



# AULA INVERTIDA COMO ESTRATEGIA EN FORMACIÓN DE COMPETENCIAS PARA LA ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS

ANTONIO FERNÁNDEZ CRISPÍN NOMBRE / JOSÉ PRAXEDIS AMARO OLIVERA / MARÍA ESTELA RUÍZ PRIMO

ESCUELA DE BILOGÍA BENEMÉRITA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE PUEBLA

[anfern64@yahoo.com.mx](mailto:anfern64@yahoo.com.mx)

[praxedisa@hotmail.com](mailto:praxedisa@hotmail.com)

[mariaestelacole@yahoo.com.mx](mailto:mariaestelacole@yahoo.com.mx)

## Resumen

En la Facultad de Biología de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla se realizó un taller de capacitación docente en colaboración con la Secretaría de Educación Pública. El propósito fue promover en los participantes la acción reflexiva para recuperar su experiencia como docentes y diseñar y evaluar nuevas estrategias didácticas para el desarrollo del pensamiento científico de sus estudiantes.

Se hizo un análisis de los programas oficiales y evaluaciones nacionales e internacionales para detectar situaciones críticas. Se eligieron los temas con mayor dificultad de aprendizaje y las actividades contenidas en los libros de texto oficiales que permitieran el desarrollo de competencias científicas. La estrategia educativa parte de una posición crítica de los modelos expositivos y por descubrimiento guiado. Consiste en que los docentes asuman el papel de estudiantes, reflexionen sobre su aprendizaje y su enseñanza y finalmente reconstruyan esta situación de aprendizaje con sus estudiantes. Se fundamenta en: a) ideas previas, b) aula invertida, c) acción conjunta, d) acción reflexiva y e) evaluación formativa.

La evaluación formativa consistió en un portafolio que incluía: diccionario científico, diario de investigación y proyectos realizados con sus estudiantes. El análisis del portafolio nos permite conocer la forma en que los profesores estructuran su pensamiento e incorpora nuevos conceptos y estrategias pedagógicas.

En conclusión el taller promovió un cambio conceptual sobre: los temas abordados; las ideas de ciencia, de aprendizaje (de ellos y de sus alumnos), de enseñanza, de evaluación; el desarrollo del pensamiento creativo y crítico y el desarrollo de herramientas científicas.

**Palabras clave:** Enseñanza de las ciencias, capacitación docente, acción reflexiva, aula invertida, conceptos previos.





## INTRODUCCIÓN

En 2013, el gobierno del Estado de Puebla y la Secretaría de Educación Pública (SEP) firmaron un convenio con la Facultad de Biología de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla (BUAP) para capacitar a los profesores de primaria en el área de ciencias naturales con el fin de atender algunas recomendaciones de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE) respecto a la capacitación y formación del profesorado.

Partiendo de la idea de que los maestros son los verdaderos agentes del desarrollo curricular, se propuso como meta promover en los participantes la acción reflexiva (y metacognición) que les permita recuperar su experiencia como docentes, así como fortalecerla a través de la observación análisis y comparación de los procesos necesarios para diseñar, efectuar y evaluar nuevas estrategias didácticas. Con ello se pretende que los docentes contribuyan a la formación del pensamiento científico de sus estudiantes, de modo que sean capaces de identificar y resolver problemas en la ciencia y la vida cotidiana.

Concentrándose en formar buenos maestros (Oppenheimer, 2011) se espera contribuir al desarrollo del pensamiento disciplinar, sintético, creativo, respetuoso y ético propuesto para la educación del futuro que propone Garner (2007), así como los siete saberes para el futuro propuestos por Morín (1999).

La estrategia seguida en este proyecto comprende básicamente tres etapas: a) diagnóstico de situaciones críticas y necesidades, b) diseño y aplicación de la estrategia educativa y c) evaluación.

## MARCO TEÓRICO

Schmelkes (1997) menciona que en muchas escuelas mexicanas el modelo de enseñanza predominante está centrado en el maestro, orientado al grupo como un todo, basado en el libro de texto como única fuente de información y práctica y apoyado en el pizarrón como único recurso didáctico. Tirado (1990) añade que los programas curriculares son desmedidos en la cantidad de contenidos. Guevara (1991) menciona también que las prácticas escolares son aburridas, tediosas y destructoras de la curiosidad y la imaginación del niño.





