 62(3), 374-387, DOI: 10.5408/13-036.1
- Innovación a la Enseñanza de la Ciencias (2020) *Territorios STEM y programa de Educación en Cambio Climático*. INNOVEC.
<http://innovec.org.mx/home/index.php/component/content/article/2->

[uncategorised/114-territorios-stem-y-programa-de-educacion-en-cambio-climatico](#)

Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático (2019) Atlas Nacional de Vulnerabilidad al Cambio Climático México. 1ª Edición (libro electrónico). Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático. México.

https://atlasvulnerabilidad.inecc.gob.mx/page/fichas/ANVCC_LibroDigital.pdf

Intergovernmental Panel on Climate Change. [I.P.C.C.]. (2021). Climate Change 2021: The Physical Science Basis.

https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg1/downloads/report/IPCC_AR6_WGI_SPM_fina.pdf

Johnson, R., Henderson, S., Gardiner, L., Russell, R., Ward, D., Foster, S., Meymaris, K., Hatheway, B., Carbone, L. & Eastburn, T. (2008) Lessons Learned Through Our Climate Change Professional Development Program for Middle and High School Teachers. *Physical Geography*, 29 (6), 500-511. DOI: <http://dx.doi.org/10.2747/02723646.29.6.500>

Leiserowitz, A., Smith, N. & Marlon, J.R. (2011) American Teens' Knowledge of Climate Change. Yale University. New Haven, CT: Yale Project on Climate Change Communication. <https://resources.environment.yale.edu/climate-communication-OFF/files/American-Teens-Knowledge-of-Climate-Change.pdf>

Ley General de Educación [L.G.E] Diario Oficial de la Federación [D.O.F], 30 de septiembre del 2019, México.

https://dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5573858&fecha=03/09/2019

Maydana, R. & López, T. (2009) Manual de Facilitación con Enfoque Participativo. Capacitación y Desarrollo Internacional. <https://docplayer.es/29940860-Manual-de-facilitacion-con-enfoque-participativo.html>

Monroe, M., Plate, R., Oxarart, A., Bowers, A. & Chaves, A. (2017): Identifying effective climate change education strategies: a systematic review of the research, *Environmental Education Research*. DOI: 10.1080/13504622.2017.1360842

Pruneau, D., Gravel, H., Bourque, W. & Langis, J. (2003) Experimentation with a socio-constructivist process for climate change education, *Environmental Education Research*, 9(4), 429-446, DOI: 10.1080/1350462032000126096

Rueda, J., Morales, L. & Jerez, D. (2017) La educación frente al cambio climático: Propuesta de diplomado para docentes de educación media superior del estado de Chiapas. *Revista Electrónica Científica de Investigación Educativa*, 3(2), 935-943.

https://www.academia.edu/download/60645917/RECIE-06_B-0720190919-80544-1y4pp4t.pdf

Secretaría de Educación Pública [S.E.P] (2017). Aprendizajes Clave para la educación integral.

https://www.sep.gob.mx/work/models/sep1/Resource/10933/1/images/Aprendizajes_clave_para_la_educacion_integral.pdf

- Shea, N. A, Mouza, C., & Drewes, A. (2016). Climate Change Professional Development: Design, Implementation, and Initial Outcomes on Teacher Learning, Practice, and Student Beliefs. *Journal of Science Teacher Education*, 27(3), 235–258. <https://doi.org/10.1007/s10972-016-9456-5>
- Shim, J. (2021). Secondary science teachers' views on climate change education in british columbia [Tesis de Maestría, Universidad de Columbia Británica] UBC Open Library Collections.
<https://open.library.ubc.ca/media/stream/pdf/24/1.0397440/4>
- Stevenson, K. T., Nils Peterson, M., & Bondell, H. D. (2018). Developing a model of climate change behavior among adolescents. *Climatic Change*, 151(3–4), 589–603. <https://doi.org/10.1007/s10584-018-2313-0>
- Terrón, E. T., & Calixto, R. C. (2017). Representaciones sociales de profesores de educación primaria, claves para una formación docente del cambio climático. COMIE.
<https://comie.org.mx/congreso/memoriaelectronica/v14/doc/0697.pdf>
- The Royal Society & The National Academy of Science (2020). Climate Change. Evidence & Causes.
https://royalsociety.org/~media/royal_society_content/policy/projects/climate-evidence-causes/climate-change-evidence-causes.pdf

Trott, C. (2019) Children's constructive climate change engagement: Empowering awareness, agency, and action, *Environmental Education Research*.

DOI:10.1080/13504622.2019.1675594

Ulibarry, S. (2016). *Práctica docente y cambio climático global. Propuesta de innovación en educación ambiental con un enfoque crítico-complejo a nivel primaria* [Tesis de Maestría, Universidad Pedagógica Nacional]

<http://bgtq.ajusco.upn.mx:8080/jspui/bitstream/123456789/608/1/32817.pdf>

UNESCO (2021) Cambio Climático. *Revista del patrimonio mundial*, 100 [71], pag.

