

# El aprendizaje basado en problemas, como estrategia para desarrollar la competencia científica en los estudiantes de la asignatura Físicos / químicos aplicados a la producción del Departamento de Ciencias e Ingenierías de la UIA Puebla

Olvera Alarcón, Sandra

2016

---

<http://hdl.handle.net/20.500.11777/1507>

<http://repositorio.iberopuebla.mx/licencia.pdf>

# UNIVERSIDAD IBEROAMERICANA PUEBLA

Estudios con Reconocimiento de Validez Oficial por Decreto  
Presidencial del 3 de abril de 1981



**“EI APRENDIZAJE BASADO EN PROBLEMAS, COMO ESTRATEGIA PARA  
DESARROLLAR LA COMPETENCIA CIENTÍFICA EN LOS ESTUDIANTES DE LA  
ASIGNATURA PROCESOS FÍSICOS Y QUÍMICOS APLICADOS A LA  
PRODUCCIÓN DEL DEPARTAMENTO DE CIENCIAS E INGENIERÍAS DE LA UIA  
PUEBLA”**

DIRECTOR DEL TRABAJO  
MTRO. HIRAM SALOMÉ PADUA

ELABORACIÓN DE UN ESTUDIO DE CASO  
que para obtener el Grado de  
MAESTRÍA EN APRENDIZAJE BASADO EN COMPETENCIAS

presenta  
SANDRA OLVERA ALARCÓN

Puebla, Pue.

2016

## Tabla de contenido

|                                                                                       |    |
|---------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Resumen.....                                                                          | 5  |
| Capítulo 1.....                                                                       | 6  |
| 1.1 Contexto.....                                                                     | 6  |
| Contexto.....                                                                         | 6  |
| 1.2 Planteamiento del Problema .....                                                  | 9  |
| 1.3 Justificación .....                                                               | 13 |
| 1.4 Objetivos .....                                                                   | 15 |
| 1.4.1 Objetivo General.....                                                           | 15 |
| 1.4.2 Objetivos Específicos.....                                                      | 15 |
| 1.4.3 Hipótesis .....                                                                 | 16 |
| 1.5 Glosario .....                                                                    | 16 |
| Capítulo 2.....                                                                       | 18 |
| Marco Teórico .....                                                                   | 18 |
| 2.1 Educación por competencias .....                                                  | 18 |
| 2.1.1 Algunos Antecedentes.....                                                       | 18 |
| 2.1.2. Algunas definiciones actuales sobre competencias .....                         | 19 |
| 2.1.3. Clasificación de las Competencias.....                                         | 21 |
| 2.1.4. Las competencias para los estudiantes de las carreras de Ingenierías.....      | 23 |
| 2.1.5 Competencia científica .....                                                    | 24 |
| 2.1.6 Evaluación de la competencia científica.....                                    | 26 |
| 2.2 Metodologías para la formación por competencias .....                             | 27 |
| 2.2.1 Aprendizaje situado.....                                                        | 28 |
| 2.2.2 Desempeño reflexivo .....                                                       | 30 |
| 2.2.3. Metodología a desarrollar: Método de Aprendizaje basado en problemas ABP ..... | 32 |
| Capítulo 3.....                                                                       | 40 |
| Marco contextual. ....                                                                | 40 |
| 3.1 Antecedentes de la investigación.....                                             | 40 |
| 3.2 Antecedentes metodológicos. ....                                                  | 45 |
| Capítulo 4.....                                                                       | 48 |

|                                                                                                                      |    |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Metodología.....                                                                                                     | 48 |
| 4.1 Identificación de la propuesta.....                                                                              | 48 |
| 4.1.1 Introducción.....                                                                                              | 49 |
| 4.1.3 Justificación.....                                                                                             | 50 |
| 4.1.4 Sustento Legal.....                                                                                            | 50 |
| Objetivo General.....                                                                                                | 52 |
| Objetivos Específicos.....                                                                                           | 52 |
| 4.2 Estructura de la propuesta.....                                                                                  | 53 |
| 4.2.1 Condiciones para el diseño.....                                                                                | 53 |
| 4.2.2 Fases de la propuesta.....                                                                                     | 55 |
| 4.2.3. Seguimiento de los 7 pasos para la resolución del problema planteado .....                                    | 56 |
| 4.3 Implementación de la Metodología ABP.....                                                                        | 58 |
| 4.3.1 Sesiones .....                                                                                                 | 58 |
| 4.4 Narración de la intervención.....                                                                                | 63 |
| Capítulo 5.....                                                                                                      | 80 |
| Resultados.....                                                                                                      | 80 |
| 5.1 Comparación Pre test – Pos test .....                                                                            | 80 |
| 5.1.1. Dimensión conceptual .....                                                                                    | 81 |
| 5.1.2 Dimensión metodológica.....                                                                                    | 83 |
| 5.1.3 Dimensión actitudinal.....                                                                                     | 85 |
| 5.1.4. Dimensión integrada.....                                                                                      | 88 |
| 5.1.5 Comparativo de Pre test - Pos Test de las 4 Dimensiones de la competencia Científica.....                      | 89 |
| 5.2. Respecto a los objetivos específicos .....                                                                      | 92 |
| 5.3 Respecto a la utilidad del método ABP para mejorar el desempeño de los alumnos en la competencia científica..... | 93 |
| 5.3.1. Prueba Chi cuadrada.....                                                                                      | 94 |
| Capítulo 6 Conclusiones .....                                                                                        | 97 |
| ANEXOS .....                                                                                                         | 99 |
| Anexo 1.....                                                                                                         | 99 |
| Formato de planeación para cada sesión.....                                                                          | 99 |

|                                                                                   |     |
|-----------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Anexo 2.....                                                                      | 100 |
| GUÍA DEL ALUMNO EN ABP .....                                                      | 100 |
| Anexo 3.....                                                                      | 101 |
| Rúbrica del “Reporte de lectura comprensiva del contexto del problema” .....      | 101 |
| Anexo 4.....                                                                      | 102 |
| Lista de cotejo de la actividad “lluvia de ideas y definición del problema” ..... | 102 |
| Anexo 4.....                                                                      | 102 |
| Lista de cotejo de la actividad “lluvia de ideas y definición del problema” ..... | 102 |
| Anexo 5.....                                                                      | 103 |
| Lista de cotejo: evaluación del mapa conceptual .....                             | 103 |
| Anexo 6.....                                                                      | 104 |
| Formato para la entrega de productos de la sesión 2 .....                         | 104 |
| Anexo 7.....                                                                      | 105 |
| Bitácora de seguimiento general de los pasos del ABP.....                         | 105 |
| Anexo 8.....                                                                      | 106 |
| Formato de entrega de productos de la sesión .....                                | 106 |
| Anexo 9.....                                                                      | 107 |
| Lista de cotejo de la solución del problema.....                                  | 107 |
| Anexo 10.....                                                                     | 108 |
| Rúbrica del trabajo colaborativo-autoevaluación y coevaluación.....               | 108 |
| Anexo 12.....                                                                     | 109 |
| Anexo 11.....                                                                     | 109 |
| Rúbrica para la búsqueda y selección de la información .....                      | 109 |
| Bibliografía.....                                                                 | 110 |

## Resumen

El presente trabajo sostiene que el desarrollo de la competencia científica debe basarse en el aprendizaje situado. Se considera la necesidad de que los aprendizajes se vinculen con los propios intereses de los estudiantes; en un ambiente en el que el proceso de enseñanza-aprendizaje debe ser una práctica reflexiva, autorreguladora y social.

Por ello, la presente propuesta de intervención se fundamenta en el enfoque sobre la competencia científica planteado por Pedrinaci (2012) y su vinculación con el diseño de tareas y actividades enfocadas a la resolución de un problema auténtico. Este diseño se planteó de una manera lógica y explícita, de acuerdo a la metodología del “Aprendizaje basado en problemas, ABP”.

En esta intervención se trabajó con un grupo de estudiantes de Ingeniería de la UIA Puebla de las carreras de Ingeniería Automotriz, Ingeniería Civil, Ingeniería en logística e Ingeniería en Negocios, que cursan la materia Procesos Físicos y Químicos Aplicados a la Producción. En este estudio, los estudiantes resuelven en forma grupal, un problema de carácter cualitativo en un contexto real representado por un artículo de divulgación sobre Ciencia y Tecnología actual.

Los resultados muestran que el ABP es una estrategia pertinente para favorecer el desarrollo de la competencia científica de los alumnos.

# Capítulo 1

## Introducción

### 1.1 Contexto

La educación actual, entendida como parte fundamental de una transformación social e influenciada por las nuevas demandas, requiere de una renovación pedagógica constante por parte de los docentes. Esta debe estar encaminada no sólo a transformar el rol tradicional del profesor sino a pensar en el nuevo rol del estudiante, para que éste pueda desempeñarse competentemente, ante las nuevas demandas de la globalización.

En este nuevo contexto no debemos perder de vista la realidad que nos rodea y ser críticos y proactivos ante ella. Ciertamente es muy compleja y con respecto a ella podemos mencionar algunas características que nos podrían ayudar a describirla parcialmente. Entre ellas están: el uso de las nuevas herramientas tecnológicas para la información, las demandas del mercado abierto, la productividad, la innovación, la pérdida de identidad regional, el mandato de las grandes compañías transnacionales, el individualismo creciente y la sociedad como productora y consumidora de bienes. Ahora, tanto las empresas como las instituciones educativas, tienen en común las normalizaciones y certificaciones ante diversos organismos nacionales e internacionales. Este tipo de procesos en instituciones educativas, genera la consecuente estandarización de la educación con el objetivo de alcanzar requisitos de excelencia; y por otra parte, la inevitable segregación de quienes no cumplen estos requisitos.

Bajo el panorama mencionado, obviamente las exigencias para los profesionales son cada vez mayores, es una realidad que se tiene que afrontar. Quien no esté capacitado para desenvolverse en la actualidad, quedará marginado. El desarrollo de las personas deberá involucrar diversas competencias profesionales, sin que pierdan sus valores humanizantes. Se requieren competencias profesionales, pero con un enfoque integral y con respeto a la identidad de las personas. En este nuevo orden, los docentes involucrados en la preparación de los nuevos profesionales, requieren de nuevos conocimientos y destrezas que debe ir modificando y aprendiendo a lo largo de su vida. Deberán compartir con los alumnos, el mensaje importante de que el mundo es un lugar complejo en el cual existen múltiples perspectivas; y que la verdad es a menudo un asunto de interpretación. Tener conciencia, ser sensibles y sensibilizar a sus alumnos en las cuestiones del respeto a la diversidad en el salón de clases y en la comunidad.

Este replanteamiento de la sociedad exige que se dejen a un lado los roles tradicionales en la educación y que el proceso de enseñanza-aprendizaje actual se centre en el estudiante. Esta tarea inevitablemente tiene que considerar el capacitarlo para su funcionalidad en el sistema globalizante, pero considerar que lo más importante, es desarrollar en él competencias profesionales integrales que propicien un pensamiento crítico, reflexivo, ético, autónomo y responsable.

La formación en la Universidad Iberoamericana Puebla, a nivel de Licenciatura, debe garantizar el desarrollo de las competencias profesionales necesarias para que los alumnos se incorporen en forma efectiva a estos nuevos escenarios del ámbito profesional, en la Sociedad del conocimiento. La sociedad del conocimiento es una sociedad del aprendizaje. El éxito en todos los ámbitos de la sociedad se reflejará, más que en otra cosa en, su capacidad para aprender de manera autónoma y para resolver problemas en contextos reales, de manera eficaz y oportuna.

En la Universidad Iberoamericana se propone que dentro de los planes de estudio, se promuevan experiencias de contacto directo con la realidad y una reflexión sobre el impacto de la profesión en la transformación social. Como una de las estrategias para llevar a cabo esto, una de las áreas curriculares dentro del plan de estudios en la universidad es ASE (Área de Síntesis y Evaluación), la que se compone de tres espacios curriculares, cuya intención es promover que el alumno integre, aplique y evalúe la adquisición de las competencias genéricas y profesionales y su posibilidad de aplicarlas.

El área de Ciencias Básicas de Ingeniería en la Universidad Iberoamericana Puebla, para los alumnos de Ingeniería del Sistema Nueva Estructura Curricular - NEC (UIA-ITESO, Documento • Comisión de Homólogos de la Revisión Curricular. MARCO PEDAGÓGICO PARA LA ESTRUCTURA CURRICULAR., 2003): una materia de Procesos Fisicoquímicos aplicados a la producción, que está integrada por tres secciones: Teoría de Química General y laboratorios de Física y Química. Estas materias se cursan normalmente en los primeros tres semestres de la carrera. Se pretende que con la formación a través de estas materias, se genere un vínculo entre el quehacer universitario del alumno y los procesos productivos industriales, el cuidado al medio ambiente y los procesos naturales, de tal manera, que éste pueda prepararse y reflexionar sobre la responsabilidad en su papel como futuro ingeniero. Incidir de una forma eficaz en la mejora de los procesos dentro de una industria, empresa o el medio ambiente y al mismo tiempo cumplir con su responsabilidad en la sociedad.

Para lograr los objetivos planteados, las recientes tendencias en la educación nos refieren a implementar metodologías de enseñanza-aprendizaje adaptadas a un sistema de aprendizaje basado en competencias; cuyo propósito fundamental no consiste en un acopio creciente de conocimientos generales y específicos, sino en la adquisición además de habilidades para tener la capacidad de resolver problemas en forma eficaz y oportuna, en el ámbito de la Química.

## 1.2 Planteamiento del Problema

En el Área de síntesis y evaluación (ASE) de la UIA Puebla los alumnos integran en diversos proyectos, sus conocimientos, habilidades y actitudes, desarrollados en cada una de las áreas de asignaturas: Área básica, Área mayor y Área menor. Dentro de éstos proyectos, así como en su futura vida profesional, es frecuente que se los alumnos se enfrenten a problemas del ámbito de la Química en contextos auténticos. Los proyectos se realizan en equipos de trabajo, por lo que la eficacia de éstos requiere habilidades para el trabajo de tipo colaborativo.

El logro de los propósitos mencionados se ve condicionado, entre otros factores por: 1) Los estudiantes en México presentan bajo rendimiento en Ciencias, de acuerdo a los bajos resultados en la competencia científica en la última prueba PISA (2012) . El nombre PISA corresponde con las siglas del programa según se enuncia en inglés: *Programme for International Student Assessment*, es decir, Programa para la Evaluación Internacional de Alumnos. Se trata de un proyecto de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE).

El 47% de los estudiantes no alcanzan el nivel básico (nivel 2) en ciencias (promedio OCDE: 18%). 2) La amplitud de los contenidos y el cumplimiento de los syllabus. 3) El cumplimiento de los requisitos, como reunión de portafolios de evidencias, para la acreditación de las carreras de Ciencias e Ingenierías de la UIA Puebla, ante: 1) el Consejo de Acreditación de Enseñanza de la Ingeniería A.C., CASEI; 2) la Federación de Instituciones Mexicanas Particulares de Educación Superior, FIMPES y 3) la Asociación Nacional de Facultades y Escuelas de Ingeniería, ANFEI.

De esta forma, se limitan las posibilidades para el desarrollo de actividades encauzadas a desarrollar en los alumnos, las competencias necesarias para la resolución de problemas basados en situaciones reales, lo que les facilitaría su

capacidad para desempeñarse eficazmente en sus proyectos de ASE y posteriormente en sus vida profesional.

Otro de los aspectos a considerar, es que los alumnos aunque han cursado en su educación básica y media superior, materias del área de las Ciencias; no presentan las competencias necesarias para, entre otras actividades: a) manifestar el conocimiento que han adquirido en ciclos anteriores, b) buscar información en forma estratégica, b) plantear hipótesis, c) desarrollar trabajos en equipo, con una actitud responsable y congruente con sus conocimientos y habilidades, d) relacionar los conceptos teóricos con resultados experimentales, y e) para analizar, sintetizar información y plantear alternativas. Esto se puede constatar en los bajos resultados obtenidos en las evaluaciones de los primeros trabajos, reportes de trabajo experimental y otras actividades como la elaboración de ensayos científicos y mapas conceptuales.

Queda claro que los alumnos no poseen los conocimientos y habilidades que supuestamente deben poseer, es decir, nos enfrentamos a lo que Perkins (1997) llama el “conocimiento frágil” (los estudiantes no recuerdan, no comprenden o no usan activamente gran parte de lo que supuestamente han aprendido).

En el caso concreto de la Química, las concepciones por parte de los alumnos están limitadas meramente al ámbito de algunos conceptos básicos. Carecen de una visión de cuestiones científicas actuales y no tienen las competencias necesarias para llevar a cabo una adecuada metodología de la investigación. Los conocimientos en Química no tienen un significado para los alumnos es decir, no los relacionan con eventos de su vida cotidiana y de la vida real. Además, existen dificultades para aplicar los conocimientos y habilidades a diferentes contextos.

Los obstáculos a los que los docentes del área de Química se enfrentan en el cumplimiento del programa, estructurado principalmente en objetivos. Estos son evaluados a través de tres momentos establecidos de evaluación durante el cuatrimestre y un examen departamental en el caso de Química General; por lo

que una de las preocupaciones principales es que los alumnos lleguen bien preparados a estas etapas.

Con relación a la bibliografía para el área de Química, en los programas universitarios, es común encontrar libros en donde el planteamiento de los problemas se da fuera de un contexto real. Se incluyen solamente algunos breves artículos y pocos ejercicios en donde se ejemplifica la importancia de resolver los problemas en esta área.

Para la evaluación de esta materia en proceso de acreditación, en el syllabus se considera para la parte correspondiente a la sesiones de aula un porcentaje de calificación sobre la calificación final del 40 % correspondiente a participaciones así como un 60% sobre la calificación final dada por tres exámenes escritos relacionados con la aplicación de conceptos, teorías y modelos de Química aplicados a la resolución de problemas. En el syllabus se indican las actividades correspondientes a cada unidad de estudio; sin embargo no se incluye de manera explícita el tipo de evaluación que se aplicará en cada caso; de tal manera que se puede interpretar libremente, como un proceso más de evaluación sumativa. La evaluación final para el alumno, puede ser de esta manera solamente un número para la acreditación o no de la asignatura, acompañado de un portafolio de evidencias y de comentarios de retroalimentación de parte del docente, expresados de manera verbal o escrita.

En general, las metodologías con las que se ha abordado la enseñanza de las Ciencias y en el caso particular de la Química, no han contemplado totalmente el sentido que le dan los alumnos a su aprendizaje. “Los estudiantes tienen las mayores dificultades con la abstracta e inobservable base particular de la química y la forma en la que los químicos y los educadores químicos se mueven entre la representación macroscópica, submicroscópica y simbólica de los procesos y las sustancias químicas “ (Ruiz, 2000)

Las metodologías tradicionales en general, no presentan un enfoque en el que el aprendizaje significativo esté presente. “Un aprendizaje es significativo cuando los contenidos: son relacionados de modo no arbitrario y sustancial (no al pie de la letra) con lo que el alumno ya sabe. Por relación sustancial y no arbitraria se debe entender que las ideas se relacionan con algún aspecto existente específicamente relevante de la estructura cognoscitiva del alumno, como una imagen, un símbolo ya significativo, un concepto o una proposición” (Ausubel-Novak-Hanesian, 1983) .

Las metodologías tradicionales, tampoco consideran el trabajo de tipo colaborativo, en donde se da un significado social al aprendizaje, para el abordaje de la resolución de los diferentes problemas. “La enseñanza, y en consecuencia el aprendizaje, sólo ocurre en la zona en que la persona puede desempeñar una actividad con la ayuda de otra.” (Vygotsky, 1979). En la teoría de Vygotsky la interacción social juega un papel muy importante, pues de ella depende el desarrollo de los procesos superiores de pensamiento.

En el caso particular de las materias relacionadas con Química en la UIAP, aunque en las aulas se den procesos de aprendizaje de tipo significativo y desempeño reflexivo, esto no se manifiesta de manera general en los syllabus de las materias, ni en los portafolios de trabajo finales.

Para soslayar las dificultades anteriormente expuestas, se requiere un nuevo enfoque en la planeación, metodología y evaluación del trabajo, para las materias del área de Química para las Ingenierías; en éste se debe considerar, en primer lugar, la visión de los alumnos con respecto a la materia como un aspecto fundamental en su formación profesional. Tomar en cuenta que es necesario dar un significado a los contenidos, al desarrollo y evaluación de la adquisición de capacidades de los alumnos a través de una nueva forma de integrarse al trabajo efectivo, que esté fundamentado en la confianza del alumno en sus competencias. Un nuevo enfoque para favorecer el proceso pedagógico y que al mismo tiempo favorezca la función social de la universidad dentro de la sociedad del conocimiento,

en donde la innovación científica y tecnológica se fundamenta en una sólida formación de carácter científico.