El modelo pedagógico que se propone en este trabajo parte de una posición crítica de los modelos expositivos y por descubrimiento guiado, para retomar sus virtudes y superar sus aspectos negativos. Pretende trascender los modelos basados en el alumno como científico para considerarlo como un aprendiz (Marín, 2005). Concibe al docente como un gestor de ambientes de aprendizaje situados en contextos concretos. Los principios pedagógicos que rigen el curso son: a) ideas previas, b) aula invertida (Alvarez, 2012), c) acción conjunta, d) acción reflexiva (Schon, 2008) y e) evaluación formativa.

La principal estrategia educativa consiste en que los docentes asuman el papel de estudiantes, reflexionen sobre su aprendizaje y su enseñanza y finalmente reconstruyan esta situación de aprendizaje con sus estudiantes. Con esto se pretende que los profesores redescubran la importancia del aprendizaje práctico. Se trata de que los profesores inviertan el modelo tradicional educativo que consiste en solicitar al estudiante hacer los trabajos prácticos en casa y escuchar una clase expositiva en el aula, para que en vez de esto, los estudiantes busquen información por su cuenta fuera del aula y realicen actividades prácticas con su profesor. (Keengwe et al. 2014).

A través de la evaluación formativa se promueve la reflexión sobre las actividades y la metarreflexión. Así, los maestros van desarrollando habilidades y estrategias para detectar las dificultades conceptuales de los problemas que se pretende enseñar (desde el punto de vista académico), las dificultades de comprensión de los alumnos (preconceptos, ideas alternativas, ideas erróneas) y cómo abordarlos en clase. Al mismo tiempo se reflexiona sobre las competencias científicas que los diferentes temas nos permiten desarrollar, desde medir, estimar, seriar y clasificar, hasta el desarrollo del pensamiento hipotético deductivo que incluye pensamiento combinatorio, identificación y control de variables y pensamiento proporcional (Lawson, 1995).

## **METODOLOGÍA**

Este proyecto se realizó en tres etapas: a) diagnóstico de situaciones críticas y necesidades; b) diseño e implementación de la estrategia educativa y c) evaluación.





## DIAGNÓSTICO DE SITUACIONES CRÍTICAS Y NECESIDADES

Para planear el curso primero se hizo una revisión exhaustiva de las actividades sugeridas en los libros de texto. Se puso especial atención en las actividades relacionadas con los temas en los que se han detectado mayores problemas a través de los diversos instrumentos de evaluación nacionales e internacionales (ENLACE, PISA. etc.). Las actividades elegidas fueron aquellas que permitían: a) desarrollar competencias científicas; b) desarrollar estructuras mentales; c) entender a la ciencia como un proceso de indagación; c) desarrollar conceptos a través de ideas previas y d) aportar herramientas pedagógicas al docente.

## DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE LA ESTRATEGIA EDUCATIVA

El curso consta de 10 sesiones de trabajo de 4 horas. Basados en las propuestas de Lawson (1995), Driver y Oldham (2000), Ruiz-Primo y Fernández-Crispín (en Guevara M. y Fernández Crispín, 2010). La estructura de cada sesión incluye con pequeñas variantes:

- Gestión de ambientes de aprendizaje.
- Desarrollo de una actividad práctica.
- Las TIC como herramientas de planeación, búsqueda de información y evaluación.
- Reflexión:
  - Dificultades en torno a la lógica del contenido.
  - Dificultades en torno la psicología de los contenidos:
  - Dificultades en torno a la planeación didáctica:
- Metarreflexión
  - Integración didáctica.

Los propósitos del curso son que los maestros que asistieron al taller:

- Amplíen su conocimiento sobre el *currículum* de ciencias naturales de primaria y desarrollen habilidades pedagógicas para incrementar el rendimiento académico sus los alumnos.
- Desarrollen habilidades pedagógicas para que sus alumnos puedan: describir, inferir, explicar, predecir, tomar datos, interpretar datos, analizar, buscar información, argumentar, debatir y refutar, como procesos importantes para hacer ciencia.





- Promuevan competencias y habilidades para la acción, en los planos individual y colectivo, así como el trabajo en equipo y el respeto de la opinión de los demás.