5. https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000380208_spa.locale=en

UNESCO. (2009). *Políticas, estrategias y planes regionales, subregionales y nacionales en educación para el desarrollo sostenible y la educación ambiental en América Latina y el Caribe: Decenio de las Naciones Unidas de la Educación para el Desarrollo Sostenible*.

<https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000181906>

Vergara, H. (2013) *Guía Metodológica. Detección de Necesidades de*

Capacitación (DNC). <https://docplayer.es/39838160-Deteccion-de-necesidades-de-capacitacion-dnc.html>

Wals, A., Brody, M., Dillon, J., & Stevenson, R. B. (2014). Convergence Between Science and Environmental Education. *Science*, 344(6184), 583–584.

<https://doi.org/10.1126/science.1250515>

Wilson, S. (2013) Professional development for science teachers. *Science*.
340(6130):310-3. doi: 10.1126/science.1230725.

Wise, Sarah (2010) Climate Change in the Classroom: Patterns, Motivations, and
Barriers to Instruction Among Colorado Science Teachers, *Journal of
Geoscience Education*, 58:5, 297-309, DOI: 10.5408/1.3559695

VI. CONCLUSIÓN Y RECOMENDACIONES

Se puede confirmar que se cumplió con el objetivo del estudio el cual era el desarrollo de un programa profesional docente que brindara los conocimientos y preparación básica para impartir contenido sobre CC en el aula de clases, específicamente en zonas árido-costeras. Así también, se puede corroborar que, para un curso enfocado en cambio climático, la estructura y contenido teórico-práctico va a girar en torno a los espacios de experimentación y de dialogo entre los docentes para su adaptación en el contexto escolar. Además, se puede afirmar que el programa implementado modificó los conocimientos, actitudes y percepciones de los docentes en cuanto al cambio climático.

Es así como la investigación demuestra que los docentes participantes del diagnóstico cuantitativo y cualitativo cuentan con conocimientos mínimos con respecto a las causas, consecuencias y acciones de mitigación y adaptación ante el cambio climático, pero es una problemática que sí les importa y les preocupa. Además de la falta de conocimiento, el tiempo y la falta de recursos son las principales limitaciones externas para impartir temáticas relacionadas al CC. Por otra parte, los docentes partícipes del curso sintieron que las actividades didácticas y experimentales son esenciales para impartir temas de ciencia y ahora se sienten capaces para ello, y consideran que la contextualización de los temas facilita, no solo la adquisición de los conocimientos hacia los alumnos, sino también la sensibilización ante la problemática.

Algunas recomendaciones con base en los resultados son las siguientes:

- Científicos expertos en cambio climático y educación deberían trabajar en conjunto para desarrollo cursos y capacitaciones dirigidas a docentes de todos los niveles escolares sobre CC, ya que el gremio docente carece de este conocimiento y habilidad y es necesario contar con ello para su aplicación en el contexto escolar.
- Los docentes deben mantener una formación continua, ya sea formal o informal, con respecto a temas de cambio climático para que puedan realizar sus adecuaciones en el plan de clase y al momento de implementarlo.
- Es necesaria la iniciativa de directores y coordinadores educativos a incitar a su plantel docente a tomar cursos y capacitaciones de este tipo para beneficio de la misma formación profesional de los maestros y, de la concientización y aprendizaje de los alumnos respecto al cambio climático.
- Una vez realiza la capacitación, será bastante enriquecedor realizar una evaluación de cómo el docente implementaría lo aprendido en el curso con sus alumnos, y a su vez, evaluar a los alumnos para ver su nivel de comprensión y actitud después de la implementación del programa.

VII. REFERENCIAS

- Bybee, R. (2009) The bscs 5e instructional model and 21st century skills. *The National Academies Board on Science Education*.
https://sites.nationalacademies.org/cs/groups/dbasssite/documents/webpage/dbasse_073327.pdf
- Calixto Flores, R., García Ruiz, M., & Rayas Prince, J. (2018). La educación ambiental en la formación docente inicial. *Pesquisa em Educação Ambiental*, 12(2), 80. <https://doi.org/10.18675/2177-580X.vol12.n2.p80-92>
- Canaza-Choque, F. (2019). De la educación ambiental al desarrollo sostenible: desafíos y tensiones en los tiempos del cambio climático. *Revista de Ciencias Sociales*, (165), 155-172.
<https://www.aacademica.org/franklin.americo.canazachoque/9>
- Cuevas, A., Hernández, R., Leal, B. y Mendoza, C. (2016). Enseñanza-aprendizaje de ciencia e investigación en educación básica en México. *Revista Electrónica de Investigación Educativa*, 18(3), 187-200.
<http://redie.uabc.mx/redie/article/view/1116>
- Ennes, M., Lawson, D., Stevenson, K., Peterson, N. & Jones, M. (2021). It's about time: perceived barriers to in-service teacher climate change professional development, *Environmental Education Research*, 27(5), 762-778. DOI: 10.1080/13504622.2021.1909708

Gilabert-Alarcón, C., Salgado-Méndez, S., Daesslé, L., Mendoza-Espinosa, L. & Villada-Canela, M. (2018) Regulatory Challenges for the Use of Reclaimed Water in Mexico: A Case Study in Baja California. *Water*, 10(10):1432.