Con base a lo anteriormente expuesto es posible plantear la siguiente pregunta que orienta el presente trabajo de intervención.

*¿Cómo desarrollar la competencia científica, en los estudiantes de la asignatura Procesos físicos y químicos aplicados a la producción, del Departamento de Ciencias e Ingenierías de la UIA Puebla?*

### **1.3 Justificación**

México prácticamente no se destaca por su creciente desarrollo científico o tecnológico. “Las características productivas que predominan en México se basan mayormente en el uso intensivo de mano de obra con poca preparación científica y tecnológica, lo que en parte se explica por el reducido número de investigadores integrantes de la fuerza de trabajo” (UNAM-CIDE, 2006).

Dadas las condiciones sociales y económicas de nuestro país en desarrollo, se requiere que los futuros egresados de las carreras de ingenierías de la UIAP: Automotriz, Civil, Industrial, Logística, Mecánica, Mecatrónica y Negocios; desarrollen la capacidad para la adquisición de conocimientos, habilidades y actitudes, de carácter científico, que les permita integrar los descubrimientos científicos en la práctica, durante toda su vida profesional. Resolver problemas eficazmente en diferentes contextos y situaciones.

Las asignaturas del área de Ciencias básicas de Ingenierías, son el medio propicio para recuperar, apuntalar y desarrollar las capacidades científicas que los alumnos poseen como bagaje de su educación básica, media y media superior.

Para mejorar las condiciones de nuestro país en cuanto a la formación en Ciencias Básicas y en particular de la enseñanza de la Química en Ingenierías de la UIAP, la presente propuesta apunta a elevar las condiciones en cuanto a

promover el desarrollo de las competencias necesarias para la formación integral de los estudiantes. La idea fundamental desde el punto de vista docente, consiste en cambiar la forma de enseñanza establecida tradicionalmente, fomentando la discusión y la participación de los alumnos a partir de ejemplos o problemas reales tomados de la vida cotidiana y favoreciendo la discusión en grupos pequeños durante el desarrollo del curso. La finalidad es una educación que comprenda "...aprender a asimilar conocimientos, a hacer, a vivir con los demás y a ser"...orientada a explotar los talentos y capacidades de cada persona...con objeto de que mejore su vida y transforme la sociedad". Foro Mundial sobre la Educación de Dakar. Marco de acción de Dakar (UNESCO, 2000, pág. 43).

La presente propuesta tiene como finalidad establecer desde una postura de planeación, diversas estrategias didácticas y mecanismos para solucionar algunas de las dificultades presentadas. En primer lugar considerando un aprendizaje situado, tomando en cuenta de manera objetiva y clara, las situaciones a las que el educando se ha enfrentado o enfrentará en su vida diaria y profesional.

Tratándose de una materia de carácter científico, la presente propuesta considera la metodología del Aprendizaje Basado en Problemas, que permite el desarrollo de habilidades del pensamiento superiores, para aplicarlas en lo sucesivo en problemas del propio interés de los alumnos y en contextos reales

Uno de los métodos de aprendizaje que actualmente se usan más es el del trabajo colaborativo. El aprendizaje en ambientes colaborativos, busca propiciar espacios en los cuales se dé el desarrollo de habilidades individuales y grupales a partir de la discusión entre los estudiantes al momento de explorar nuevos conceptos, siendo cada quien responsable de su propio aprendizaje. Se busca que estos ambientes sean ricos en posibilidades y más que organizadores de la información propicien el crecimiento del grupo. Diferentes teorías del aprendizaje encuentran aplicación en los ambientes colaborativos; entre éstas, los enfoques de Piaget (1984) y de Vygotsky (1979) basados en la interacción social.

Con respecto a la evaluación que se efectúa en esta propuesta se aportan elementos para identificar como evaluar la competencia científica.

#### **1.4 Objetivos**

Se puede afirmar que es indispensable cambiar las estrategias del proceso de enseñanza y aprendizaje de las Ciencias, en este caso particular, la Química para los Ingenieros; de tal manera que los estudiantes se orienten hacia aprendizajes profundos, hacia el razonamiento para la resolución de problemas, el examen crítico, la aplicación práctica y situada de sus capacidades científicas, la valoración fundamentada; y como consecuencia favorecer su formación integral.

##### **1.4.1 Objetivo General**

Desarrollar la competencia científica, para favorecer la resolución de problemas en Química, en los alumnos de Ingeniería de la UIA Puebla, por medio de la metodología Aprendizaje Basado en Problemas.

##### **1.4.2 Objetivos Específicos**

- 1.- Que el alumno comprenda y utilice el conocimiento científico para obtener información relevante para la resolución de problemas de Química.
- 2.- Que el alumno maneje los conceptos y modelos científicos de la Química para analizar problemas del ámbito de la Ingeniería.

3.-Que el alumno asuma una actitud responsable, de tolerancia, de liderazgo y congruente, con sus conocimientos y habilidades de Química, dentro de distintos equipos de trabajo colaborativo.

### 1.4.3 Hipótesis

“La metodología del Aprendizaje Basado en Problemas (ABP) influye en el desarrollo de la competencia científica”

## 1.5 Glosario

**Ciencia.** Conjunto de conocimientos obtenidos mediante la observación y el razonamiento, sistemáticamente estructurados y de los que se deducen principios y leyes generales.

**Competencia.** Es una *estructura dinámica* que organiza la actividad, anclada en la experiencia y en la práctica de la persona en situación. Por lo tanto, más que establecer listas o referentes de competencias descontextualizadas, se trata de describir “el desempeño competente” de la persona en situación.

**Competencia científica.** PISA la define como: El conocimiento científico de un individuo y su uso para identificar temas, adquirir nuevos conocimientos, explicar fenómenos científicos y obtener conclusiones basadas en evidencia sobre asuntos relacionados con la ciencia; entender las características de la ciencia como forma humana de conocimiento e investigación; ser consciente de cómo la ciencia y la tecnología conforman los entornos material, intelectual y cultural; tener voluntad para involucrarse en temas científicos y con las ideas de la ciencia, como un ciudadano reflexivo (Organización para la Cooperación y Desarrollo Económicos-OCDE, 2006).

**Contexto.-** Constituye todo el campo social, cultural, ambiental, disciplinar, que rodea e influye una determinada situación educativa. Es una realidad compleja, determinada por lenguajes, reglas, códigos e intereses, circunscritos a una

experiencia de aprendizaje. El contexto en la evaluación por competencias, sirve para justificar el aprendizaje y es también una característica de las tareas o problemas de un producto integrador.

**Desempeño.-** Se refiere a la actuación ante actividades o tareas, es la base del análisis de los contenidos en la evaluación por competencias, esto lo convierte en una evidencia, una evidencia de desempeño que alude a ser una prueba del sujeto sobre un procedimiento o técnica para resolver un problema, bajo recursos cognitivos, procedimentales y afectivos, poniendo de manifiesto un hacer reflexivo, es un proceso cognitivo que despliega el sujeto al identificar una meta a alcanzar que implica realizar una serie de acciones con una actitud determinada.

**Ingeniería.-** Estudio y aplicación, por especialistas, de las diversas ramas de la tecnología.

**Problemas científicos.-** constituye una vía sumamente importante para estudiar el nivel de desarrollo alcanzado por el pensamiento y las competencias de los estudiantes y, a la vez, del desarrollo de éstos en el proceso de enseñanza de las ciencias. La resolución en el aula implica un conjunto de procesos y actividades a partir de las cuales los estudiantes generan nuevos conocimientos, considerados fundamentales para convertirse en sujetos competentes.

**Tecnología.-** Conjunto de instrumentos, recursos técnicos o procedimientos empleados en un determinado campo o sector.

**Química.-** Ciencia que estudia la composición y las propiedades de la materia y de las transformaciones que esta experimenta sin que se alteren los elementos que la forman.

## **Capítulo 2**

### **Marco Teórico**

#### **2.1 Educación por competencias**

Las Competencias en la educación ha sido un tema recurrente desde finales del siglo pasado. La bibliografía sobre el tema es extensa, así como las diferentes concepciones, interpretaciones y aplicaciones sobre el tema.

##### **2.1.1 Algunos Antecedentes**

En latín, el significado de la palabra “competens” es ser capaz y estar autorizado legalmente; el de la palabra “competentia” es capacidad, aptitud y permiso (Mulder, 2007). A través de diferentes épocas, se manifiesta claramente el doble significado del concepto de competencia como “autoridad y capacidad”. El concepto se ha trasladado desde el ámbito lingüístico a lo laboral, en donde nace su aplicación a mediados del siglo pasado para la formación del técnico medio, para posteriormente dar un marco de referencia para el desempeño de un individuo, expresado como su capacidad para resolver problemas. En el ámbito de la psicología también se han asignado significados desde el punto de vista biológico. “Competencia” adquiere significados de acuerdo a los distintos ámbitos o disciplinas en los que se ha retomado.

En la historia de la enseñanza se repite la intención de partir de lo concreto y de la experiencia, así como los deseos de apoyarse en las cosas reales para, de allí, obtener lecciones y construir el saber. Sin embargo, la intención de la educación en general ha sido otra: una mezcla de formalismo y enciclopedismo. La escuela se ha dedicado a dar prioridad a las capacidades y al acervo de

conocimientos. Se insiste en meter a los alumnos en el mismo molde. A finales del siglo pasado, el término competencia procedente del ámbito lingüístico y del mundo laboral, se introduce en el ámbito educativo para replantear el sentido del aprendizaje en el contexto escolar.

En la década de los noventa del siglo XX, el tema de competencias y el cambio de programas en diversos niveles se manifiestan con grandes dificultades debido a la definición de los planes de estudio. A los programas antiguos basados en objetivos solamente se les añade un verbo: se trata de “Contenido antiguo en un nuevo envase” según Perrenaud (2000)

En los últimos diez años han surgido gran variedad de publicaciones con diversas opiniones e interpretaciones sobre el tema. Surge, en forma urgente, la necesidad de construir un lenguaje que proporcione unos límites.

### **2.1.2. Algunas definiciones actuales sobre competencias**

Se citan a continuación las siguientes definiciones que, a mi parecer, describen de manera integral este concepto.

Perrenoud (2007) señala que el concepto de competencia representa una “capacidad de movilizar varios recursos cognitivos para hacer frente a un tipo de situaciones”.

De acuerdo con el proyecto Proyecto de Definición y Selección de Competencias (DeSeCo), se define como: "la capacidad de responder a demandas complejas y llevar a cabo tareas diversas de forma adecuada. Supone una combinación de habilidades prácticas, conocimientos, motivación, valores, actitudes, emociones y otros componentes sociales y de comportamiento que se movilizan conjuntamente para lograr una acción eficaz" ( Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE), 2005)

En la definición de Comellas (2002) aparece como:

Aquella habilidad que permite la ejecución correcta de una tarea, lo que implica tanto la posesión de ciertos conocimientos como la práctica en la resolución de tareas, por lo que se dice que una persona es competente cuando es capaz de "saber, saber hacer y saber estar" mediante un conjunto de comportamientos (cognitivos, psicomotores y afectivos) que le permiten ejercer eficazmente una actividad considerada generalmente como compleja.

Para Tobón (2005) las competencias se clasifican en cinco rubros, la primera de ellas se basa en el contexto. Dicho enfoque se ubica en un sistema conceptual universal-ideal, proceso de discurso, reproducción y reubicación del campo del discurso. Las competencias pueden ser: disciplinares, transdisciplinares, socioeconómicos e internas, la segunda clasificación es la idoneidad (evaluar grado de idoneidad en el desempeño), la tercera actuación (uso y dominios de distintos contextos), cuarta, resolución de problemas (conocimiento significativo) y por último, integralidad del desempeño (transformar el entorno, movilización de saberes).

Una que ha sido ampliamente difundida, es la de Gonczi y Athanasou (1996), quienes señalan que una competencia es “una compleja combinación de atributos (conocimientos, actitudes, valores y habilidades) y las tareas que se tienen que desempeñar en determinadas situaciones”. En esta definición destaca el aspecto de las “determinadas situaciones” en las que el sujeto desempeña las tareas, con lo cual el contexto en el que se desenvuelve cobra relevancia.

La adoptada por la Universidad Iberoamericana México, basada en la de Gonczi y Athanasou, que dice que una competencia se define como “la interacción de un conjunto estructurado y dinámico de conocimientos, valores, habilidades, actitudes y principios que intervienen en el desempeño reflexivo, responsable y efectivo de tareas, transferible a diversos contextos específicos” (Consejo Académico del SEUIA. Universidad Iberoamericana, 2002)

### 2.1.3. Clasificación de las Competencias

Como se observó en el punto anterior, existen diferentes maneras de definir las competencias, de igual manera existen diferentes maneras de agruparlas. Se describen dos: La primera sustentada principalmente en el sujeto y la segunda, centrada en las áreas temáticas.

#### **Primera clasificación: competencias básicas y profesionales.**

Son las esenciales para el aprendizaje el desempeño laboral y el desarrollo vital de los individuos. Estas competencias están al alcance de la mayoría de las personas, son **Competencias Básicas (Clave)**: son las esenciales para el aprendizaje el desempeño laboral y el desarrollo comunes para una amplia variedad de situaciones y contribuyen al aprendizaje a lo largo de la vida. Según Eurydice (2002) son: la comunicación lingüística, matemáticas, conocimiento e interacción con el mundo físico, ciencias sociales y ciudadanía, conocimiento cultural y artístico, tecnologías de la información y la comunicación, aprender a aprender, autonomía e iniciativa personal.

**Competencias profesionales:** La competencia profesional ha sido definida como la conducta real del individuo durante el ejercicio de su profesión, o sea que la competencia está directamente relacionada con las características y las funciones que cumple un profesionista en la sociedad. Kane M.T. en Falcó (2004), define la competencia profesional como “el grado de utilización de los conocimientos, las habilidades y el buen juicio asociados a la profesión, en todas las situaciones que se pueden confrontar en el ejercicio de la práctica profesional”. En esta definición que es una de las más dinámicas y completas se encuentra una dimensión que es fundamental: la capacidad de un profesional de utilizar su buen juicio o sea de razonar para tomar decisiones.

La competencia profesional es la capacidad de desempeño, lo cual depende de tres componentes: el perfil profesional determinado por las aptitudes y rasgos de

personalidad, los conocimientos, habilidades y actitudes adquiridas en la formación y las desarrolladas en la práctica profesional. Esto implica conocimientos y acciones unidas a las actitudes y valores personales.

**Segunda clasificación. Centrada en las áreas temáticas: competencias genéricas y específicas.**

La unión europea propone unas competencias que el estudiante universitario ha de conseguir como resultado de sus aprendizajes. Se divide en dos grupos:

**Competencias Genéricas o transversales:** son las capacidades que son independientes de un entorno y que deben ejercitarse en todos los planes de estudio, pues resultan relevantes para desempeñar de manera capaz cualquier profesión. Este tipo de competencias relacionadas con la formación integral de los estudiantes, constituyen actualmente una parte indispensable en los currículos universitarios.

El proyecto Tuning (Tuning Educational Structures in Europe), enmarcado en el proceso de convergencia y adaptación de títulos y planes de estudio del Espacio Europeo de Educación Superior (EEES) y que nace con el objeto de fomentar, poner a punto y evaluar experiencias educativas en más de 100 universidades, subdivide las competencias genéricas en tres grupos: a) instrumentales, las que tienen funciones cognitivas, metodológicas, tecnológicas y lingüísticas; b) interpersonales, las relacionadas con la interacción social y la cooperación; c) sistémicas, las que implican comprensión, conocimiento y sensibilidad (González & Wagenaar, 2003).

**Competencias Específicas:** En el proyecto Tuning se definen como competencias que se requieren para el desarrollo de una función específica, dentro de un área o función ocupacional y que están relacionadas directamente con la ocupación. Tienen un alto grado de especialización, así como procesos educativos específicos, generalmente desarrollados en programas técnicos de formación para

el trabajo en educación superior. La competencia específica caracteriza a una profesión y la distingue de otras.

La formación integral de los alumnos, se va desarrollando poco a poco, por niveles de complejidad, en los diferentes tipos de competencias: básicas o fundamentales, genéricas o comunes, específicas o especializadas y laborales. La competencia, al igual que la inteligencia, no es una capacidad innata, sino que, por el contrario, es susceptible de ser desarrollada y construida a partir de las motivaciones internas de cada cual (Proyecto Tuning América Latina, 2007, pág. 36)

La combinación de ambos tipos de competencias, genéricas y específicas, en el curriculum formativo del estudiante universitario, ofrece un perfil profesional distinguible de otras disciplinas, aunque se puedan compartir áreas formativas comunes. En relación a esto, en el siguiente apartado, se mencionan las necesidades particulares para satisfacer los perfiles de los egresados de las carreras de Ingeniería en México.

#### **2.1.4. Las competencias para los estudiantes de las carreras de Ingenierías**

De acuerdo con la Asociación Nacional de Facultades y Escuelas de Ingeniería (ANFEI) (2014), el ingeniero requerirá incorporar a su conocimiento tradicional, nuevas habilidades y competencias para un nuevo ambiente productivo por lo que debe ir agregando competencias y habilidades técnicas, científicas y gerenciales.

El perfil del ingeniero del siglo XXI de acuerdo con la ANFEI debe ser: 1. El ingeniero seguirá conservando una fuerte formación en las Ciencias Básicas: Física, Química y Matemáticas 2. Los ingenieros del futuro deberán incorporar también nuevas habilidades, valores, actitudes y competencias, como las siguientes: a) Manejo de información, con gran percepción sobre el entorno económico productivo. b) Dominio del Español y de otros idiomas (fundamentalmente el Inglés). c) Capacidad para trabajar en grupos heterogéneos, multidisciplinarios y en culturas diferentes. d) Dominio de las TIC. e) Pensamiento crítico y asertivo. f) Ética

profesional y vocación de servicio. g) Mentalidad prospectiva, anticipatoria e innovadora. h) Capacidad para adaptarse a diferentes ambientes laborales.

Una de las principales funciones de la enseñanza de la Química en el área de las Ciencias básicas, es la de desarrollar en los alumnos la competencias científica, que le permitan plantear y/o resolver problemas complejos relacionados con la estructura química de las sustancias, los procesos químicos y los diversos materiales, que se utilizan en las industrias de la manufactura y la transformación.

### **2.1.5 Competencia científica**

Como la define PISA: “La capacidad de emplear el conocimiento científico para identificar preguntas y extraer conclusiones basadas en hechos, con el fin de comprender y poder tomar decisiones sobre el mundo natural y sobre los cambios que ha producido en él la actividad humana” (OCDE, 2006),

Como la define Pedrinaci (2012, pág. 274): “Es el conjunto integrado de capacidades para utilizar el conocimiento científico a fin de describir, explicar y predecir fenómenos naturales; para comprender los rasgos característicos de la ciencia; para formular e investigar problemas e hipótesis, así como para documentarse, argumentar y tomar decisiones personales, sociales sobre el mundo natural y los cambios que la actividad humana genera en él”.

De acuerdo a este autor, para formar personas científicamente competentes, se requieren capacidades que han de desarrollarse prioritariamente y que para efectos analíticos se han agrupado en cuatro dimensiones:

A) Dimensión conceptual. La capacidad de utilizar el conocimiento científico personal y los conceptos y modelos científicos.

B) Dimensión metodológica. Capacidad de diferenciar la ciencia de otros conocimientos no científicos, de identificar problemas científicos, de obtener y procesar información para la investigación y la capacidad de formular conclusiones.

C) Dimensión actitudinal. La capacidad de valorar la calidad de la información, de interesarse por el conocimiento, la indagación y resolución de problemas científicos; y la capacidad de tomar decisiones autónomas y críticas en contextos personales y sociales.

D) Dimensión integrada. Capacidad de utilizar de forma integrada las anteriores capacidades para dar respuestas o pautas de actuación adecuadas ante problemas concretos científicos, tecnológicos o socioambientales en contextos vivenciales del alumnado.

Los marcos curriculares tradicionales no pueden aportar mucho al desarrollo de esta competencia, debido a que descansan en concepciones y prácticas docentes basadas en el propósito de transmitir directamente al alumnado los contenidos ya elaborados, lo que dificulta la asimilación significativa de éstos.

Para lograr que los estudiantes alcancen un alto grado de significatividad, es necesario que la enseñanza se oriente a la comprensión y que ésta además esté presente en los tres niveles de construcción y organización de la competencia científica: la construcción de los principales conceptos, modelos, teorías, procedimientos, y actitudes relativos a las ciencias; la construcción de cada una de las capacidades necesarias y el desarrollo de la competencia científica global, en la acción y para la acción.