## EVALUACIÓN

La evaluación formativa consistió en un portafolio que incluía: diccionario científico, diario de investigación y proyectos realizados con sus estudiantes. El portafolio es una estrategia didáctica y de evaluación de competencias que se basa en la recopilación y organización de un conjunto de evidencias en una carpeta para demostrar el logro de uno o varios resultados de aprendizaje, dando cuenta del mejoramiento tenido en el proceso (Tobón, 2004). El análisis del portafolio nos permite conocer la forma en que los profesores estructuran su pensamiento e incorpora nuevos conceptos y estrategias pedagógicas. Los trabajos del portafolio se entregaron en una plataforma Moodle. A continuación se describen brevemente los elementos del portafolio:

- **Diccionario científico:** en él se identifican los conceptos clave, utilizando un ejemplo y una ilustración. La idea es que realmente la palabra tenga un significado para quien lo elabora.
- **Diario de investigación:** permite organizar y sistematizar la información que se genera durante la sesión. Sirve como un registro de los avances en los aprendizajes que cada profesor adquiere en las sesiones y en el transcurso de todo el curso.
- **Proyectos de investigación:** los profesores realizaron con sus estudiantes las actividades que ellos realizaron en el curso y entregaron un reporte de las actividades que realizan con sus estudiantes.
- **Proyecto final:** durante el curso los profesores forman equipos para realizar un proyecto que permite la integración y aplicación de lo aprendido.

### *Evaluación del portafolio*

El análisis de las reflexiones y comentarios expresados en los diferentes instrumentos del portafolio permite develar los procesos de reflexión y metareflexión de los docentes que asistieron al curso, así como los conceptos y competencias adquiridas. Para poder analizar el nivel de competencias científicas y pedagógicas se hicieron rubricas de observación (Tabla 1). En este caso se reporta lo observado en los diarios de investigación así como el reporte del proyecto final.





**Tabla 1** Rubrica de observación del proyecto final.

	Nivel 1 Inicial – receptivo	Nivel 2 Básico	Nivel 3 Autónomo
1. Generación Conflicto sociocognitivo. (Pregunta generadora)	Se plantean preguntas cerradas con relación al contenido, sin identificar conocimientos previos, ni promover un cambio conceptual.	Se plantean preguntas abiertas, en relación con el contenido. La pregunta promueve el interés sobre el tema, la reflexión y el reconocimiento de los conocimientos previos. La pregunta no permite establecer relaciones. La pregunta solo promueve conocimientos (qué).	Además de lo anterior, la pregunta promueve procedimientos (cómo), explicaciones (para qué) o estrategias (¿con qué o dónde?)
2. Presentación de ideas iniciales	Se crea un clima de confianza y respeto que motiva la participación de algunos miembros del grupo	Además de lo anterior se organiza las ideas de manera esquemática (gráficas, tablas, dibujos, etc.)	Además de lo anterior Se establecen relaciones entre las ideas previas.
3. Análisis	Se contrastan las ideas de cada miembro del grupo con las de los otros.	Además de lo anterior se reconocen las contradicciones entre las ideas previas (en diferentes niveles de conceptualización) y hace evidente el conflicto cognitivo.	Además de lo anterior reconoce los procesos y los diferentes niveles de complejidad de las explicaciones.
4. Búsqueda de información	Solo se proporciona información de manera oral o audio-visual.	Se promueve la búsqueda de información a través uno de los siguientes medios: la revisión de la bibliografía, internet, experimentos, etc.	Se promueve la búsqueda de información a través más de uno de los siguientes medios: la revisión de la bibliografía, internet, experimentos, etc.
5. Organización (reconstrucción)	Se utiliza y organiza la información nueva estableciendo relaciones.	Además de lo anterior se contrasta la información nueva con sus ideas previas.	Además de lo anterior se reestructuran los nuevos conceptos.





6. Elaboración de un trabajo de cierre. (Aplicación a situaciones de la vida cotidiana)	No relaciona lo aprendido con su vida cotidiana.	Relaciona lo aprendido con la vida cotidiana pero no lo aplica.	Relaciona lo aprendido con la vida cotidiana y lo aplica.
---	--	---	---

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En este trabajo se reporta el análisis de contenido, de los diarios de campo de la primera sesión, una intermedia y la sesión final. Los resultados se presentan en la Tabla 2.

Tabla 2. Análisis de contenido de los diarios de campo al principio, a la mitad y al final de taller. La tabla muestra el porcentaje en que las diferentes herramientas pedagógicas y científicas son mencionadas o utilizadas por los docentes.