<https://doi.org/10.3390/w10101432>

González Del Pino, E., Pons Murguía, R. & Bermúdez Villa, Y. (2013). Metodología para la gestión del proceso de investigación de un programa universitario. *INGE CUC*, 9(1), 65-82.

<https://revistascientificas.cuc.edu.co/ingecuc/article/view/145>

González, E., & Meira, P. (2019). Educación para el cambio climático: ¿educar sobre el clima o para el cambio?. *Perfiles Educativos*, 42(168), 157-174.
<https://doi.org/10.22201/iisue.24486167e.2020.168.59464>

Innovación a la Enseñanza de la Ciencias (2020) *Territorios STEM y programa de Educación en Cambio Climático*. INNOVEC.

<http://innovec.org.mx/home/index.php/component/content/article/2-uncategorised/114-territorios-stem-y-programa-de-educacion-en-cambio-climatico>

Maydana, R. & López, T. (2009) Manual de Facilitación con Enfoque Participativo. Capacitación y Desarrollo Internacional. <https://docplayer.es/29940860-Manual-de-facilitacion-con-enfoque-participativo.html>

Olivares, N. (2001). *El enfoque actual de la enseñanza de las ciencias naturales en la escuela primaria* [Tesis de Licenciatura, Universidad Pedagógica

Nacional] Digital académico Ajusco.

<http://digitalacademico.ajusco.upn.mx:8080/jspui/handle/123456789/3417>

Organización de las Naciones Unidas (2018). La Agenda 2030 y los Objetivos de Desarrollo Sostenible: una oportunidad para América Latina y el Caribe.

<https://repositorio.cepal.org/items/5bd13e17-8ccf-40b1-b1ff-805a48225b2b>

Paredes, A., Vidal-Hernández, L., & de Yta, D. (2021). Exploración de conocimientos y acciones ante el cambio climático de estudiantes de primaria de la costa yucateca. Congreso Nacional de Investigación Educativa. *Consejo Mexicano de Investigación educativa*, 6 (3)

<https://www.comie.org.mx/congreso/memoriaelectronica/v16/doc/0804.pdf>

Rueda, J., Morales, L. & Jerez, D. (2017) La educación frente al cambio climático: Propuesta de diplomado para docentes de educación media superior del estado de Chiapas. *Revista Electrónica Científica de Investigación Educativa*, 3(2), 935-943.

https://www.academia.edu/download/60645917/RECIE-06_B-0720190919-80544-1y4pp4t.pdf

Serendipia (2021) *Manual de Contenido Didáctico: Acción por el Planeta*.

Serendipia: Educación Científica Inclusiva.

https://www.serendipiaeducacion.org/files/archives/4f08d6_6ec2d4c181ff456ab356a30e9b090d8b.zip?dn=Acci%C3%B3n%20por%20el%20planeta.zip

[p](#)

Shim, J. (2021). Secondary science teachers' views on climate change education in british columbia [Tesis de Maestría, Universidad de Columbia Británica] UBC Open Library Collections.

<https://open.library.ubc.ca/media/stream/pdf/24/1.0397440/4>

Terrón, E., & Calixto, R. (2017). Representaciones sociales de profesores de educación primaria, claves para una formación docente del cambio climático. COMIE.

<https://comie.org.mx/congreso/memoriaelectronica/v14/doc/0697.pdf>

The Royal Society & The National Academy of Science (2020). Climate Change. Evidence & Causes.

https://royalsociety.org/~media/royal_society_content/policy/projects/climate-change-evidence-causes/climate-change-evidence-causes.pdf

Trott, C. (2019) Children's constructive climate change engagement: Empowering awareness, agency, and action, Environmental Education Research.

DOI:10.1080/13504622.2019.1675594

Ulibarry, S. (2016). Práctica docente y cambio climático global. Propuesta de innovación en educación ambiental con un enfoque crítico-complejo a nivel primaria [Tesis de Maestría, Universidad Pedagógica Nacional]

<http://bgtq.ajusco.upn.mx:8080/jspui/bitstream/123456789/608/1/32817.pdf>

Zúñiga-Meléndez, A., Durán-Apuy, A., Chavarría-Vásquez, J., Gamboa-Araya, R., Carballo-Arce, A., Vargas-González, X., Campos-Quesada, N., Sevilla-

Solano, C. & Torres-Salas, I. (2020). Diagnóstico de las necesidades de capacitación de docentes de biología, química, física y matemática, en áreas disciplinares, pedagógicas, y uso de las tecnologías para la promoción de habilidades de pensamiento científico. *Revista Electrónica Educare*, 24(3), 469-497. <https://dx.doi.org/10.15359/ree.24-3.23>