En el ámbito de la Química, la capacidad de resolver problemas científicos complejos se considera como una de las competencias clave en la enseñanza de esta Ciencia. Hasta ahora, en la investigación sobre la resolución de problemas, rara vez se toma en cuenta la estructura de los procesos de resolución de problemas y aspectos metacognitivos. Para sufragarlo, este trabajo presenta la relación entre los componentes de la solución de problemas y las estrategias de adquisición de competencias para lograrlo.

### **2.1.6 Evaluación de la competencia científica**

Para evaluar la competencia científica, es imprescindible hacer referencia a la evaluación PISA, que intenta establecer un marco de referencia común a nivel internacional de evaluación del rendimiento de los estudiantes de 15 años, entendido como nivel de competencia.

En esta prueba se promueve la valoración de la “aplicación y la “utilidad” del conocimiento sobre la mera reproducción de este. Específica y analiza los conocimientos, capacidades y actitudes que actúan en la formación de la competencia científica. Sin embargo, de acuerdo a análisis de las pruebas PISA en el área específica de Ciencias se señalan deficiencias.

Autores como: Gallardo Gil y colaboradores (2010), Yus y colaboradores (2011); concluyen que esta prueba presenta limitaciones y demanda capacidades científicas de baja complejidad, además de que existen discrepancias entre el concepto de competencias propuesto por DeSeCo (OECD, 2002) y lo que realmente evalúa PISA (OECD, 2006). Esta prueba parece alejarse de las capacidades de orden superior, como son la transferencia, la heurística y la argumentación, demandando con mayor frecuencia capacidades científicas de baja complejidad (aplicación, reflexión), aunque con escasa presencia de la mera reproducción.

Emilio Pedrinaci y colaboradores (2012) señalan que: “La caracterización de competencia científica que hace PISA tiene un enfoque adecuado, pero también algunas limitaciones derivadas del hecho de ser un programa de evaluación, no una propuesta de formación”. Señalan que para evaluar esta competencia es necesario seleccionar una serie de diferentes actividades, tareas y procedimientos que sean válidos para evaluar las cuatro dimensiones que propone.

Por lo anterior y tratándose de una intervención para desarrollar la competencia científica de los estudiantes de ingeniería de los primeros semestres,

se plantea la evaluación en función de un enfoque de carácter holístico, en donde se consideren capacidades de orden superior. De esta manera, la evaluación es más congruente con la metodología ABP, en donde se trata con temas transversales de aplicación real y con acceso a todo tipo de información en diferentes fuentes.

## **2.2 Metodologías para la formación por competencias**

Etimológicamente, método es el atajo o camino más corto que conduce a un fin. La metodología (Ciencia del método, según la Real Academia española) en el proceso de enseñanza/ aprendizaje que se considera, se convierte en el medio a través del cual los estudiantes aprenderán conocimientos, habilidades y actitudes, es decir, desarrollarán competencias. Por lo tanto, no existe una única metodología o mejor camino, sino que la mejor metodología será una combinación adecuada de diferentes situaciones diseñadas de manera intencional y sistemática.

“Una metodología, se puede definir como el conjunto de oportunidades y condiciones que se ofrecen a los estudiantes, organizados de manera sistemática e intencional que, aunque no promueven directamente el aprendizaje, existe alta probabilidad de que esto ocurra (De Miguel Díaz, 2005)

En la formación por competencias, las metodologías que se utilicen, deben generar situaciones que sitúen al estudiante en una posición diferente a la de la enseñanza tradicional. El estudiante se debe hacer responsable de su propio aprendizaje, buscando, seleccionando, analizando y evaluando la información, asumiendo un papel más activo; convirtiéndose en un constructor del conocimiento.

El docente debe ser el regulador, orientador del aprendizaje, le corresponde ser “organizador y mediador en el encuentro del alumno con el conocimiento”. Es el responsable de una metodología fundamentada teóricamente, que corresponde a un plan por pasos que se llevan a cabo en función de las competencias a

desarrollar y los objetivos de aprendizaje; así como, las características de los alumnos y su contexto social y cultural.

Es necesario fortalecer las metodologías empleadas. Como asevera Zabalza en Rodríguez Izquierdo (Rodríguez Izquierdo, 2007): “El sistema convencional de transmisión de información por parte del profesor y apoyado por el estudio sobre libros de texto, resulta en la actualidad claramente superado: nuevos medios y recursos técnicos cumplen mejor que los profesores esa función transmisora; por el contrario, se hace preciso un papel más activo de los profesores en tanto que guías y facilitadores del aprendizaje. El cúmulo casi infinito de informaciones que reciben los actuales estudiantes al cabo del día no siempre resulta bien asimilado y precisa de esa acción tutorial y orientadora”

El paradigma basado en competencias demanda un marco metodológico en el que se favorezca la reflexión de lo que se hace, cómo se hace, los resultados alcanzados y el análisis crítico sobre la propia actuación.

En una intervención educativa, el proceso de planificación e implementación de la(s) metodología(s) a utilizar, se debe considerar de antemano como un proceso dinámico y flexible; que a la par de una evaluación permanente, permita modificaciones con la finalidad de la construcción y apropiación de las actividades de aprendizaje. La gestión de ambientes y situaciones que favorezcan el desarrollo de las competencias.

### **2.2.1 Aprendizaje situado**

El Aprendizaje situado es un método de enseñanza iniciado formalmente por *Jean Lave y Etienne Wenger* en el ámbito laboral y puede remontarse al año 1991 con su libro publicado —*Situated learning. Legitimate peripheral participation* (Lave Jean, 2003, reprinted 2003)

El aprendizaje ocurre en la “acción situada”, por oposición a la “contemplación desapegada” (en inglés, *detached*). Ante un problema concreto, un

individuo no se limita a pensar en una solución, diseñar un plan y luego ejecutarlo. Al contrario, es en la situación concreta que encuentra los recursos necesarios: actúa, manipula la máquina o el programa, o sea, trabaja con la situación misma, la que a su vez le da un *feedback* (una retroalimentación). Y se progresa así, razonando en interacción con la situación. En otras palabras, se aprende una práctica a través del involucrarse en dicha práctica y en el contexto en la cual ésta se realiza.

Este método de enseñanza se basa mucho en las ideas de Vygotsky (en Lave y Wenger, 1991). El psicólogo ruso fue uno de los primeros en resaltar el origen social de los fenómenos individuales. El pensamiento y la conciencia son determinadas por las actividades realizadas con otras personas en un medio social determinado. El aprendizaje se desarrolla a través de las interacciones que tienen lugar en ese contexto, pero además esas interacciones son asimétricas: un niño aprende interactuando con una persona más competente en la habilidad a aprender (un adulto de su misma cultura que puede ser un miembro de su familia, un profesor, etc.). El niño observa a esa persona más competente, habla con ella, practica bajo su guía y así aprende.

Desde una perspectiva socioconstructivista, la enseñanza situada, puede definirse como aquella propuesta pedagógica que se diseña y estructura con la intención de promover aprendizajes situados, experienciales y auténticos en los alumnos, que les permita desarrollar habilidades y competencias muy similares o iguales a las que se encontrarán en situaciones de la vida cotidiana o profesional (Díaz Barriga F. y., 2010, pág. 405)

En la aplicación de metodologías para el desarrollo de competencias, la situación es la base y el criterio de la competencia (Jonnaert, 2006). Es en situación que la persona desarrolla la competencia: la situación la origina. Por otra parte, si esta situación es tratada eficazmente, una persona puede declararse competente: el tratamiento eficaz de la situación es el principal criterio de evaluación de la

competencia contextualizada. Por lo tanto, el concepto de situación se vuelve el elemento central del aprendizaje.

De acuerdo a Frida Díaz Barriga (2006, pág. 11), se cree fundamental que cualquier agente pedagógico, en la toma de decisiones curriculares o didácticas (definición de objetivos, contenidos, estrategias de enseñanza-aprendizaje, formas de evaluación y mecanismos motivacionales, entre otras), atribuya un papel decisivo a la consideración lúcida y sistemática de las situaciones en que el educando ha recreado o deberá recrear el conocimiento a adquirir en los escenarios escolares.

En este tipo de estrategias de enseñanza situada, se considera la realización de actividades y movilización de competencias auténticas. Se promueve en los alumnos una negociación mutua de significados y la construcción conjunta de los saberes. Se resalta la importancia del contexto, así como de las estrategias que promuevan un aprendizaje colaborativo.

La aplicación de estrategias que implican el aprendizaje situado, tales como el aprendizaje basado en problemas (ABP), el análisis y estudios de casos (EMC) y el desarrollo de proyectos (AMP), promueven distintos tipos de habilidades cognitivas, expositivas, comunicativas y de pensamiento crítico y al mismo tiempo se pueden aprender los contenidos (conceptuales, procedimentales y actitudinales) de los programas.

### **2.2.2 Desempeño reflexivo**

En la actualidad, una de las misiones fundamentales de las instituciones educativas es la de dotar a los estudiantes con estrategias que les permitan elaborar, transformar, contrastar y reconstruir críticamente los conocimientos, el desarrollar el pensamiento estratégico. Es por eso que una de las líneas principales de la investigación educativa actual, es apoyar a los docentes en el desarrollo de estructuras para ayudar a los estudiantes a aprender, y a aprender a aprender. La reflexión sobre la acción en los procesos de formación, permite conocer los

alcances y límites de la práctica, e introducir mejores estrategias que contribuyan a elevar los niveles de desempeño y sus efectos en la calidad educativa.

La noción de práctica reflexiva es introducida por (1998). Para él, formar al profesional reflexivo, consiste en la mejora de la capacidad reflexiva para hacer posible el acceso al conocimiento de las complejas relaciones entre pensamiento y acción, o mejor dicho, la reflexión en la acción y reflexión sobre la acción.

La reflexión sobre la acción consiste en la competencia profesional del docente, para controlar racionalmente el curso de la acción; se trata de la conciencia durante la acción. En este sentido es tanto reflexión como acción. Trata de la conciencia desplegada sobre la acción, es decir, una vez que ha ocurrido; por lo que no involucra a la acción como tal, sino como reflexión sobre ella. Para Schön (1983), sólo a través de estas formas reflexivas se puede acceder a ciertos tipos de conocimientos, como al conocimiento tácito, producto de la experiencia acumulada en las actividades profesionales, y que no es del todo consciente al actor (docente).

Para tratar de revertir la idea de que los docentes tienen como tarea reducida, la instrumentación de innovaciones educativas complejas que le son poco significativas, Schön, en Díaz Barriga y Hernández (2010, pág. 12) plantea como alternativa en la formación de los profesores “la experiencia de aprender haciendo y el arte de una buena acción tutorial”, esto quiere decir que los estudiantes aprenden mediante la práctica, pero al mismo tiempo reflexionando sobre lo que se está haciendo, y así se les ayuda a convertirse en expertos, gracias a la mediación que ejerce usualmente el docente, y con la posibilidad de recurrir a también al apoyo de compañeros más avanzados.

En otra vertiente Perrenaud (2007), cuestiona que la insistencia en el componente reflexivo, asociada a la lucidez y al pensamiento consciente, le impidió a Schön y a sus seguidores reconocer abiertamente que toda acción compleja aunque, en apariencia, sea fundamentalmente lógica o técnica, únicamente es posible a base de funcionamientos inconscientes.

Perrenaud sostiene lo que él llama “el paradigma reflexivo” originado en los ámbitos técnicos o científicos. Este paradigma afirma que en trabajo del ingeniero, del médico, etc. el carácter eminentemente racional de los procedimientos oculta el carácter parcialmente inconsciente de la actividad.

Su planteamiento toma en cuenta: a) La reflexión en la acción de Schön, referida anteriormente. b) La teoría del *habitus*, vinculada a la obra de Bourdieu (1972), entendida como una gramática generadora de prácticas. Es un sistema de disposiciones durables y transferibles de un actor. En términos de Perrenaud, se trata de “un conjunto de esquemas de los que dispone un individuo en un determinado momento de su vida” c) la noción de Piaget de esquema, retomada por Vergnaud (1990), para quien consiste en “la organización invariante de la conducta para una clase de situaciones dadas” d) La noción de inconsciente práctico de Piaget (1964). Un inconsciente que se encuentra libre de deseo. Un reservorio de conocimientos prerreflexivos.

Con éstos referentes, Perrenaud señala que la práctica pedagógica es una intervención singular, en una situación compleja que no se reproduce jamás de modo estrictamente auténtico. En el dominio de su acción, “el docente tiene que adaptarse a situaciones parcialmente inéditas, aun cuando haya analogías que le permitan re invertir o transponer elementos de respuestas ya construidos”.

### **2.2.3. Metodología a desarrollar: Método de Aprendizaje basado en problemas ABP**

De acuerdo con Díaz Barriga (2006, pág. 72), sólo mediante una enseñanza basada en problemas se logrará preparar a los estudiantes para contender con éxito en los distintos contextos de la vida real, porque para resolver problemas en contextos reales se requiere una visión sistémica, conocimiento formal, experiencia, creatividad, práctica y juicio. Es decir, un alto nivel de desempeño en la competencia profesional.

Edens (2000) citado por Díaz Barriga (2006), explica que, para trabajar en el aula con los estudiantes, los docentes deben elegir y/o diseñar problemas que:

- a) Los involucren en escenarios relevantes que faciliten la conexión entre la teoría y su aplicación razonada.
- b) Los desafíen a buscar soluciones creativas o innovadoras mediante procedimientos heurísticos.
- c) Sean complejos, para que los alumnos trabajen colaborativamente en su solución.
- d) Requieran, para solucionarlos, no sólo conocimientos, sino discernimiento respecto a las diferentes maneras de abordar el problema.
- e) Planteen diferentes soluciones a partir de información presentada al inicio y propicien la exploración de soluciones que se alejen de lo obvio o lo tradicional, cambiando sobre la marcha, condiciones o contextos.

Una de las estrategias de enseñanza situada que se fundamenta en problemas y que ha generado mucho interés tanto en el ámbito pedagógico como en el de la investigación, es el método de aprendizaje basado en problemas ABP. Existen múltiples propuestas, interpretaciones y experiencias realizadas sobre el mismo.

Según Torpe y Sage en Díaz Barriga (2010, págs. 153-158) el ABP tiene tres características centrales:

- a) organiza la propuesta de enseñanza y aprendizaje alrededor de problemas holísticos y relevantes,
- b) implica que los alumnos sean los protagonistas de las situaciones problemáticas planteadas, y
- c) constituye un entorno pedagógico en el que los alumnos realizan una fuerte cantidad de actividad cognitiva (fomento de actividades cognitivas complejas de solución de problemas y toma de decisiones) y heurística colaborativa y en la que los docentes guían y apoyan en su proceso de exploración/ indagación.

El Aprendizaje Basado en Problemas (en inglés *Problem-based Learning, PBL*) es un método de enseñanza que crea un ambiente de aprendizaje centrado en el estudiante. Esta metodología fue desarrollada inicialmente para la educación médica. Es reconocido el papel pionero de la Escuela de Medicina de la Universidad McMaster, de Canadá, así como el liderazgo e influencia de instituciones como

Harvard Business School y Harvard Medical School, esta última con el currículo para la carrera de medicina denominado *New Pathway Program* (Díaz Barriga F. , 2006, pág. 63). Esta estrategia de enseñanza se ha extendido a diversas disciplinas, entre ellas la ingeniería. Una de las universidades que ha destacado en el uso de esta técnica es la Universidad Jesuita de Wheeling, en West Virginia, E.U.

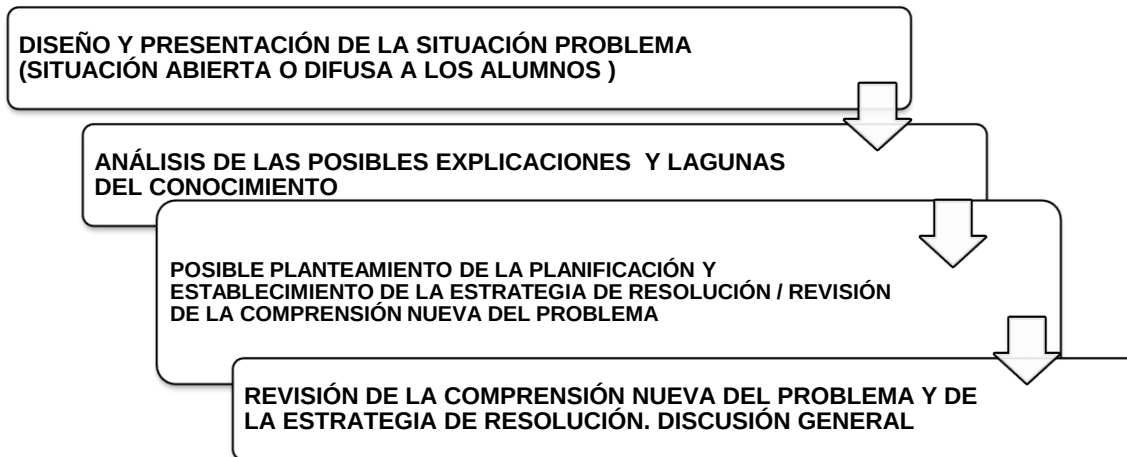
El método de Aprendizaje basado en problemas ABP, se fundamenta en la idea de que el estudiante aprende de un modo más adecuado cuando tiene la posibilidad de experimentar, ensayar o, sencillamente, indagar sobre la naturaleza de fenómenos y actividades cotidianas. Así, las situaciones problema que son la base del método se basan en situaciones complejas del mundo real.

El aprendizaje es, además, más estimulante cuando se plantean preguntas que requieren del esfuerzo intelectual del estudiante y no de la mera repetición de una rutina de trabajo aprendida; y, cuando inicialmente no se ofrece a los estudiantes toda la información necesaria para solucionar el problema, sino que son ellos los que deben identificar, encontrar y utilizar los recursos necesarios.

Este método también se basa en la idea de que los problemas que entrañan cierta dificultad se resuelven mejor en colaboración con otras personas. Esa colaboración facilita el aprendizaje porque requiere del estudiante que exponga y argumente sus puntos de vista o soluciones y que las debata con otros. Se trata de un método de trabajo activo, centrado en el estudiante, en el que el profesor es sobre todo un facilitador.

Como se mencionó, no existe una sola propuesta en este método de enseñanza situada, sin embargo existen características comunes a todas las interpretaciones y experiencias. Esto se puede apreciar en el gráfico 1.

**Gráfico1. Características básicas del Método de Aprendizaje Basado en problemas**



### **Condiciones para el trabajo en ABP**

De acuerdo al Instituto Tecnológico de Estudios Superiores de Monterrey (ITESM, 2003) a continuación se describen algunas condiciones deseables para el trabajo en el ABP:

Cambiar el énfasis del programa de enseñanza-aprendizaje, requiriendo que los alumnos sean activos, independientes, con autodirección en su aprendizaje y orientados a la solución de problemas en lugar de ser los tradicionales receptores pasivos de información.

Enfatizar el desarrollo de actitudes y habilidades que busquen la adquisición activa de nuevo conocimiento y no sólo la memorización del conocimiento existente.

Generar un ambiente adecuado para que el grupo (seis a ocho alumnos) de participantes, pueda trabajar de manera colaborativa para resolver problemas

comunes en forma analítica, además promover la participación de los maestros como tutores en el proceso de discusión y en el aprendizaje.

Estimular en los alumnos la aplicación de conocimientos adquiridos en otros cursos en la búsqueda de la solución al problema.

Guiados por maestros fungiendo como facilitadores del aprendizaje, desarrollar en los alumnos el pensamiento crítico, habilidades para la solución de problemas y para la colaboración, mientras identifican problemas, formulan hipótesis, conducen la búsqueda de información, realizan experimentos y determinan la mejor manera de llegar a la solución de los problemas planteados.

### **Características de los problemas en el ABP.**

De acuerdo a (Duch, 2001, págs. 3-11) los problemas para este tipo de metodología deben presentar las siguientes características:

1. El diseño del problema debe, comprometer el interés de los alumnos y motivarlos a examinar de manera profunda los conceptos y objetivos que se quieren aprender. El problema debe estar en relación con los objetivos del curso y con problemas o situaciones de la vida diaria para que los alumnos encuentren mayor sentido en el trabajo que realizan.
2. Los problemas deben llevar a los alumnos a tomar decisiones o hacer juicios basados en hechos, información lógica y fundamentada. Están obligados a justificar sus decisiones y razonamiento en los objetivos de aprendizaje del curso. Los problemas o las situaciones deben requerir que los estudiantes definan qué suposiciones son necesarias y por qué, qué información es relevante y qué pasos o procedimientos son necesarios con el propósito de resolver el problema.
3. La cooperación de todos los integrantes del grupo de trabajo es necesaria para poder abordar el problema de manera eficiente. La longitud y complejidad del

problema debe ser administrada por el tutor de tal modo que los alumnos no se dividan el trabajo y cada uno se ocupe únicamente de su parte.