	Sesión 1 %	Sesión 5 %	Final %
<b>Herramientas científicas</b>			
Observación	100.0	100.0	90.5
Identificación de relaciones	5.9	91.7	85.7
Formulación de hipótesis	0.0	0.0	0.0
Experimentación	0.0	95.8	90.5
Interés sobre el conocimiento del mundo natural	5.9	100.0	90.5
Organización de conceptos	35.3	70.8	90.5
Comunicación	100.0	100.0	90.5
<b>Herramientas pedagógicas</b>	0.0	0.0	0.0
Objetivo	0.0	70.8	66.7
Evaluación	0.0	12.5	23.8
Conflicto cognitivo	0.0	0.0	9.5
Conocimientos previos	0.0	58.3	52.4
Aprendizaje cooperativo	94.1	100.0	90.5
Aprendizaje pasivo	94.1	75.0	4.8
Aprendizaje por descubrimiento	0.0	12.5	81.0
Aprendizaje guiado	0.0	8.3	4.8
Aprendizaje a partir de ideas previas	0.0	0.0	0.0
Aprendizaje situado	0.0	0.0	0.0
Aprendizaje significativo	5.9	4.2	4.8

Los maestros presentaron 11 proyectos que diseñaron en equipo y que posteriormente aplicaron cada uno con sus estudiantes. El tema preferido fue el de nutrición (5 trabajos). Dos más fueron de biodiversidad. De acuerdo con los resultados mediante la rúbrica de observación, en la mayoría de los proyectos se promueve la idea de la ciencia como indagación, aunque todavía se





ve a la ciencia como fuente de información. En otros casos se plantearon proyectos de aplicación de la ciencia. Las herramientas científicas que más se promueven son la observación y la identificación de relaciones. No se estimula la formulación de hipótesis, de modo que la actividad práctica se reduce al registro de datos e interpretación de lo observado. No se confrontan las observaciones de los resultados prácticos con ideas previas y por lo tanto no se favorece un cambio conceptual.

Casi todos los trabajos están planeados y estructurados, promueven el trabajo en equipo y por lo tanto la acción conjunta. También incorporan la evaluación como parte del proceso para favorecer la acción reflexiva.

Un logro de este curso fue que los maestros reconocieron la importancia del trabajo práctico y manifestaron su deseo de aplicarlo más seguido, esto como parte de un doble proceso: primero que ellos disfrutaron y aprendieron mediante el trabajo práctico y segundo porque cuando lo hicieron con sus estudiantes estos trabajaron con más gusto, con mayor libertad y creatividad.

La planeación de los proyectos finales que los maestros realizaron con sus alumnos superan el nivel receptivo para pasar al básico, sin llegar al autónomo. En sus proyectos se aprecia que las preguntas generadoras suelen ser cerradas con relación al contenido, sin identificar conocimientos previos, ni promover un cambio conceptual. Promueven el interés sobre el tema, la reflexión y el reconocimiento de los conocimientos previos pero no permiten establecer relaciones. Solo promueven la adquisición de conocimiento.

Los maestros promueven la búsqueda de información por diversos medios en un nivel autónomo. Respecto a la organización de la nueva información cuentan con muchas herramientas, la más utilizada son los mapas conceptuales, sin embargo no identifican los cambios conceptuales. Finalmente tienen un sentido muy práctico y siempre tratan de aplicar lo aprendido a la vida cotidiana.

A pesar de los avances, hay obstáculos conceptuales y epistemológicos para concebir la educación como un proceso de cambio conceptual a partir de ideas previas. De acuerdo con Hewson and Hewson (1989) y Marín (2005) los maestros tienen conceptos sobre la naturaleza de la ciencia, los conceptos científicos y sobre cómo se enseña y aprende la ciencia muy arraigados y que pueden tardar muchos años en cambiar (Da-Silva et al, 2006). La mayoría cree







que investigar es recopilar datos pero también que los métodos de enseñanza de las ciencias deben ser activos, a pesar de que siempre encuentran algún motivo o pretexto para no hacerlo (Fernández-Crispín, 2002).