4. Las preguntas de inicio del problema deben tener alguna de las siguientes características, de tal modo que todos los alumnos se interesen y entren a la discusión del tema: a) preguntas abiertas, es decir, que no se limiten a una respuesta concreta. b) Ligadas a un aprendizaje previo, es decir, dentro de un marco de conocimientos específicos. c) Temas de controversia que despierten diversas opiniones.

De este modo se mantiene a los estudiantes trabajando como un grupo y sacando las ideas y el conocimiento de todos los integrantes y evitando que cada uno trabaje de manera individual.

5. El contenido de los objetivos del curso debe ser incorporado en el diseño de los problemas, conectando el conocimiento anterior a nuevos conceptos y ligando conocimientos a conceptos de otros cursos o disciplinas.

### **Proceso: El Modelo de 7 Pasos.**

Generalmente, en la enseñanza tradicional, primero se expone la información y posteriormente se busca su aplicación en la resolución de un problema; en el caso del ABP primero se presenta el problema, se reconocen los conocimientos previos, se establece la necesidad de nuevos conocimientos, se busca la información necesaria y finalmente se regresa al problema.

Carlos Solá (Sola Ayape, 2011) propone siete pasos para la metodología del ABP, que aunque son interdependientes, poseen cada uno un significado propio y se enfatiza, que es el alumno quien debe transitar por ellos. El papel del docente es estar atento al desarrollo de cada paso, ya que su papel como guía es

determinante y su tarea de orientador la puede realizar en varios momentos durante el proceso. A continuación, se describen los pasos del ABP.

**Tabla 1. Los 7 Pasos del ABP**

|        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
|--------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Paso 1 | Presentación y lectura comprensiva del escenario.                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| Paso 2 | Definición del problema, en donde se delimita y se plantean retos para afrontar                                                                                                                                                                                                                                                        |
| Paso 3 | Lluvia de ideas, los alumnos plantean que es lo que hay que conocer, partiendo de lo que saben y lo que desconocen Se plantean las hipótesis que mediante la investigación se podrán confirmar.                                                                                                                                        |
| Paso 4 | Se ponen en orden y se clasifican las ideas. Debe de haber jerarquía y ser conscientes de la interacción entre las diferentes ideas, en donde el resultado “de este proceso reflejará [...] la estructura general de la investigación que se llevará a cabo para la solución del problema, algo que termina aliviando mucho al alumno” |
| Paso 5 | Formulación de los objetivos de aprendizaje, que es donde se delimitan las metas que guíen la investigación.                                                                                                                                                                                                                           |
| Paso 6 | Investigación: Consiste en indagar en el lugar adecuado y “hacer una lectura comprensiva de dicha información” para ello es necesario el diseño de un plan de acción.                                                                                                                                                                  |
| Paso 7 | Presentación y discusión de los resultados.                                                                                                                                                                                                                                                                                            |

## **Roles en el ABP**

Un aspecto relevante que es necesario considerar en el trabajo colaborativo en ABP es la asignación de roles para trabajar adecuadamente en esta metodología. Los roles propuestos para los estudiantes, de acuerdo a Sola son los siguientes:

- a. Líder. Su objetivo es lograr un alto rendimiento entre sus compañeros del equipo. Es el encargado de la organización y comunicación en el equipo.
- b. Secretario. Es el encargado de organizar la documentación generada por todo el equipo y tenerla a tiempo.
- c. Reportero. Es la persona que toma notas de las actividades y aportaciones de cada uno de los miembros del equipo.

- d. Abogado del diablo. Es quien cuestiona críticamente el trabajo del equipo, algo especialmente importante cuando sus integrantes no pueden generar un número adecuado de hipótesis o propuestas de solución a un problema dado.
- e. Vigilante del tiempo. Su papel consiste en hacer una distribución eficiente del tiempo durante las sesiones de trabajo, fomentando la participación activa de los miembros del equipo y evitando la divagación.

El equipo puede definir adicionalmente otros roles que el equipo considere convenientes y cuando los equipos son pequeños los miembros pueden asumir más de un rol.

En el ABP el profesor a cargo del grupo actúa como un tutor en lugar de ser un maestro convencional experto en el área y transmisor del conocimiento. El tutor ayudará a los alumnos a reflexionar, identificar necesidades de información y les motivará a continuar con el trabajo, es decir, los guiará a alcanzar las metas de aprendizaje propuestas.

## Capítulo 3

### Marco contextual.

#### 3.1 Antecedentes de la investigación.

Estamos ante una nueva época, la cual requiere una gran capacidad de adaptación en todos los ámbitos. En la sociedad del conocimiento se tienen que destruir las estructuras de la escuela tradicional, cuyos obstáculos son la formalidad en la enseñanza, la regulación y normalización. Los sistemas escolares, son desde su creación, el dispositivo social para la distribución del conocimiento “socialmente válido” (Aguerrondo, 2009).

El mundo se tornó muy complejo desde que la Ciencia en el siglo XX dejó de ser observación del mundo (e información) para pasar a ser creación del mundo. Las viejas estructuras de la escuela ya no funcionan y el sistema escolar deberá facilitar otras formas de aprendizaje, currículo centrado en el alumno, la flexibilidad curricular, la adaptación al cambio permanente y la creatividad.

Las antiguas formas del aprendizaje están siendo derrotadas por nuevas formas, favorecidas por las nuevas tecnologías de la información y comunicación. Para responder a estas demandas, en los años ochenta del siglo pasado, en los países anglosajones empezó a extenderse el uso del concepto de competencias como instrumento para evaluar la calidad de los programas de formación profesional.

A partir de los años noventa, algunos organismos internacionales como la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos-OCDE (México es miembro de esta organización desde mayo de 1994) y la Unión Europea-UE promueven estudios y proyectos para definir las competencias clave, o

competencias básicas, que serían necesarias a lo largo de la vida. De esta manera se ha favorecido la extensión de las competencias a todo sistema educativo.

Mientras el desarrollo de componentes empíricos para estos esfuerzos está muy avanzado, se presenta una clara necesidad de progresar más en las bases teóricas de la evaluación de destrezas y competencias. Como contribución a este aspecto, a finales de 1997, la OCDE inició el *Proyecto DeSeCo (Definition and Selection of Competencies: Theoretical and Conceptual Foundations)* (Definición y selección de competencias: bases teóricas y conceptuales) con el fin de brindar un marco conceptual firme para servir como fuente de información para la identificación de competencias clave y el fortalecimiento de las encuestas internacionales que miden el nivel de competencia de jóvenes y adultos.

Este proyecto, realizado bajo el liderazgo de Suiza y conectado con PISA (Programa para la Evaluación Internacional para Estudiantes), reunió a expertos de una amplia gama de disciplinas para que trabajaran con actores y analistas políticos para producir un marco relevante a las políticas. Los países miembros de la OCDE pudieron contribuir con sus propios puntos de vista para el desarrollo del proceso. El proyecto reconoció la diversidad de valores y prioridades a lo largo de países y culturas, pero identificó también desafíos universales de la economía global y la cultura, así como valores comunes que informan la selección de las competencias más importantes.

Desde la Unión Europea, se da respuesta con el Proyecto Tuning (generado en 2001). Este proyecto no se centra en los sistemas educativos de cada país sino en la estructura y contenido de los estudios, los cuales son responsabilidad de las universidades.

En 2004 se crea Alfa Tuning-América Latina y responde al interés de universidades europeas y latinoamericanas por apoyar la creación del Espacio Común de Enseñanza Superior de la Unión Europea, América Latina y el Caribe (UEALC). Es una idea intercontinental que además de tener el aval de la Comisión Europea y lo tiene de los ministerios de educación latinoamericanos, entre ellos el de México.

Así como las competencias se han convertido en el sentido de estos proyectos de educación internacional, para Tobón (2006)“... las competencias constituyen la base fundamental para orientar el currículo, la docencia, el aprendizaje y la evaluación desde un marco de calidad, ya que brinda principios, indicadores y herramientas para hacerlo, más que cualquier otro enfoque educativo”

“En un mundo lleno de productos de la investigación científica, la alfabetización científica se ha convertido en una necesidad para todos” (National Research Council, 1996). En las dos últimas décadas se ha demandado una reorientación de los objetivos de la enseñanza de las ciencias, en los niveles obligatorios para procurar una formación científica, que pueda ser aplicada a situaciones del ámbito personal, social y laboral. La capacidad de describir, explicar y predecir fenómenos naturales. “Este concepto se ha ampliado actualmente al de “competencia científica” para generar una imagen más clara de la continuidad formativa entre la educación común y la formación universitaria y profesional” (Pedinaci Emilio (coord.), 2012).

La introducción de la competencia científica no es solo avalada por científicos, investigadores y expertos en didáctica de las ciencias, sino que es impulsada por la Comisión europea y la OCDE. En el programa PISA, se considera dentro de las tres áreas de evaluación (competencia lectora (2000), competencia matemática (2003) y competencia científica (2006).

Bajo este modelo, la prueba está diseñada para conocer las habilidades de los estudiantes para analizar y resolver problemas, tratando de ofrecer un perfil de

las capacidades de los estudiantes de quince años de todos los países donde se aplica. En este sentido, desde los fundamentos teóricos de PISA en el área de Ciencias, destaca el enfoque de evaluación en torno a la ‘aplicación’ del conocimiento versus a la ‘memorización de conceptos’ (OECD, 2006).

De acuerdo con la definición de los especialistas convocados por la OCDE, la competencia científica incluye los conocimientos científicos y el uso que de esos conocimientos haga un individuo para identificar preguntas, adquirir nuevos conocimientos, explicar los fenómenos científicos y sacar conclusiones basadas en evidencias, sobre asuntos relacionados con la ciencia.

En el resumen: “Desempeño en ciencias de acuerdo a PISA. México en la perspectiva internacional” (Instituto Nacional para la Evaluación de la Educación. INNE, 2012), se presenta los resultados que los estudiantes mexicanos obtuvieron en la competencia científica, una media de 415 puntos. Los estudiantes con la media de desempeño más alta fueron los de Shanghái-China, con 580 puntos, seguidos de los de Hong Kong-China, con 555, y Singapur, con 551. Cabe resaltar que Shanghái-China se diferencia estadísticamente de Hong Kong-China y Singapur, en tanto que estos últimos tienen un desempeño similar entre ellos. De los 65 países participantes, nueve tienen una media estadísticamente inferior a la de México, 52 tienen una media estadísticamente superior, mientras que Malasia, Uruguay y Jordania tienen una media estadísticamente similar.

En comparación con los países de América Latina, Chile y Costa Rica presentan más estudiantes en los niveles intermedios y altos que México. Respecto al promedio de América Latina, México presenta menos estudiantes en los niveles inferiores y más en los niveles intermedios. El país latinoamericano con el mayor porcentaje de estudiantes en los niveles inferiores es Perú, con 68 por ciento. La baja o alta puntuación media para un país se ve influida por el porcentaje de estudiantes en los niveles extremos. Por ejemplo, la media del promedio de AL es 411 y la de México es 415, pero cuando se revisan los porcentajes de estudiantes por nivel de desempeño, 2% de los estudiantes en México y 4% de los estudiantes

en el promedio de AL están en los niveles altos; en cambio, en los niveles inferiores México concentra a 47% de los estudiantes y el promedio de AL agrupa a 49%.

De los resultados anteriores, se puede concluir que aunque en la perspectiva Latinoamericana, México no se encuentra en los últimos lugares, en el panorama internacional, sus estudiantes distan mucho de alcanzar los resultados alcanzados por los estudiantes de las primeras potencias.

En un balance de los resultados mostrados y sus efectos, el menosprecio a la Ciencia en México, amenaza con postergar su desarrollo social, científico y tecnológico. Como un ejemplo de ello, en la Encuesta sobre Percepción Pública de la Ciencia y la Tecnología en México 2011, realizada por el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (Inegi) para el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (Conacyt) (2013), se concluyó que 4 de cada 10 mexicanos tienen una perspectiva errónea sobre la vida cotidiana debido a su falta de interés en el rubro científico.

A nivel internacional, la preocupación por el poco interés de los alumnos en las ciencias naturales, ha llevado a la realización de proyectos en los que cientos de investigadores y profesionistas de diferentes especialidades, han aportado ideas para revertir esta tendencia. Uno de esos esfuerzos es el modelo Ciencia, Tecnología y Sociedad (CTS), el cual se ha adoptado también en México, incorpora los aspectos de aplicación del conocimiento científico sin olvidar los aspectos sociales y éticos. Sus siglas STS (del inglés *Science-Technology-Society*) sirven para reconocer hoy un movimiento de reforma de la educación a nivel mundial, cuyas primeras raíces no son enteramente nuevas, pero que se integró formalmente como una corriente con ese nombre en la década de los años ochenta.

El modelo se propone aumentar la alfabetización científica ciudadana, así como fomentar la contextualización social de los estudios científicos a través de las interacciones entre ciencia, tecnología y sociedad y ayudar a los estudiantes de ciencias a desarrollar ciertas habilidades como son: pensamiento crítico,

razonamiento lógico, resolución creativa de problemas y toma de decisiones en contextos de la vida diaria.

### **3.2 Antecedentes metodológicos.**

Con relación a la educación Química, se han desarrollado proyectos importantes relacionados a este movimiento CTS, uno de los que ha tenido más repercusión en México es: *Chemistry and the Community (ChemCom)*, de la *American Chemical Society*. Proyecto desarrollado por la División de Educación Química de la ACS y apoyado financieramente por la National Science Foundation en 1987. En español se han publicado versiones de este libro, la última: *Química un proyecto de la* (2005). La importancia de este proyecto, en contraste con el enfoque tradicional, radica en que está relacionado con las habilidades de resolución de problemas, a través de actividades de laboratorio y de preguntas de revisión global o para ampliar el conocimiento.

“Las recomendaciones actuales de los gobiernos y de las instancias internacionales que se refieren a la educación insisten en la necesidad de dejar de lado el aprendizaje enciclopédico y, en cambio, desarrollar ‘competencias’ y valorar, según ellas, al alumnado. Pero todo ello requiere superar definitivamente la barrera entre los conocimientos ‘teóricos’ y la práctica; en química, esta reflexión nos encara de nuevo a los átomos ya que éstos son, ante todo, entidades teóricas... La actividad científica que sostendría, en este caso, al aprendizaje, permitiría desarrollar una de las principales competencias humanas: la capacidad de pensar de manera teórica, de interpretar lo que se ve y se toca, de intervenir en ello y de prever fenómenos futuros, en términos de entidades abstractas” (Aymerich., 2004)

Galagovsky (2005) plantea que paradójicamente al mismo tiempo en que la Química, como disciplina, avanza enormemente, la enseñanza de la misma se

encuentra en crisis a nivel mundial. Para solucionar esta problemática y favorecer la aplicación del enfoque basado en competencias, se propone una metodología activa que favorece el pensamiento crítico, el desarrollo integral de los estudiantes y la toma de decisiones en situaciones nuevas: la metodología del Aprendizaje Basado en Problemas, ABP.

Los antecedentes de la aplicación del ABP se encuentran en la universidad de McMaster en Canadá donde un grupo de educadores médicos en las décadas de los 60's y 70's establecieron una nueva escuela de medicina con un plan curricular innovador que usaba el "*Problem Based Learning (PBL)*" como estrategia de aprendizaje (Morales Bueno, 2015)

También a inicios de los años 70's las universidades de Maastricht (Holanda) y Newcastle (Australia) crearon escuelas de medicina implementando el Aprendizaje Basado en Problemas en su estructura curricular. En torno a 1980 muchas escuelas de salud que mantenían estructuras convencionales en la docencia comienzan a desarrollar planes paralelos estructurados en base a ABP, especialmente la Universidad de New México, en USA. Un poco más tarde otras escuelas asumieron el reto de transformar su plan curricular completo en una estructura ABP. Las universidades líderes en esta empresa fueron la de Hawai, Harvard y Sherbrooke (Canadá). En la actualidad diversas universidades han realizado la adopción del ABP no solo en el área de las ciencias de salud.

En México se incorporó, en forma paulatina en la Universidad Autónoma de Guadalajara, en la Universidad de Colima, el Instituto Tecnológico de Estudios Superiores de Monterrey (ITESM) y en los Núcleos de Calidad Educativa (NUCE) de la UNAM.

La enseñanza de la ingeniería suele utilizar la técnica de Aprendizaje Basado en Problemas. Una de las universidades que ha destacado en el uso de esta técnica es la Universidad Jesuita de Wheeling, en West Virginia, E.U. El ITESM inició en el año 2000 un proceso de capacitación de profesores para el uso de técnicas didácticas. Como parte de este programa, un grupo de profesores de diferentes

campus del ITESM acudió a aquella universidad para tomar capacitación en la técnica de Aprendizaje Basado en Problemas (Vicerrectoría Académica. Instituto Tecnológico y de estudios Superiores de Monterrey., 2010).

En la actualidad se ha desarrollado el Aprendizaje Basado en Problemas en casi todo el mundo y se aplica a todas las disciplinas y en las Instituciones de educación superior en todas las áreas. Se puede usar como una estrategia de trabajo a lo largo de los cursos, de los planes de estudio o como una estrategia de investigación. Se presenta como ideal, para lograr que el futuro ingeniero resuelva problemas en forma competente; y por ello se hace necesario profundizar en su estudio y en el análisis de su implementación. De igual forma, es necesario considerar el realizar las adaptaciones correspondientes a nuestro contexto.

## Capítulo 4

### Metodología

#### 4.1 Identificación de la propuesta

“El aprendizaje basado en problemas, como estrategia para desarrollar la competencia científica, en los estudiantes de la asignatura Procesos físicos y químicos aplicados a la producción, del Departamento de Ciencias e Ingenierías de la UIA Puebla”

**Responsable de la propuesta:** Sandra Olvera Alarcón profesora de asignatura del departamento de Ciencias e Ingenierías.

**Curso en que se implementa la propuesta:** Procesos Físicos y Químicos aplicados a la producción.

**Duración:** 16 horas (8 sesiones).

**Periodo de evaluación diagnóstica:** 2 de marzo al 25 de marzo

**Periodo de intervención:** 6 de abril al 29 de abril de 2015.

**Horario:** Lunes y miércoles de 11:00 a.m. a 1:00 pm

**Lugar:** aula de la Universidad Iberoamericana Puebla

**Participantes:** 20 estudiantes de edades entre 19 y 21 años; que cursan actualmente la materia Procesos Químicos y Físicos Aplicados a la Producción. Cursantes de los primeros semestres de las carreras de Ingeniería Automotriz, Ingeniería Civil e Ingeniería en Logística.

#### **4.1.1 Introducción**

Aunque se definan las competencias que se han de desarrollar en los alumnos, no es suficiente; es necesario que como docentes incorporemos estrategias y actividades que estén enfocadas al desarrollo de conocimientos, habilidades y actitudes.

La planeación de las diversas estrategias y actividades, deben considerar “la necesidad de formar personas que puedan ser capaces de seleccionar, actualizar y utilizar el conocimiento en un contexto específico, que sean capaces de aprender en distintos contextos...” (Bozu & Canto Herrera, 2009). Por ello una propuesta para este trabajo es el enfoque de aprendizaje situado, de tal manera que los aprendizajes estén vinculados con los propios intereses de los estudiantes; en un ambiente en el que el aprendizaje deberá ser una práctica reflexiva, autorreguladora y social.

Dentro de este marco y desde esta perspectiva, el aprendizaje basado en problemas ABP, se propone como estrategia central para el desarrollo de la competencia científica en los alumnos involucrados en esta intervención. El ABP se caracteriza por centrar el aprendizaje en el estudiante, promoviendo la adquisición e integración de nuevos conocimientos, la disposición afectiva y la motivación de los alumnos; que son imprescindibles para que el aprendizaje sea significativo. Además, se desarrollan la creatividad, responsabilidad y la comunicación, indispensables en el entorno profesional actual.

#### **4.1.3 Justificación**

Esta propuesta tiene como finalidad, desarrollar intencionalmente la competencia científica en los alumnos de Ingenierías, que cursan la asignatura Procesos Físicos y Químicos aplicados a la producción, en búsqueda de que los alumnos comprendan, utilicen y apliquen los conocimientos, modelos y teorías científicas en la solución de problemas del ámbito de la Química, de una manera responsable, crítica y congruente; en diferentes contextos y situaciones..

#### **4.1.4 Sustento Legal**

Los planes de estudio correspondientes a las Ingenierías relacionadas a esta propuesta de intervención, pertenecen a los planes de estudio de la Nueva Estructura Curricular (UIA-ITESO, 2003), que entraron en vigor en la Universidad Iberoamericana Puebla en otoño de 2005. La materia en la que se aplica esta propuesta de intervención, Procesos Físicos y Químicos aplicados a la producción pertenece al área Básica del plan de estudios, que corresponde a los tres primeros semestres de las carreras.

Los planes fueron revisados y aprobados, primero por la comisión revisora de cada departamento, y después por la comisión revisora institucional. Estos grupos se encargaron de corroborar que los nuevos planes cumplieran con una visión departamental, con las especificaciones contenidas en los documentos institucionales y con los requerimientos de la Secretaría de Educación Pública (SEP). A partir de ahí los planes se revisaron por la Comisión de Revisión de los Planes de Estudio (CORPLE) quien no tiene facultades de decisión, pero sí de recomendación, sobre todo en aspectos de normatividad emitida por la SEP. Una vez aprobados por la CORPLE los planes fueron aprobados por el Comité Académico, órgano colegiado responsable de los asuntos académico-educativos de la universidad, por delegación del Senado Universitario. El último paso consistió en la gestión de aprobación con la SEP.

Los documentos aprobados por la SEP consisten básicamente en el perfil de egreso en términos de competencias, el mapa curricular y las carátulas de cada asignatura que conforma dicho mapa

El diseño de los planes tuvo como referentes importantes el desafío departamental – Sustentabilidad y calidad de vida–el objeto de estudio del departamento – procesos de producción de bienes y servicios; y la formación de profesionales en el área de Ciencia y Tecnología con una fuerte formación metodológica para la investigación y desarrollo de proyectos con una visión compleja. Estos tres referentes fueron trabajados principalmente desde el diseño de un Tronco Común conformado por los tres primeros semestres de todas las licenciaturas y coincidentes con el área curricular especificada como Área Básica.

#### **Perfil del alumno al término del área básica.**

El área básica se encuentra organizada con la intención educativa de formar una persona que, gracias a la apropiación de los lenguajes y categorías utilizadas en diversos marcos generales, así como de instrumentos metodológicos pertinentes, ha superado el nivel del sentido común y se abre a una comprensión inteligente de la realidad desde su incipiente perspectiva profesional.

#### **Definición de las competencias genéricas en los planes de estudio**

- a. Comunicación; Interactuar honesta y efectivamente de manera interpersonal o masiva en diversos contextos y con diferentes códigos, utilizando los medios más adecuados.
- b. Liderazgo intelectual Abordar fenómenos complejos y hacer aportaciones significativas y útiles a la sociedad a través del manejo eficiente y responsable de conocimientos, habilidades intelectuales y metodologías que permitan descubrir nuevas posibilidades de avance y aplicación del saber en diferentes contextos.

- c. Organización de personas y ejecución de tareas. Ejercer un liderazgo colaborativo mediante habilidades personales y administrativas para el desempeño del trabajo individual y grupal con la finalidad de alcanzar las metas propuestas de acuerdo con criterios éticos sociales.

Las Ingenierías relacionadas con esta propuesta de intervención son:

La Licenciatura en Ingeniería Automotriz de la Ibero Puebla está acreditada por el Consejo de Acreditación de la Enseñanza de la Ingeniería, A. C. (CACEI). Estudios con Reconocimiento de Validez Oficial por Decreto Presidencial del 3 de Abril de 1981, SEP.

Licenciatura en Ingeniería Civil y Licenciatura en Ingeniería en Logística están acreditadas ante la Federación de Instituciones Mexicanas Particulares de Educación Superior (FIMPES) con la Acreditación Lisa y Llana. Estudios con Reconocimiento de Validez Oficial por Decreto Presidencial del 3 de Abril de 1981, SEP.

### **Objetivo General**

Desarrollar la competencia científica, para favorecer la resolución de problemas en Química, en los alumnos de Ingeniería de la UIA Puebla, por medio de la metodología Aprendizaje Basado en Problemas.

### **Objetivos Específicos**

- 1.- Que el alumno comprenda y utilice el conocimiento científico para obtener información relevante para la resolución de problemas de Química.
- 2.- Que el alumno maneje los conceptos y modelos científicos de la Química para analizar problemas del ámbito de la Ingeniería.

3.-Que el alumno asuma una actitud responsable, de tolerancia, de liderazgo y congruente, con sus conocimientos y habilidades de Química, dentro de distintos equipos de trabajo colaborativo.

## **4.2 Estructura de la propuesta**

La planeación es el elemento fundamental en la práctica docente. En este caso, permite orientar los procesos para alcanzar los objetivos propuestos, la pertinencia entre los contenidos de la materia y el logro de los aprendizajes, a través de una tarea integradora. Propiciar la movilización de saberes (saber conocer, saber hacer saber ser) para lograr el desarrollo de la competencia científica. Determinar estrategias de seguimiento y evaluación congruentes con el logro de los propósitos y las actividades diseñadas, con lo que se logra evidenciar el alcance de los aprendizajes y de la competencia como tal.

Para Laura Frade, la planeación por competencias se realiza por situaciones didácticas que promueven la adquisición de la competencia en cuestión. Una situación didáctica es la creación de un ambiente de aprendizaje en el que se realizan varias actividades que articuladas entre sí promueven el desarrollo de la competencia.

### **4.2.1 Condiciones para el diseño**

- **Asignatura.** Se determina el curso en donde se implementará el plan para el logro de la competencia. Las características de los alumnos y el perfil del egreso, ocupan un papel central, ya que a partir de la realidad de los alumnos se diseñan distintas estrategias de enseñanza, seguimiento y recursos

didácticos. A partir del programa se selecciona la parte del programa para abordar la propuesta.

- **Competencia a desarrollar.** Una competencia es una actuación integral, por lo tanto se deben considerar el saber ser, el saber conocer y el saber hacer, en distintos escenarios. Identificar, analizar y resolver problemas en contexto.
- **Conocimientos, habilidades y actitudes de desempeño.** Como sustento fundamental para el desempeño de la competencia es indispensable darles seguimiento. A la medida de la implementación de la propuesta, se creará una bitácora de seguimiento y un archivo de recopilación de los indicadores y evidencias de desempeño.
- **Flexibilidad.** El diseño de planeación nunca debe ser estático. Un modelo de planeación siempre es dinámico y flexible.
- **Situación didáctica.** La Dra. Magalys Ruíz Iglesias señala que los docentes tenemos que “imaginar tareas” con carácter potencial para ser generadoras de aprendizajes, lo que implica añadir, organizarlas de manera tal que las actividades que realizan los estudiantes sirvan para que esa potencialidad se convierta en realidad. Magalys (2010, pág. 33), citando a Goñi Zabala.
- **Secuencia didáctica.** Para Antoni Zabala Vidiella “...son un conjunto de actividades ordenadas, estructuradas, y articuladas para la consecución de unos objetivos educativos que tienen un principio y un final conocidos tanto por el profesorado como por el alumnado” (Zabala Vidiella, 2008).
- **La línea de secuencias didácticas** está integrada por tres tipos de actividades: apertura, desarrollo y cierre. En la conformación de esta propuesta de actividades subyace simultáneamente una perspectiva de evaluación formativa, (Díaz Barriga Á. , 2013) la que permite retroalimentar el proceso mediante la observación de los avances, retos y dificultades que presentan los alumnos en su trabajo, como de evaluación sumativa, la que ofrece evidencias de aprendizaje, en el mismo camino de aprender.

- **Mecanismo de evaluación.** Se definen los instrumentos y herramientas de evaluación. La evaluación es un proceso sistemático de mejora continua del proceso de enseñanza-aprendizaje. Para optimizar este proceso es necesario reunir información útil, ordenarla y realizar un análisis objetivo de ésta. Además de valorar el grado del logro de aprendizajes, la reflexión de los resultados obtenidos, permitirá reorientar o reforzar las estrategias y acciones para lograr los objetivos propuestos.
- **Recursos y materiales.** Se consideran los recursos educativos requeridos, presenciales y virtuales. Se toman en cuenta los espacios físicos y equipos.

#### **4.2.2 Fases de la propuesta**

La propuesta consiste en dos fases iniciales, la primera de sensibilización y la segunda de diagnóstico; una tercera fase de implementación basada en los 7 pasos de la estrategia Aprendizaje Basado en problemas ABP, según Carlos Solá (2011) y una cuarta fase de evaluación y reflexión de resultados de la intervención.

##### **Fase I. Diagnóstico**

Se aplicará una actividad de resolución de un problema sobre “materiales modernos”, con el fin de conocer y tener un diagnóstico de los conocimientos, habilidades, y valores de los alumnos sobre la resolución de problemas químicos en el ámbito de la ingeniería. De esta manera se determinará el nivel de desarrollo de la competencia científica en forma previa a la intervención por medio de una rúbrica similar a la intervención post test. Esta rúbrica (Anexo 1) contiene diversos indicadores relacionados con las dimensiones de la competencia científica: conceptual, metodológica y actitudinal, propuestas por Pedrinaci (2012).

## **Fase II. Sensibilización**

Se preparará al alumno para lograr un contexto mental adecuado, de tal manera que el alumno tenga claro lo que se ha de conseguir, reflexione sobre su estado inicial de conocimientos y habilidades, y se sienta motivado para cumplir con la meta planteada.

## **Fase III. Implementación de la metodología ABP**

### **Introducción a la implementación**

- Explicación de los pasos de la metodología a los alumnos. Se reflexiona junto con ellos sobre las ventajas de usar ABP.
- Organización del trabajo

Se organizan equipos de trabajo colaborativo en equipos de 4 a 5 alumnos.

Se presenta el cronograma de actividades.

Se dan a conocer los criterios con los que se va a evaluar.

- Se presentan los recursos y materiales a usar
- Se hace una presentación sobre el trabajo colaborativo y los diferentes tipos de roles que se pueden adoptar dentro de los equipos de trabajo.
- Se sortean los problemas provenientes de un banco de situaciones preparado previamente. Este se prepara tomando en cuenta las aplicaciones de las ingenierías y los contenidos de la asignatura.

### **4.2.3. Seguimiento de los 7 pasos para la resolución del problema planteado**

Para dar seguimiento en forma puntual a los pasos del ABP, se llenará el formato de planeación (Anexo 1) para cada sesión en relación a los pasos del ABP.

#### **Fase IV. Evaluación y reflexión de resultados**

Tratándose de una intervención para desarrollar la competencia científica, se plantea la evaluación en función de un enfoque de carácter holístico, en donde se consideran capacidades de orden superior. De esta manera, la evaluación es más congruente con la metodología ABP, en donde se trata con temas transversales de aplicación real y con acceso a todo tipo de información en diferentes fuentes.

La evaluación se realizará al inicio, en las diferentes sesiones de trabajo y al término de la aplicación de la intervención; con el fin de evaluar el logro de conocimientos, habilidades, y actitudes de los alumnos en la resolución de problemas relacionados con la Química en el ámbito de la ingeniería.

Las evaluaciones realizadas a lo largo de la intervención permitirán evaluar el desarrollo de las capacidades científicas de los alumnos con respecto a la intervención; pero además facilitarán la reflexión sobre el curso de la acción.

La evaluación del desarrollo de la competencia científica es a través de una rúbrica que integra de acuerdo a Predrinaci, once capacidades científicas que han sido propuestas como componentes de la competencia científica. Estas están agrupadas en las dimensiones: conceptual, metodológica, actitudinal e integral. Las capacidades científicas se evaluaron con indicadores, relacionados a su vez con los pasos y las actividades del ABP; de tal manera que se pueda evaluar intrínsecamente, el grado de significatividad de cada una de las capacidades que integran las dimensiones de la competencia científica.

## 4.3 Implementación de la Metodología ABP

### 4.3.1 Sesiones

|                                                                        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                                                                                                                                                                         |                                                               |
|------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------|
| <b>Sesión No. 1</b>                                                    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | <b>Fecha: 8 de abril de 2015</b>                                                                                                                                        | <b>Tiempo de aplicación: 60 minutos</b>                       |
| <b>Materia: Procesos Físicos y Químicos aplicados a la producción.</b> |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | <b>Unidad: 4</b>                                                                                                                                                        | <b>Tema: Ecuaciones químicas y cálculos estequiométricos.</b> |
| <b>Competencia genéricas del perfil del egreso que se trabajará</b>    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | Comunicación; Interactuar honesta y efectivamente de manera interpersonal o masiva en diversos contextos y con diferentes códigos, utilizando los medios más adecuados. |                                                               |
| <b>Competencia específica a desarrollar</b>                            |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | Obtiene información relevante mediante la lectura de una noticia, para el entendimiento del contexto del problema.                                                      |                                                               |
| <b>Etapas del ABP</b>                                                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | <b>Etapas 1. Lectura comprensiva del problema</b>                                                                                                                       |                                                               |
| <b>Contexto</b>                                                        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | Aula para teoría con multimedia, plataforma Moodle, lap top, bitácora de trabajo.                                                                                       |                                                               |
| <b>Línea de Secuencias didácticas</b>                                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                                                                                                                                                                         |                                                               |
| <b>Inicio</b>                                                          | 1. Se sensibiliza a los alumnos sobre la importancia de leer información actual, relacionada con el ámbito científico y tecnológico y en fuentes confiables. 2. Se orienta a los alumnos para que obtengan la información relevante de la lectura por medio de un resumen o un listado de ideas principales. 3) Entrega a los alumnos del formato con el contexto y los pasos de la metodología “Guía del alumno en ABP” (Anexo 2).<br>4) Se da a conocer a los alumnos la forma de evaluación del proceso.<br>5) Se establece la plataforma Moodle como el sitio para el portafolio de evidencias.                                                                       |                                                                                                                                                                         |                                                               |
| <b>Desarrollo</b>                                                      | 1) Que los alumnos realicen la lectura en forma individual.<br>2) Que en trabajo colaborativo realicen una discusión sobre el problema para entiendan el enunciado y lo que se les demanda.<br>3) Que todos los miembros del equipo comprendan el problema; para ello el docente puede estar atento a las discusiones de los grupos y, si algún tema concreto requiere atención especial, discutirlo con todos los grupos en común.<br>4) Que los alumnos entiendan el enunciado y redacten un resumen, lista de ideas/conceptos, en donde se muestre la información más relevante del artículo e identifiquen las características del contexto y los retos del problema. |                                                                                                                                                                         |                                                               |
| <b>Cierre</b>                                                          | Que los alumnos: Muestren los resúmenes-mínimo media cuartilla o listas de ideas/conceptos –mínimo 10 ideas -como producto de la lectura del artículo<br>Que el docente:<br>Evalúe el cumplimiento y la puntualidad de la entrega.<br>3. Entrega de resultados y retroalimentación                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                                                                                                                                                                         |                                                               |
| <b>Producto(s) esperado(s)</b>                                         | Evidencia de lectura y entendimiento del contexto del problema. Un resumen .                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                                                                                                                                                         |                                                               |
| <b>Herramienta de evaluación</b>                                       | Rúbrica del reporte de lectura comprensiva del problema (Anexo 3) y formato de planeación (Anexo 1).                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                                                                                                                                                         |                                                               |

|                                                                        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                               |
|------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------|
| <b>Sesión No. 2</b>                                                    | <b>Fecha: 13 de abril de 2015</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | <b>Tiempo de aplicación: 60 minutos.</b>                      |
| <b>Materia: Procesos físicos y químicos aplicados a la producción.</b> | <b>Unidad: 4</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | <b>Tema: Ecuaciones químicas y cálculos estequiométricos.</b> |
| <b>Competencia genéricas del perfil del egreso que se trabajará:</b>   | Comunicación; Interactuar honesta y efectivamente de manera interpersonal o masiva en diversos contextos y con diferentes códigos, utilizando los medios más adecuados.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                                                               |
| <b>Competencia específica a desarrollar</b>                            | Formular hipótesis y posibles causas mediante la discusión en trabajo colaborativo, para encontrar las posibles soluciones del problema.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                                                               |
| <b>Etapas del ABP</b>                                                  | <b>Etapas 2. Definición del problema</b><br><b>Etapas 3. Lluvia de ideas</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                                               |
| <b>Contexto</b>                                                        | Aula para teoría con multimedia, plataforma Moodle, lap top, bitácora de trabajo.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                                                               |
| <b>Línea de Secuencias didácticas:</b>                                 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                               |
| <b>Inicio</b>                                                          | Inicio<br>1. Se hace referencia a la sesión anterior en donde se estableció un consenso en equipos sobre la percepción del problema.<br>2. Que en cada equipo en trabajo colaborativo, desarrollen un enunciado del problema que se estudiará y resolverá                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                                                               |
| <b>Desarrollo</b>                                                      | Desarrollo<br>1) Que los alumnos bosquejen lo que hay que conocer para encontrar la solución, partiendo de lo que saben y lo que desconocen.<br>Tomen en cuenta las interrogantes: ¿Qué? ¿Cómo? ¿Cuándo? ¿Porqué? ¿Para qué? etc.<br>2) Que los alumnos en trabajo colaborativo realicen una lista de lo que conocen sobre el problema y una lista de los que desconocen sobre el problema.<br>3) Que formulen los objetivos de aprendizaje, elaborando un plan de compromisos individuales, para la búsqueda de información en diferentes fuentes en relación al problema final.<br>4) Que el docente guíe el trabajo hacia el logro de los objetivos de aprendizaje. Aclarando ideas, poniendo ejemplos, etc. |                                                               |
| <b>Cierre</b>                                                          | 1. Que los equipos suban a la plataforma Moodle las listas de lo que conocen y desconocen del problema .<br>2. Que cada equipo entregue los objetivos de aprendizaje y el plan con los compromisos adquiridos.(Usar el formato dado)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                                               |
| <b>Producto esperado:</b>                                              | Lista de ideas y compromisos en la plataforma Moodle.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                                                               |
| <b>Herramienta de evaluación</b>                                       | Lista de cotejo de la tabla de ideas y compromisos adquiridos(Anexo 4)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                                               |
| <b>Recursos/Materiales:</b>                                            | Recursos y materiales: Aula para teoría con multimedia, plataforma Moodle, lap top, formato de ideas. bitácora de trabajo.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                                               |

|                                                                 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                                        |
|-----------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------|
| Sesión No. 3                                                    | Fecha: 15 de abril de 2015                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | Tiempo de aplicación: 60 minutos.                      |
| Materia: Procesos físicos y químicos aplicados a la producción. | Unidad: 4                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | Tema: Ecuaciones químicas y cálculos estequiométricos. |
| Competencia genéricas del perfil del egreso que se trabajará:   | Competencia genéricas del perfil del egreso que se trabajará: Organización de personas y ejecución de tareas. Ejercer un liderazgo colaborativo mediante habilidades personales y administrativas para el desempeño del trabajo individual y grupal con la finalidad de alcanzar las metas propuestas de acuerdo con criterios éticos sociales.                                                                                                                                                                      |                                                        |
| Competencia específica a desarrollar                            | Capacidad de valorar la calidad de la información en función de su procedencia y de los procedimientos utilizados para generarla.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                                        |
| Etapas del ABP                                                  | Etapas 4. Se ponen en orden y clasifican las ideas.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                                        |
| Contexto                                                        | Aula para teoría con multimedia, plataforma Moodle, lap top, bitácora de trabajo.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                                        |
| Línea de Secuencias didácticas:                                 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                                        |
| Inicio                                                          | 1) Que los alumnos obtengan información de diversas fuentes confiables. Que realicen un estudio de forma que cada miembro del equipo lleve a cabo la tarea asignada.<br>2) Que los alumnos estudien y comprendan la información y que pidan ayuda si es necesario<br>3) Los alumnos continúan definiendo nuevos objetivos a medida que avanzan en el problema y conocen más sobre el mismo.                                                                                                                          |                                                        |
| Desarrollo                                                      | 1. Que los alumnos en trabajo colaborativo pongan en común los aprendizajes logrados, los conceptos clave y las ideas principales.<br>2. Que discutan y analicen lo recopilado para poder llegar a elaborar conjuntamente la solución al problema y presenten los resultados.<br>3. Sinteticen los distintos aportes a través de la representación en un mapa conceptual.<br>4. Propongan un protocolo de solución del problema.<br>5. Que el docente compruebe el aprendizaje y evalúe la productividad del equipo. |                                                        |
| Cierre                                                          | 1. Entrega de un mapa conceptual y un documento con el protocolo del problema.<br>2. Evaluación a través del cumplimiento y la calidad del documento final.<br>3. Entrega de resultados y retroalimentación.                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                                                        |
| Producto esperado:                                              | 1. Entrega de un archivo y un documento con el protocolo del problema en la plataforma Moodle..<br>2. Evaluación a través del cumplimiento y la calidad del documento final.<br>3. Entrega de resultados y retroalimentación.                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                                                        |
| Herramienta de evaluación                                       | Lista de cotejo del mapa conceptual (Anexo 5)<br>Lista de cotejo de cumplimiento de evidencias                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                                                        |
| Recursos/Materiales:                                            | Aula para teoría con multimedia, plataforma Moodle, lap top, formato de ideas. bitácora de trabajo.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                                        |