Marín (2005) considera que la formación del docente de ciencias pasa por diversos niveles. En el primer nivel solo se enseñan conocimientos declarativos y se usan algunos recursos de forma aislada. El segundo los profesores ya no se limitan a la exposición oral y empiezan a utilizar de manera mecánica algunas estrategias que incluyen “experimentos”. En el tercero los docentes empiezan a diseñar sus propias actividades e intentan fomentar aptitudes procedimentales, posibilitan la transferencia del conocimiento adquirido fuera del entorno académico, intentan superar las visiones erróneas de la ciencia y sobre todo permiten un mejor desarrollo de conceptos. En el cuarto nivel el docente podrá dar soluciones a cada problema de manera bien fundamentada, superando las visiones tradicionales de la ciencia y de cómo se enseña y aprende. Bajo este marco teórico, se considera que en un inicio los asistentes al curso estaban en el primer nivel. En el desarrollo del curso, algunos lograron pasar al segundo, la mayoría al tercero y prácticamente ninguno llegó al cuarto. Sin embargo, teniendo en cuenta que el curso duro 10 sesiones, este avance es un logro importante. Sería recomendable que después del curso se mantenga un periodo de acompañamiento y de sesiones periódicas de intercambio de experiencias para poder llegar a un nivel mayor de competencia.

En conclusión, el taller promovió un cambio conceptual sobre: los temas abordados; las ideas de ciencia, de aprendizaje (de ellos y de sus alumnos), de enseñanza, de evaluación; el desarrollo del pensamiento creativo y crítico y el desarrollo de herramientas científicas.

En términos generales los profesores disfrutaron el curso y reorientaron su forma de trabajar en clase, dándole más prioridad al trabajo práctico, colaborativo, a la evaluación formativa y a la acción reflexiva.





## **BIBLIOGRAFÍA Y REFERENCIAS**

- Alvarez, B. 2012. Flipping the Classroom: Homework in Class, Lessons at Home. *Education Digest: Essential Readings Condensed for Quick Review*, v77 n8 p18-21
- Da-Silva, C., Mellado, M., Ruiz, C. Y Porlán, R. (2007). Evolution of the conceptions of a secondary education biology teacher: longitudinal analysis using cognitive maps. *Science Education*, 91(3), 461-491.
- Driver, R. y V. Oldham (2000). Un enfoque constructivista del desarrollo curricular en ciencias. En Porlan R.; J.E. García y P. Cañal (comp.) *Constructivismo y enseñanza de las ciencias*. Sevilla. Diada Editorial S.L.
- Fernández-Crispín A. 2002. Análisis del modelo de educación ambiental que transmiten los maestros de primaria del municipio de Puebla (México), Tesis de Doctorado en Ecología. Universidad Autónoma de Madrid. Madrid, España. 564 p.
- Fernández-Crispín, A., Guevara Martínez, J. y Luna, K. Impacto de los programas de educación ambiental en estudiantes de sexto año de primaria. En: J. Guevara Martínez y Fernández-Crispín, A. (Coords). 2009. *Experiencias de investigación en Educación Ambiental*. Puebla. UPAEP.
- Guevara M- J. y Fernández-Crispín, A. 2010. Conocimientos y actitudes ambientales en primaria. *Dos décadas de educación ambiental en México*. Puebla UPAEP.
- Guevara, G. (1991, junio). México: ¿Un país de reprobados? *Nexos*, 162, 33-44
- Hewson, P. W., & Hewson, M. G. (1989). Analysis and use of a task for identifying conceptions of teaching science. *Journal of Education for Teaching*, 15(3), 191 – 209.
- Lawson A. 1995. *Science teaching and development of thinking*. Belmont, CA. Wadsworth Publishing Company.
- Marín, N. 2005. *La enseñanza de las ciencias en educación infantil*. España, Grupo Editorial Universitario.
- Morin, E. 1999. *Seven complex lessons in education for the future*. France. UNESCO
- Oppenheimer, A. 2011. ¡Basta de historias! La obsesión latinoamericana con el pasado y las 12 claves del futuro. México. Debate.
- Schmelkes, S., (1997). *La calidad en la educación primaria: un estudio de caso*. México. Fondo de Cultura Económica.





- Schon, D. A. 2008. La formación de profesionales reflexivos. Hacia un nuevo diseño de la enseñanza y el aprendizaje en las profesiones. España. Editorial Paidós.
- Tirado, F. (1990, marzo-abril). La calidad de la educación básica en México. Ciencia y desarrollo. Vol. XVI num. 91, 59-69
- Tobón, S. (2004). Formación basada en competencias. Pensamiento complejo, diseño curricular y didáctica. Bogotá: Ecoe.