|                                                                 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                                      |
|-----------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------|
| Sesión No. 4                                                    | Fecha: 20 de abril de 2105                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | Tiempo de aplicación:<br>Grupal: 110 minutos.        |
| Materia: Procesos físicos y químicos aplicados a la producción. | Unidad: 4                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | Tema: Ecuaciones químicas y cálculos estequiométrico |
| Competencia genéricas del perfil del egreso que se trabajará:   | Liderazgo intelectual. Abordar fenómenos complejos y hacer aportaciones significativas y útiles a la sociedad a través del manejo eficiente y responsable de conocimientos, habilidades intelectuales y metodologías que permitan descubrir nuevas posibilidades de avance y aplicación del saber en diferentes contextos. |                                                      |
| Competencia específica a desarrollar                            | Capacidad de adoptar decisiones autónomas y críticas en contextos personales y sociales.                                                                                                                                                                                                                                   |                                                      |
| Etapas del ABP                                                  | Etapas 5. Formulación de los objetivos de aprendizaje<br>Etapas 6. Investigación                                                                                                                                                                                                                                           |                                                      |
| Contexto                                                        | Aula para teoría con multimedia, plataforma Moodle, lap top, bitácora de trabajo. Biblioteca.                                                                                                                                                                                                                              |                                                      |
| Línea de Secuencias didácticas:                                 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                                      |
| Inicio                                                          | Que los alumnos tomen consciencia de las relaciones entre las diversas ideas reseñadas y los aprendizajes logrados en la etapa anterior.                                                                                                                                                                                   |                                                      |
| Desarrollo                                                      | 1. Que los alumnos discutan en trabajo colaborativo para fijar los objetivos de aprendizaje.<br>2. Redacten en infinitivo los objetivos de aprendizaje<br>3. Diseñen un plan de acción.<br>4. Manejar las fuentes adecuadas para una comprensión significativa, extrayendo los conceptos clave e ideas principales         |                                                      |
| Cierre                                                          | Presenten evidencias de realización de objetivos de aprendizaje y el plan de acción establecido.                                                                                                                                                                                                                           |                                                      |
| Producto esperado:                                              | 1. Lista de objetivos de aprendizaje.<br>2. Evidencias de investigación independiente.                                                                                                                                                                                                                                     |                                                      |
| Herramienta de evaluación                                       | 1. Formato de planeación (Anexo 1) Cumplimiento de la actividad.<br>2. Lista de cotejo de la búsqueda y selección de la información. (Anexo 11)                                                                                                                                                                            |                                                      |
| Recursos/Materiales:                                            | Aula para teoría con multimedia, plataforma Moodle, lap top, biblioteca, bitácora de trabajo.                                                                                                                                                                                                                              |                                                      |

|                                                                        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                                                              |
|------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------|
| <b>Sesión No. 5</b>                                                    | <b>Fecha: 25 de abril de 2015</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | <b>Tiempo de aplicación: 110 minutos</b>                     |
| <b>Materia: Procesos físicos y químicos aplicados a la producción.</b> | <b>Unidad: 4</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | <b>Tema: Ecuaciones químicas y cálculos estequiométrico.</b> |
| <b>Competencia genéricas del perfil del egreso que se trabajará:</b>   | Liderazgo intelectual. Abordar fenómenos complejos y hacer aportaciones significativas y útiles a la sociedad a través del manejo eficiente y responsable de conocimientos, habilidades intelectuales y metodologías que permitan descubrir nuevas posibilidades de avance y aplicación del saber en diferentes contextos.                                                                                    |                                                              |
| <b>Competencia específica a desarrollar.</b>                           | Capacidad de adoptar decisiones autónomas y críticas en contextos personales y sociales.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                                              |
| <b>Etapas del ABP</b>                                                  | <b>Etapas 7. Presentación y discusión de los resultados</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                                              |
| <b>Contexto</b>                                                        | 1) Se organiza la ronda de presentaciones finales, especificando el orden de las presentaciones, tipo de vestimenta<br>2) Se especifica la forma de entrega del producto final en la plataforma Moodle.                                                                                                                                                                                                       |                                                              |
| <b>Línea de Secuencias didácticas:</b>                                 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                                                              |
| <b>Inicio</b>                                                          | 1) Se organiza la ronda de presentaciones finales, especificando el orden de las presentaciones, tipo de vestimenta<br>2) Se especifica la forma de entrega del producto final en la plataforma Moodle.                                                                                                                                                                                                       |                                                              |
| <b>Desarrollo</b>                                                      | 1) Que los diferentes equipos de trabajo colaborativo presenten los aprendizajes y soluciones obtenidas durante el desarrollo del método ABP.<br>2) Que realicen una presentación de acuerdo a la estrategia elegida: presentaciones power point, power toon, prezi, , artículos de divulgación, webquest o blog.                                                                                             |                                                              |
| <b>Cierre</b>                                                          | 1) En plenaria se discute sobre las diferentes soluciones y conocimientos desplegados en las presentaciones finales.<br>2) Se evalúa la aplicación del método ABP.<br>3) Analizan en plenaria las ventajas y desventajas encontradas en el desarrollo de la investigación del problema<br>4) Se evalúa la presentación final<br>5) Se evalúa en general el logro del desarrollo de la competencia científica. |                                                              |
| <b>Producto esperado:</b>                                              | Resolución del problema planteado presentado a través de una exposición oral en donde se argumente y defienda el resultado de la investigación.                                                                                                                                                                                                                                                               |                                                              |
| <b>Herramienta de evaluación</b>                                       | 1. Rúbrica de la presentación (Anexo 8).<br>2. Lista de cotejo de la solución del problema( Anexo 9)<br>3. Rúbrica del trabajo colaborativo (Anexo 10).<br>4. Rúbrica del cumplimiento de las dimensiones de la competencia.                                                                                                                                                                                  |                                                              |
| <b>Recursos/Materiales:</b>                                            | Aula para teoría con multimedia, plataforma Moodle, lap top, biblioteca, bitácora de trabajo.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                              |

#### 4.4 Narración de la intervención

El Aprendizaje basado en problemas es una metodología que favorece el desarrollo de la competencia científica en los alumnos de las carreras de Ingeniería Automotriz, Civil y Logística de la UIA Puebla, en situaciones relacionadas con el ámbito profesional de los alumnos. A continuación presento el cronograma de actividades relacionadas con esta intervención.

| IMPLEMENTACIÓN ABP- CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES<br><b>¿El Hidrógeno es realmente el combustible del futuro para los automóviles?</b> |               |                                                                     |                                                                                                                                                                                                                                                                  |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------|---------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Día/Sesión                                                                                                                         | Fase          | Descripción                                                         | Actividad/Trabajo a presentar                                                                                                                                                                                                                                    |
| 2 de marzo al<br>25 de marzo                                                                                                       | I             | <u>Diagnóstico</u>                                                  | -Investigación para la resolución de un problema sobre “materiales modernos”/avances y presentación final. Evaluación con la Rúbrica Pre test (Tabla 2)                                                                                                          |
| 6 de abril de<br>2015-Sesión<br>previa                                                                                             | II<br><br>III | <u>Sensibilización</u><br><br><u>Implementación</u><br>Introducción | -Respuestas a preguntas generadoras.<br>Ejemplo de aplicación del método ABP<br><br>-Entrega de listas de equipos con los roles de trabajo asignados.<br>Explicación pasos ABP –Entrega de guía para el alumno.<br>-Organización equipos de trabajo colaborativo |
| 8 de abril de<br>2015-Sesión 1                                                                                                     | III           | <u>Implementación</u><br><u>Etapas ABP</u><br>Etapa 1.              | -Lectura comprensiva del problema<br>-Evidencia de lectura y entendimiento del contexto del problema.<br>.                                                                                                                                                       |
| 13 de abril de<br>2015-Sesión 2                                                                                                    | III           | <u>Implementación</u><br><br>Etapa 2.<br><br><br>Etapa 3.           | -Definición del problema.<br>-Los grupos organizan las ideas previas y conocimientos previos para identificar los puntos relevantes del problema<br><br>-Lluvia de ideas                                                                                         |

|                                            |     |                                                                |                                                                                                                                                                                                         |
|--------------------------------------------|-----|----------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                            |     |                                                                | -Elaboración entrega de lista de lo que conocen y lista de lo que desconocen del problema; así como los objetivos de aprendizaje.<br>-Se plantea un enunciado breve del problema.                       |
| 15 de abril de 2015-sesión 3               | III | Etapa 4                                                        | -Se ponen en orden y clasifican las ideas.<br>-Un mapa conceptual que cumpla los criterios de la rúbrica en la plataforma Moodle.<br>-Elaboren un documento con el protocolo del problema con calidad.  |
| 20 de abril de 2015-Sesión 4               | III | Etapa 5.<br><br>Etapa 6.                                       | -Lista de objetivos de aprendizaje.<br>-Formulación de los objetivos de aprendizaje<br><br>-Evidencias de investigación independiente.                                                                  |
| 22 de abril de 2015-sesión 5               | III | Etapa 7.                                                       | -Resolución del problema planteado presentado a través de una exposición oral en donde se argumente y defiendan los resultados de la investigación.                                                     |
| 27 de abril de 2015-Sesión de evaluación 1 | IV  | Evaluación y reflexión de resultados del trabajo realizado     | -Evaluación de las presentaciones grupales<br>-Autoevaluación y coevaluación del trabajo colaborativo.                                                                                                  |
| 29 de abril de 2015-sesión de evaluación 2 | IV  | <u>Evaluación y reflexión de resultados de la metodología.</u> | -Reflexiones en plenaria sobre la metodología aplicada y los resultados obtenidos<br>-Cuestionario individual sobre la utilidad de la metodología ABP:<br>-Aplicación de la rúbrica Post test (Tabla 4) |
| 6 de mayo de 2015                          | IV  | <b>Evaluación de la competencia</b>                            | <b><u>Análisis de la información y conclusiones</u></b>                                                                                                                                                 |

### Fase I Diagnóstico.

Esta fase se evalúo por medio de la rúbrica pre test (Tabla 2). Este Pre test consiste en la evaluación de la resolución de un problema aplicado a los alumnos antes de la intervención. El problema presentado para la evaluación pre test, se planteó de la siguiente manera:

¿Este material moderno es útil para el futuro de la ingeniería?

Para la resolución del problema se formaron 5 equipos de trabajo en forma voluntaria y cada uno de ellos eligió un material específico que representara a los distintos tipos de materiales modernos: materiales ligeros, nanomateriales, polímeros biodegradables, aleaciones modernas, materiales para capas delgadas y recubrimientos, semiconductores, superconductores.

El proceso de resolución del problema se llevó a cabo en 4 sesiones semanales de seguimiento y una sesión de presentación de resultados.

Para el desarrollo del trabajo los alumnos realizaron la investigación por su cuenta. Se les proporcionaron los siguientes requisitos a cumplir para la evaluación del trabajo:

- Recopilación de material bibliográfico consultado acerca del material elegido.
- Reporte de investigación de las propiedades físicas y químicas del material.
- Reporte de la interpretación por parte de los alumnos de las propiedades del material con base en su estructura atómica y los tipos de enlace químico que posee.
- Método de obtención del material
- Impacto socioeconómico del uso del material.
- Una presentación con los resultados de la investigación, la resolución del problema.

Para poder valorar el nivel de desarrollo de la competencia científica en esta etapa previa, se utilizó una rúbrica similar a la intervención post test, en donde a través de diversos indicadores, se evalúan las diferentes actividades relacionándolas con las dimensiones: conceptual, metodológica y actitudinal e integral (de acuerdo a Pedrinaci). A continuación se presenta la rúbrica pre test (Tabla 2).

| <b>Tabla 2</b><br><b>“Rúbrica Pre test de la evaluación de la competencia científica de acuerdo a las dimensiones de Pedrinaci”</b><br><b>Problema planteado: ¿Este material es útil para las aplicaciones de la Ingeniería moderna?</b><br><b>Equipo No. __</b> |                                                                                                                                                                                       |                                                                                                                                            |                         |                 |                |                        |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------|-----------------|----------------|------------------------|
| <b>I. DIMENSIÓN CONCEPTUAL</b>                                                                                                                                                                                                                                   |                                                                                                                                                                                       |                                                                                                                                            |                         |                 |                |                        |
| <b>CAPACIDAD</b>                                                                                                                                                                                                                                                 | <b>INDICADOR</b>                                                                                                                                                                      | <b>PRODUCTO EVALUADO</b>                                                                                                                   | <b>NIVEL DE DOMINIO</b> |                 |                |                        |
|                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                                                                                                                                                                       |                                                                                                                                            | BAJO<br>1 pto           | MEDIO<br>2 pto. | ALTO<br>3 pto. | MUY<br>ALTO<br>4 ptos. |
| 1. Capacidad de utilizar el conocimiento científico para describir, explicar y predecir fenómenos naturales.                                                                                                                                                     | 1.1 Describen y explican el problema usando sus propias palabras, en relación a sus conocimientos, haciendo referencia en alguna medida a los datos, conceptos y modelos pertinentes. | Presentación de artículos seleccionados en clase.                                                                                          |                         |                 |                |                        |
|                                                                                                                                                                                                                                                                  | 1.2 Seleccionan y relacionan los conocimientos relativos al problema.                                                                                                                 | Reporte de lectura que muestre la identificación de conceptos, modelos y teorías científicas.                                              |                         |                 |                |                        |
| 2. Capacidad de utilizar los conceptos y modelos científicos para analizar problemas.                                                                                                                                                                            | 2.1 Entienden el problema: qué interrogantes plantea y qué debe conocerse para dar respuesta a los mismos.                                                                            | Reporte de la interpretación del comportamiento del material con base en su estructura atómica y los tipos de enlace químico que presenta. |                         |                 |                |                        |
| 3. Capacidad de diferenciar la ciencia de otras interpretaciones no científicas de la realidad.                                                                                                                                                                  | 3.1 Distinguen entre fuentes de información fiables y no fiables, desde el punto de vista científico.                                                                                 | Bibliografía consultada.                                                                                                                   |                         |                 |                |                        |

| II. DIMENSIÓN METODOLÓGICA                                                                     |                                                                                                                                                                                               |                               |                  |                 |                |                       |
|------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------|------------------|-----------------|----------------|-----------------------|
| CAPACIDAD                                                                                      | INDICADOR                                                                                                                                                                                     | PRODUCTO EVALUADO             | NIVEL DE DOMINIO |                 |                |                       |
|                                                                                                |                                                                                                                                                                                               |                               | BAJO<br>1 pto    | MEDIO<br>2 pto. | ALTO<br>3 pto. | MUY<br>ALTO<br>4 pto. |
| 4. Capacidad de identificar problemas científicos y diseñar estrategias para su investigación. | 4.1 Saben observar y concentrar la atención. Saben detectar algún problema o interrogante que esté presente.                                                                                  | Reporte de la información.    |                  |                 |                |                       |
|                                                                                                | 4.2 Formulan posibles explicaciones que resuelvan el problema                                                                                                                                 | Reporte de la información.    |                  |                 |                |                       |
| 5. Capacidad de obtener información relevante para la investigación.                           | 5.1 Buscan y seleccionan fuentes de información fiables y relevantes (el entorno natural, expertos, libros, videotecas, archivos, Internet, etc.                                              | Lista de fuentes consultadas. |                  |                 |                |                       |
| 6. Capacidad de procesar la información obtenida.                                              | 6.1 Resumen, localizan los datos e ideas principales y los sintetizan con exactitud y concisión.                                                                                              | Resumen de investigación.     |                  |                 |                |                       |
|                                                                                                | 6.2 Interpretan resultados: establecen su significado en relación con las explicaciones previas del problema.                                                                                 | Resumen de investigación      |                  |                 |                |                       |
| 7. Capacidad de formular conclusiones fundamentadas                                            | 7.1 Formulan conclusiones fundadas en hechos, datos, observaciones o experiencias, con carácter de pruebas, coherentes con los planteamientos, resultados y antecedentes de la investigación. | Resumen de investigación      |                  |                 |                |                       |

| III. DIMENSION ACTITUDINAL                                                                                                            |                                                                                                                                                                                                                                           |                               |                  |                 |                |                       |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------|------------------|-----------------|----------------|-----------------------|
| CAPACIDAD                                                                                                                             | INDICADOR                                                                                                                                                                                                                                 | PRODUCTO EVALUADO             | NIVEL DE DOMINIO |                 |                |                       |
|                                                                                                                                       |                                                                                                                                                                                                                                           |                               | BAJO<br>1 pto    | MEDIO<br>2 pto. | ALTO<br>3 pto. | MUY<br>ALTO<br>4 pto. |
| 8. Capacidad de valorar la calidad de una información en función de su procedencia y de los procedimientos utilizados para generarla. | 8.1 Valoraran positivamente las informaciones procedentes de fuentes y procedimientos científicamente fiables y son críticos con aquellas que no reúnan esos requisitos.                                                                  | Exposición del trabajo final. |                  |                 |                |                       |
|                                                                                                                                       | 8.2 Redactan las conclusiones en una argumentación bien fundamentada, que tome en consideración datos y aportados por otras personas o estudios anteriores.                                                                               | Exposición del trabajo final. |                  |                 |                |                       |
| 9. Capacidad de interesarse por el conocimiento, indagación y resolución de problemas científicos y problemáticas socio-ambientales.  | 9.1 Proponen o son partidarios de iniciativas o soluciones fundamentadas científicamente que favorezcan procesos de equilibración y desarrollo sostenible.                                                                                | Exposición del trabajo final. |                  |                 |                |                       |
| 10. Capacidad de adoptar decisiones autónomas y críticas en contextos personales y sociales.                                          | 10.1 Llegan a hacer suyos los conocimientos y criterios científicos conjugados con otros de distinta naturaleza que sean necesarios para efectuar valoraciones y tomar decisiones con autonomía, creatividad y suficiente fundamentación. | Exposición del trabajo final. |                  |                 |                |                       |

|                                                                                                                                                                                                                                           |  | IV. DIMENSIÓN INTEGRADA                                                                                                           |               |                 |                |                        |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------|-----------------|----------------|------------------------|
| CAPACIDAD                                                                                                                                                                                                                                 |  |                                                                                                                                   |               |                 |                |                        |
| 11. Capacidad de utilizar en forma integrada las anteriores capacidades para dar respuestas o pautas de actuación adecuadas ante problemas concretos científicos, tecnológicos o socio-ambientales, en contextos vivenciales del alumnado |  | Manifiestan utilizar de forma integrada las capacidades anteriores para la resolución del problema planteado en un contexto real. |               |                 |                |                        |
|                                                                                                                                                                                                                                           |  | GRADO DE DESARROLLO DE LA COMPETENCIA CIENTÍFICA GLOBAL(CCG)                                                                      |               |                 |                |                        |
|                                                                                                                                                                                                                                           |  |                                                                                                                                   | BAJO<br>1 pto | MEDIO<br>2 pto. | ALTO<br>3 pto. | MUY<br>ALTO<br>4 ptos. |
| El grado de competencia científica global del equipo                                                                                                                                                                                      |  |                                                                                                                                   |               |                 |                |                        |

## **Fase II. Sensibilización a la propuesta.**

En primera instancia se planteó a los alumnos una serie de preguntas generadoras acerca de la importancia de las reacciones químicas en el ámbito de la ingeniería y su repercusión en la Ciencia y la Tecnología; así como los últimos avances. Se les hizo reflexionar sobre su nivel de conocimientos actuales en relación a este tema, y la necesidad tener un mejor desarrollo de conocimientos, habilidades y actitudes, para afrontar diferentes situaciones relacionadas con sus carreras.

Se les dio a conocer la propuesta y el objetivo, describiendo de una manera general su desarrollo y las secuencias didácticas correspondientes.

## **Fase III. Implementación de la metodología ABP**

### **Introducción a la metodología**

Se les mostró a los alumnos un ejemplo concreto de aplicación de la metodología del ABP y sus ventajas para motivarlos y que tuviesen idea de que lo se trataba en general. Así mismo, se proporcionó un cronograma impreso a cada alumno con los pasos del método y las fechas, para que estuviesen conscientes de las actividades y de la entrega de evidencias de trabajo.

Es importante mencionar que a los alumnos se les indicó que toda la información de esta intervención se manejaría a través de un foro dentro del espacio destinado a la materia en la plataforma Moodle, del Sistema IntraUIA de la Universidad. Por otra parte, se dio libertad para que cada equipo eligiera la red virtual de su preferencia para sus comunicaciones internas, y cada uno de ellos guardó el historial como evidencia de las interacciones de trabajo en equipo.

### **Organización**

Como parte fundamental dentro de la organización del ABP y asumiendo el nuevo rol del docente en esta metodología, se fijaron los objetivos de aprendizaje que se pretendían alcanzar con la aplicación de la metodología en la resolución del problema.

Fijados los objetivos y la manera en que la que se evaluarían, se seleccionó el escenario del problema que pudieran servir más eficazmente como guía para el aprendizaje. En este caso se contó con un banco de situaciones/problema que fueron seleccionados previamente, tomando en cuenta los intereses de los alumnos recabados en un consenso general. Se organizaron los grupos de trabajo y se les presentó el problema a resolver.

La organización de los equipos de trabajo fue libre por parte de los alumnos y únicamente se condicionaron el número de integrantes por equipo a máximo 5 alumno (Tabla 3). Se les presentó el cronograma de actividades y los criterios de evaluación.

A continuación se realizó una presentación sobre las características e importancia del trabajo colaborativo, así como la propuesta y definición de los principales roles en un equipo de trabajo colaborativo.

La temática elegida fue: “Fuentes de energía alternativas para los automóviles” y el problema planteado fue **“¿El Hidrógeno es realmente el combustible del futuro para los automóviles?”**. Se seleccionó un escenario real para la implementación del método, representado por el siguiente artículo periodístico en línea:

Test of Alternative Fuel Visions. Hydrogen Cars Join Electric Models in Showrooms del New York Times (2014). El que trata acerca del impulso que se dio en Estados Unidos, por parte del gobierno, a la producción y uso de autos a base de celdas de hidrógeno. Esto se manejó como una promoción al cuidado del medio ambiente; sin embargo por el abaratamiento del costo del petróleo, esta fue abandonada y se recortó el presupuesto de investigación del estudio de las celdas de Hidrógeno. Se menciona que actualmente este tema se ha retomado por el interés en cuanto a reducir las emisiones de gases contaminantes y las grandes ventajas que representan los autos a base de Hidrógeno. Se presenta también el

punto de vista de los defensores de los autos totalmente eléctricos, argumentando que habría mejores ganancias usando baterías de tipo eléctrico únicamente.

Los equipos quedaron conformados de acuerdo a la siguiente tabla:

| <b><u>Tabla 3</u></b>                                                                                                                                   |                          |                                    |                                                                                                                                         |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------|------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Organización de los equipos y características de los integrantes</b>                                                                                 |                          |                                    |                                                                                                                                         |
| <b>Número de equipo</b>                                                                                                                                 | <b>No de integrantes</b> | <b>Género</b>                      | <b>Situación académica en el curso<br/>Pre test</b>                                                                                     |
| <b>Equipo 1</b>                                                                                                                                         | 5                        | Masculino                          | Dos de los alumnos están volviendo a cursar la materia por haber reprobado la materia en un periodo anterior<br>Promedios: 9, 8, 7,7, 5 |
| <b>Equipo 2</b>                                                                                                                                         | 4                        | Masculino                          | Uno de los alumnos reprobó en un curso anterior por lo que está volviendo a cursar la materia.<br>Promedios: 8,7,7,6                    |
| <b>Equipo 3</b>                                                                                                                                         | 4                        | 2 del Femenino.<br>2 del masculino | Todos los alumnos son regulares.<br>Promedios: 8, 7, 7,6                                                                                |
| <b>Equipo 4</b>                                                                                                                                         | 4                        | Masculino                          | Los alumnos están cursando Regularmente la materia.<br>Promedios: 7,7,7,5                                                               |
| <b>Equipo 5</b>                                                                                                                                         | 5                        | 1 del femenino<br>3 del masculino  | Un alumno está reprobó el curso anterior y otro alumno se dio de baja en un curso anterior.<br>Promedios: 8,7,6,6,5                     |
|                                                                                                                                                         |                          |                                    | <u>Promedio del grupo: 6.6*</u>                                                                                                         |
| Alumnos en Ingeniería Automotriz: 2<br>Alumnos en Ingeniería Civil: 10<br>Alumnos en Ingeniería en Logística: 8<br>Alumnos en Ingeniería en Negocios: 2 |                          |                                    |                                                                                                                                         |

Los promedios que se reportan en la tabla son los obtenidos en la segunda de tres evaluaciones parciales realizadas durante el curso. De acuerdo a estas

calificaciones, el grupo presenta un bajo promedio: 6.6 con respecto a los obtenidos por dos grupos en los periodos anteriores: 7.2 y 7.6

Otro aspecto importante sobre las características del grupo elegido para la intervención, es que se inscribieron más alumnos en situación académica irregular, es decir que se dieron de baja o reprobaron cursos anteriores. En el periodo del grupo en estudio es de 22.7% contrastando con un 10% y 8.8%, de los dos periodos anteriores.

### **Seguimiento de los 7 pasos para la resolución del problema planteado.**

Sesión 1. Al inicio de la sesión se dialogó con los alumnos acerca de la importancia que tiene para ellos, como futuros ingenieros, estar enterados en fuentes confiables sobre los avances recientes de la ciencia y la Tecnología, en el contexto nacional e internacional.

Se planteó el problema principal que es resolver la siguiente cuestión **¿Esta fuente de energía es realmente el futuro para los autos y camiones?**

Los **objetivos de aprendizaje** presentados fueron:

- Aplicar los conocimientos químicos para resolver problemas del mundo actual
- Desarrollar la capacidad de analizar críticamente la que se proporciona y sacar conclusiones basadas en los datos contenidos en el mismo.
- Desarrollar capacidad de comunicar conceptos científicos y técnicos, tanto en forma escrita y verbal.
- Fomentar el desarrollo de habilidades fundamentales de la química como la aplicación y resolución de problemas relacionados con
- las ecuaciones químicas y la estequiometría.

El último paso de esta sesión fue solicitar a los alumnos que de manera individual leyeran el artículo asignado, tomando notas sobre el mismo. Discutieron sobre el problema y mostraron identificar los puntos más importantes del artículo y

del contexto. Subieron el reporte de lectura comprensiva del problema al foro de trabajo (Anexo 3)

Sesión 2. Los grupos de trabajo organizaron las ideas acerca de lo leído y los conocimientos previos relacionados con el problema. Para determinar los objetivos concretos de aprendizaje, cada equipo realizó una “tormenta de ideas” y en un formato que se les proporcionó (Anexo 4) enlistaron aquellas que conocían sobre el problema, aquello que desconocían y la lista de acciones para investigar sobre el problema. Todos los miembros del grupo se hacen responsables de investigar los temas seleccionados.

Sesión 3. Iniciamos esta sesión comentando sobre los resultados de las investigaciones de los equipos y lo aprendido en la investigación. Algunos alumnos están confundidos con la información y un poco desorientados respecto a la resolución del problema, ya que los equipos tomaron distintos sentidos en la investigación. Sin embargo, se les animó a seguir adelante comentándoles que es parte de un proceso en donde no existe un solo camino ni una sola respuesta aceptable.

En un segundo momento los alumnos elaboraron un mapa conceptual en donde se relacionaron los conceptos investigados. Los alumnos en general mostraron dificultades al establecer relaciones jerárquicas; sin embargo esto se resolvió investigando en otras fuentes y fomentándose el diálogo en los equipos.

Al final de la sesión, tres de los cinco equipos plantearon fácilmente un enunciado breve sobre el problema: ¿cómo podemos (...) de modo tal que (...)? Los otros dos equipos lo presentaron posteriormente, Por falta de tiempo no se elaboró un protocolo formal de investigación.

Sesión 4. Con base a lo planteado en la sesión anterior, los equipos de trabajo, fijaron sus objetivos de aprendizaje y con base en sus propios planes de acción se quedó la tarea a cada uno de los miembros de los equipos de investigar más para obtener la información faltante. Los equipos investigaron en la biblioteca

y en internet. El equipo 1 manifestó haber consultado a un experto, el Maestro Jordan Lima Gutierrez, profesor de Ciencias e investigador del medio ambiente de la UIA Puebla, durante una plática impartida sobre Tecnología solar y su relación con el cambio climático en la misma Universidad.

Sesión 5. Los alumnos realizaron la exposición y argumentación de sus soluciones al problema en sesión plenaria.

**Equipo 1** en power point

**Equipo 2** en emaze

**Equipo 4** en Key note

**Equipo 5** en power point

**El equipo 3** Solamente subió posteriormente su presentación en power point sin exponer al grupo.

#### **Fase IV EVALUACIÓN**

Se evaluó la presentación y la exposición de cada uno los equipos de acuerdo a la lista de cotejo (Anexo 9).

Sesión de evaluación 1. Se aplicaron las evaluaciones de las presentaciones y las autoevaluaciones y coevaluaciones del trabajo colaborativo de acuerdo a las Rúbricas (Anexo 10).

Sesión de evaluación 2. Los alumnos evaluaron la metodología de trabajo ABP (Anexo 12).

Con base en los resultados obtenidos en las diferentes actividades, a través de rúbricas y listas de cotejo (Anexos: 3, 4, 5, 6 7) llenadas a lo largo de la intervención, se evaluó el desarrollo de la competencia por medio de la rúbrica post test (Tabla 4). En esta rúbrica de acuerdo a Pedrinacci (2012) se muestran las 4 dimensiones y las once capacidades propuestas para evaluar la competencia científica. Con ellas, se relacionan los pasos del ABC, las actividades y los productos esperados; así mismo los diferentes niveles de dominio alcanzados. En plenaria se dieron a conocer los resultados obtenidos, reflexionándose acerca de lo aprendido, las ventajas del método aplicado y el proceso de aprender a aprender.

| <p style="text-align: center;"><b>TABLA 4</b></p> <p style="text-align: center;"><b>“Rúbrica Post test Evaluación del desarrollo de la competencia científica por el método ABP de acuerdo a las Dimensiones de Pedrinaci”.</b></p> <p><b>Problema planteado: ¿El Hidrógeno es el combustible del futuro para los automóviles?      Equipo No. __</b></p> |                                                                                                                                                                                                               |                        |                                                                                                                                                                                                   |                         |                 |                |                       |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------|-----------------|----------------|-----------------------|
| <b>I. DIMENSION CONCEPTUAL</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                                                                                                                                                                                               |                        |                                                                                                                                                                                                   |                         |                 |                |                       |
| <b>CAPACIDAD</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | <b>INDICADOR</b>                                                                                                                                                                                              | <b>Paso(s) del ABP</b> | <b>Actividades relacionadas al ABP / Producto esperado</b>                                                                                                                                        | <b>NIVEL DE DOMINIO</b> |                 |                |                       |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                                                                                                                                                                                                               |                        |                                                                                                                                                                                                   | BAJO<br>1 pto           | MEDIO<br>2 pto. | ALTO<br>3 pto. | MUY<br>ALTO<br>4 pto. |
| 1. Capacidad de utilizar el conocimiento científico para describir, explicar y predecir fenómenos naturales.                                                                                                                                                                                                                                              | 1.1 Describen y explican el problema usando sus propias palabras, en relación a sus conocimientos, haciendo referencia en alguna medida a los datos, conceptos y modelos pertinentes                          | 1 y 2                  | Realizar la lectura comprensiva del problema./Reporte de lectura comprensiva del problema que muestre el entendimiento del problema planteado.                                                    |                         |                 |                |                       |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | 1.2 Seleccionan y relacionan sus conocimientos relativos al problema.                                                                                                                                         | 3                      | Elaborar listas de conceptos que conocen y que no conoce. Investigación de los conceptos que desconocen/ Entrega de listas de conceptos en la plataforma Moodle.                                  |                         |                 |                |                       |
| 2. Capacidad de utilizar los conceptos y modelos científicos para analizar problemas.                                                                                                                                                                                                                                                                     | 2.1 Entienden el problema: qué interrogantes plantea y qué debe conocerse para darle respuesta. Qué conceptos, modelos científicos y procedimientos pueden ser útiles para analizar y comprender el problema. | 4                      | Elaboración de un mapa conceptual en donde se relacionan los conceptos modelos científicos y procedimientos útiles para analizar el problema./Entrega de mapa conceptual en la plataforma Moodle. |                         |                 |                |                       |
| 3. Capacidad de diferenciar la ciencia de otras interpretaciones no científicas de la realidad.                                                                                                                                                                                                                                                           | 3.1 Distinguen entre fuentes de informaciones fiables y no fiables, desde el punto de vista científico.                                                                                                       | 3                      | Buscar información en fuentes confiables./Revisión de la bibliografía consultada.                                                                                                                 |                         |                 |                |                       |

| II. DIMENSIÓN METODOLÓGICA                                                                     |                                                                                                                                                                                               |                 |                                                                                                                                                        |                  |                 |                |                       |
|------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|-----------------|----------------|-----------------------|
| CAPACIDAD                                                                                      | INDICADOR                                                                                                                                                                                     | Paso(s) del ABP | Actividades relacionadas al ABP/Producto esperado                                                                                                      | NIVEL DE DOMINIO |                 |                |                       |
|                                                                                                |                                                                                                                                                                                               |                 |                                                                                                                                                        | BAJO<br>1 pto    | MEDIO<br>2 pto. | ALTO<br>3 pto. | MUY<br>ALTO<br>4 pto. |
| 4. Capacidad de identificar problemas científicos y diseñar estrategias para su investigación. | 4.1 Formulan posibles hipótesis o explicaciones que resuelvan el problema                                                                                                                     | 5               | Formulan hipótesis para la resolución del problema/ Reporte de la hipótesis                                                                            |                  |                 |                |                       |
| 5. Capacidad de obtener información relevante para la investigación.                           | 5.1 Buscan y seleccionan fuentes de información fiables y relevantes (el entorno natural, expertos, libros, videotecas, archivos, Internet, etc.                                              | 7               | Los alumnos realizan búsquedas de información en fuentes relevantes diferentes/ Lista de bibliografía consultada y reporte de entrevista con expertos. |                  |                 |                |                       |
| 6. Capacidad de procesar la información obtenida.                                              | 6.1 Resumen, localizan los datos e ideas principales y los sintetizan con exactitud y concisión.                                                                                              | 7               | Exponen los datos e ideas principales/Archivo de la presentación grupal                                                                                |                  |                 |                |                       |
|                                                                                                | 6.2 Interpretan resultados: establecen su significado en relación con las hipótesis.                                                                                                          | 7               | Interpretan los resultados y los presentan de una manera clara/ Archivo de la presentación                                                             |                  |                 |                |                       |
| 7. Capacidad de formular conclusiones fundamentadas                                            | 7.1 Formulan conclusiones fundadas en hechos, datos, observaciones o experiencias, con carácter de pruebas, coherentes con los planteamientos, resultados y antecedentes de la investigación. | 7               | Exponen las conclusiones en forma fundamentada/ Archivo de la presentación.                                                                            |                  |                 |                |                       |

| III. DIMENSION ACTITUDINAL                                                                                                            |                                                                                                                                                                                                                                           |                 |                                                                                                         |                  |                 |                |                       |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|-----------------|----------------|-----------------------|
| CAPACIDAD                                                                                                                             | INDICADOR                                                                                                                                                                                                                                 | Paso(s) del ABP | Actividades relacionadas al ABP/ Producto esperado                                                      | NIVEL DE DOMINIO |                 |                |                       |
|                                                                                                                                       |                                                                                                                                                                                                                                           |                 |                                                                                                         | BAJO<br>1 pto    | MEDIO<br>2 pto. | ALTO<br>3 pto. | MUY<br>ALTO<br>4 pto. |
| 8. Capacidad de valorar la calidad de una información en función de su procedencia y de los procedimientos utilizados para generarla. | 8.1 Valoraran positivamente las informaciones procedentes de fuentes y procedimientos científicamente fiables y son críticos con aquellas que no reúnan esos requisitos.                                                                  | 7               | Presentan la información más relevante de su investigación /Exposición del trabajo final.               |                  |                 |                |                       |
|                                                                                                                                       | 8.2 Redactan las conclusiones en una argumentación bien fundamentada, que tome en consideración datos y aportados por otras personas o estudios anteriores.                                                                               | 7               | Exponen las conclusiones en forma fundamentada/Exposición del trabajo final.                            |                  |                 |                |                       |
| 9. Capacidad de interesarse por el conocimiento, indagación y resolución de problemas científicos y problemáticas socio-ambientales.  | 9.1 Proponen o son partidarios de iniciativas o soluciones fundamentadas científicamente que favorezcan procesos de equilibración y desarrollo sostenible.                                                                                | 7               | Exponen soluciones o iniciativas que favorezcan al desarrollo sostenible/Exposición del trabajo final.. |                  |                 |                |                       |
| 10. Capacidad de adoptar decisiones autónomas y críticas en contextos personales y sociales.                                          | 10.1 Llegan a hacer suyos los conocimientos y criterios científicos conjugados con otros de distinta naturaleza que sean necesarios para efectuar valoraciones y tomar decisiones con autonomía, creatividad y suficiente fundamentación. | 7               | Muestran autonomía, creatividad y capacidad crítica.                                                    |                  |                 |                |                       |

|                                                                                                                                                                                                                                           |                         |                                                                                                                                                                           |               |                 |                |                        |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------|-----------------|----------------|------------------------|
|                                                                                                                                                                                                                                           | IV. DIMENSIÓN INTEGRADA |                                                                                                                                                                           |               |                 |                |                        |
| CAPACIDAD                                                                                                                                                                                                                                 |                         |                                                                                                                                                                           |               |                 |                |                        |
| 11. Capacidad de utilizar en forma integrada las anteriores capacidades para dar respuestas o pautas de actuación adecuadas ante problemas concretos científicos, tecnológicos o socio-ambientales, en contextos vivenciales del alumnado |                         | Manifiestan utilizar de forma integrada las capacidades anteriores en el curso de la aplicación del ABP, para la resolución de un problema planteado en un contexto real. |               |                 |                |                        |
|                                                                                                                                                                                                                                           |                         | GRADO DE DESARROLLO DE LA COMPETENCIA CIENTÍFICA GLOBAL(CCG)                                                                                                              |               |                 |                |                        |
|                                                                                                                                                                                                                                           |                         |                                                                                                                                                                           | BAJO<br>1 pto | MEDIO<br>2 pto. | ALTO<br>3 pto. | MUY<br>ALTO<br>4 ptos. |
| El grado de competencia científica global del equipo                                                                                                                                                                                      |                         |                                                                                                                                                                           |               |                 |                |                        |

# Capítulo 5

## Resultados

### 5.1 Comparación Pre test – Pos test

El nivel inicial de dominio de la competencia científica en los alumnos de los primeros semestres de las carreras de ingeniería, presenta dificultades relacionadas con la motivación y el desarrollo de las diferentes capacidades relacionadas con las Ciencias exactas. Existen diferentes factores, entre ellos la falta de conocimientos científicos y la capacidad de utilizarlos para resolver problemas en contextos auténticos.

Esto se ve reflejado en el análisis Pre test en donde en todos los equipos de trabajo, en promedio, manifiestan un bajo nivel en el desarrollo de las diferentes capacidades científicas para la resolución del problema planteado en esta etapa. Los alumnos están acostumbrados a investigar de manera superficial en las fuentes de información de las plataformas electrónicas y no tienen criterios para la selección de la información. Por otro lado son dependientes de las instrucciones del docente manifiesta en una mínima iniciativa y autonomía para la búsqueda y propuesta de soluciones a los problemas planteados.

Una vez que se llegó al final de la implementación de acuerdo al cronograma de actividades planteado, se realizó el análisis Post test, en donde se manifiesta un avance en el nivel de dominio de las capacidades científicas.

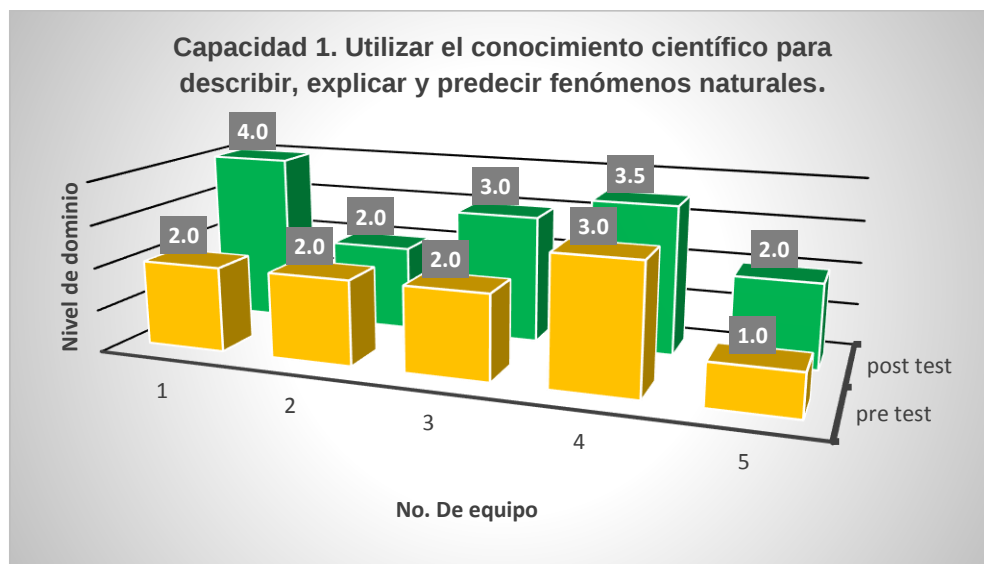
Debido a la carencia de tiempo y a las exigencias propias del curso, para la evaluación se toman los resultados por equipo. Solamente se evaluó en forma individual, la participación en equipos de trabajo de carácter colaborativo.

Se presentan los distintos gráficos y el análisis de los resultados obtenidos. Cada uno de los gráficos representa una de las 11 capacidades científicas de acuerdo a Pedrinaci y están agrupados de acuerdo a las 4 dimensiones que plantea para la Competencia Científica: dimensión conceptual, dimensión metodológica, dimensión actitudinal y dimensión integral.

### 5.1.1. Dimensión conceptual.

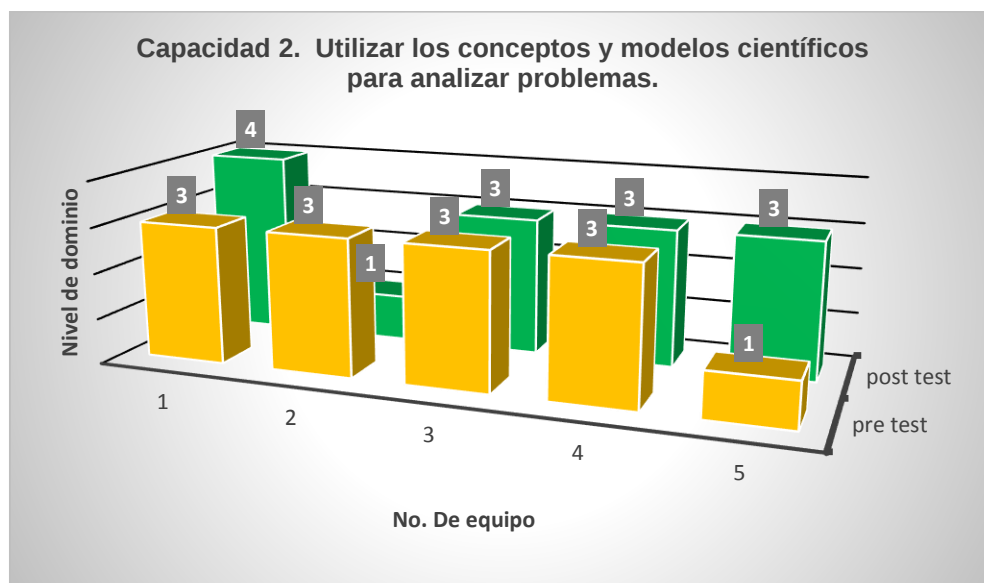
Está integrada por tres capacidades, los gráficos 2,3 y 4 representan los resultados obtenidos a partir de las actividades y los indicadores propuestos. Abajo de éstos, se presenta un análisis de la dimensión.

**Gráfico 2**



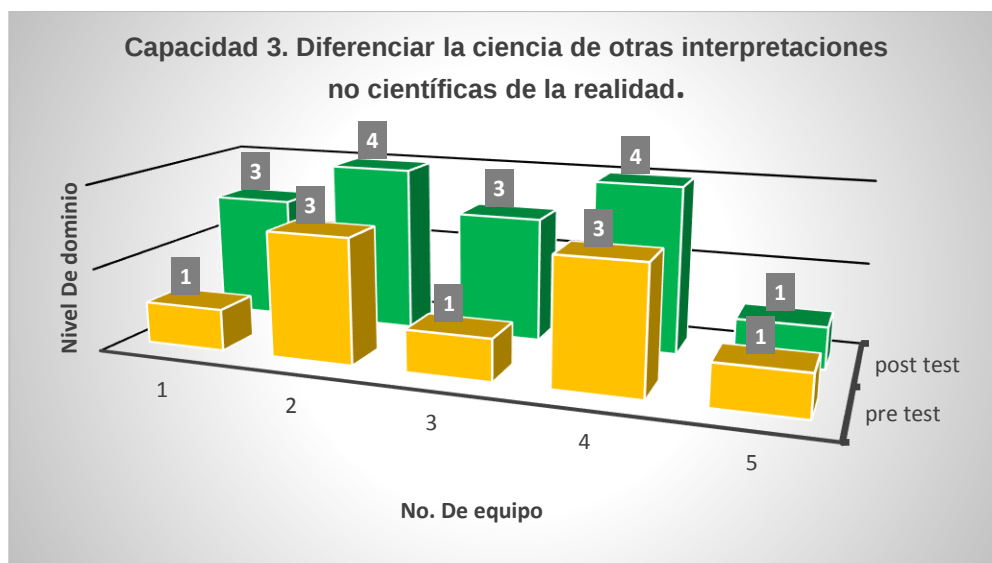
Nivel de dominio: 1 es bajo; 2 es medio; 3 es alto y 4 es muy alto

**Gráfico 3**



Nivel de dominio: 1 es bajo; 2 es medio; 3 es alto y 4 es muy alto

**Gráfico 4**



Nivel de dominio: 1 es bajo; 2 es medio; 3 es alto y 4 es muy alto

### **Análisis de la Dimensión conceptual**

El artículo proporcionado a los alumnos como lectura, en la etapa post test, les permitió a los alumnos estar al tanto de la actualidad en un tema de interés, relacionado con la ciencia y la tecnología. Los alumnos se muestran interesados en entender el artículo y los términos científicos expresados en éste. Se mejora en general en la identificación del problema planteado desde el enfoque científico (Gráfico 2). Los equipos 2 y 5 presentan dificultades en la identificación de las ideas secundarias del artículo.

Por otra parte, se muestran dificultades en el entendimiento de los conceptos y modelos científicos, Sólo los equipos 1 y 5 presentan avances (Gráfico 3). Para apoyar al desarrollo del proceso, es necesario intervenir explicando procesos, conceptos y ejercicios relacionados con conceptos y procesos químicos

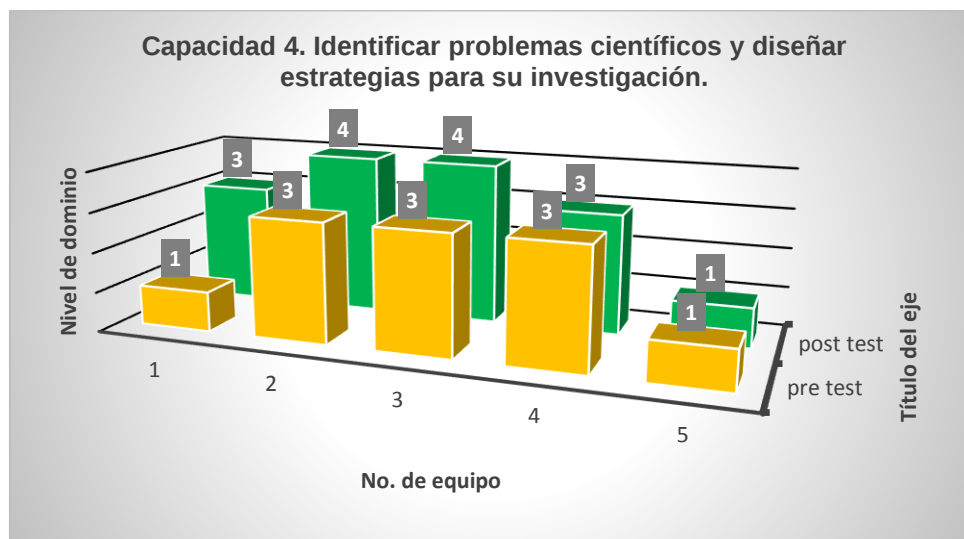
Las actividades desarrolladas en clase con el método ABP: lectura comprensiva del problema, lista de ideas y mapa conceptual; promueven en los estudiantes la adquisición de nuevos conocimientos y teorías científicos, su selección y relación lógica entre ellos. Se favoreció la aplicación de las habilidades tecnológicas de los alumnos y la comunicación en forma oral y escrita. Los cuatro primeros equipos mostraron un avance en la interpretación desde el punto de vista

científico (Gráfico 4). El equipo 5 muestra dificultades en el manejo de la información y en la relación lógica de las ideas en el mapa conceptual.

### 5.1.2 Dimensión metodológica.

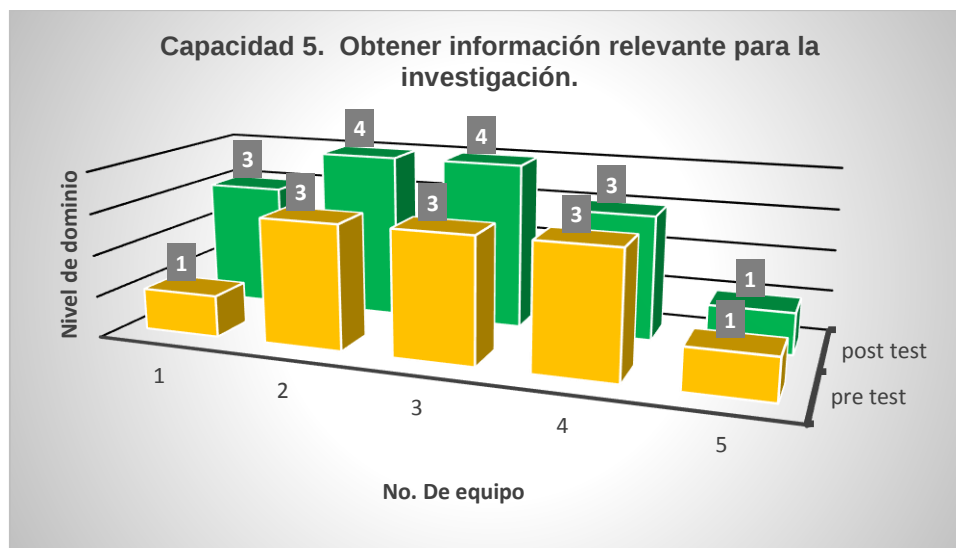
Está integrada por cuatro capacidades, los gráficos 5, 6, 7 y 8 representan los resultados obtenidos a partir de las actividades y los indicadores propuestos. Abajo de éstos, se presenta un análisis de la dimensión.

**Gráfico 5**



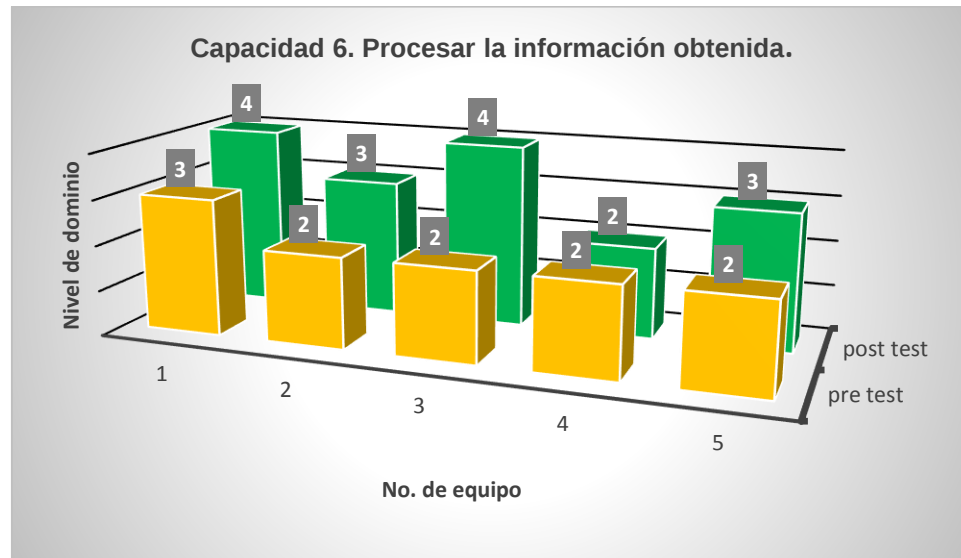
Nivel de dominio: 1 y 2 es bajo; 3 es medio; 4 es alto y 5 es muy alto

**Gráfico 6**



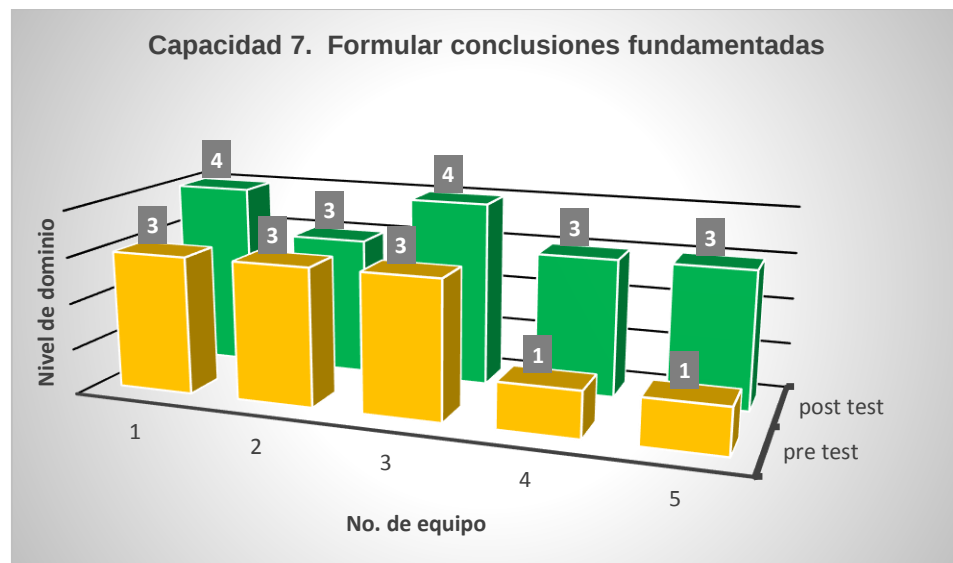
Nivel de dominio: 1 es bajo; 2 es medio; 3 es alto y 4 es muy alto

**Gráfico 7**



Nivel de dominio: 1 y 2 es bajo; 3 es medio; 4 es alto y 5 es muy alto

**Gráfico 8**



Nivel de dominio: 1 es bajo; 2 es medio; 3 es alto y 4 es muy alto

## **Análisis de la dimensión metodológica.**

En los diferentes pasos de la metodología ABP, resulto importante apoyar a los alumnos orientándolos a no desviarse del tema, para ello fue útil proporcionarles la guía para el alumno en el ABP (Anexo 2). Esto fue con la finalidad de que estuvieran conscientes del desarrollo del proceso para la resolución del problema, así como de su principal responsabilidad en éste. Otro aspecto, fue el haber reforzado la importancia de considerar que aunque se siguen una serie de pasos, ello no significa que exista un único camino ni una única solución para el problema planteado. Se entendió la propuesta y esto fue útil para mejorar la identificación del problema y el diseño de estrategias para resolverlo, en 3 de los 5 equipos (Gráfico 5). Los equipos 4 y 5 no presentan avances, y aunque se les da apuntalamiento a su trabajo, les cuesta trabajo tomar la iniciativa y trabajar en forma autónoma.

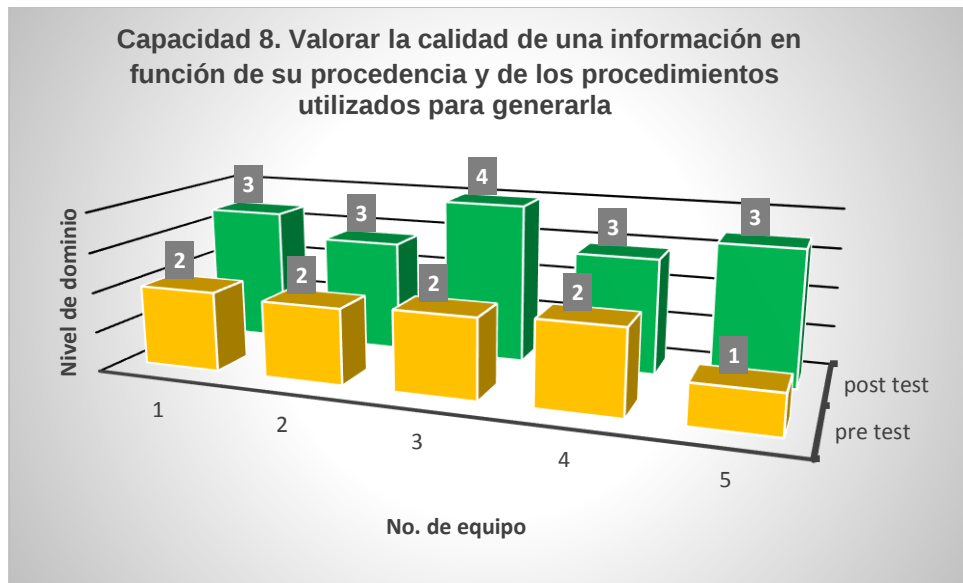
Otra actividad de apoyo, en el aspecto metodológico, fue el dar una introducción a los alumnos para desarrollar la competencia en la búsqueda y procesamiento de la información. El conocer las herramientas necesarias, los buscadores especializados y el saber realizar una selección de la calidad de la información, arrojó como resultado una mejora en 4 de los 5 equipos en la obtención de información y en el procesamiento de la información (Gráficos 6 y 7). Los equipos 4 y 2 respectivamente no mostraron avances, aunque no hubo retrocesos; de tal manera que requieren de mayor práctica para desarrollar estas capacidades.

Finalmente en esta dimensión, las actividades realizadas permitieron que con base en los resultados de la investigación se formularan conclusiones en forma fundamentada. En 4 de los 5 equipos se mostró un avance en esta capacidad (Gráfico 8).

### **5.1.3 Dimensión actitudinal.**

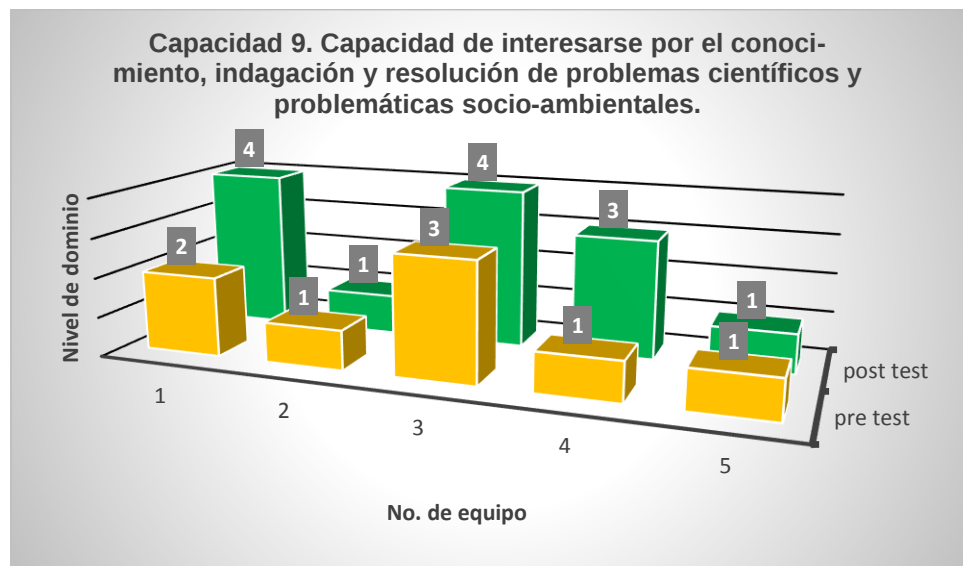
Esta está integrada por tres capacidades, los gráficos 9, 10 y 11 representan los resultados obtenidos por medio de las actividades y los indicadores propuestos. Abajo de éstos, se presenta un análisis de la dimensión.

**Gráfico 9**



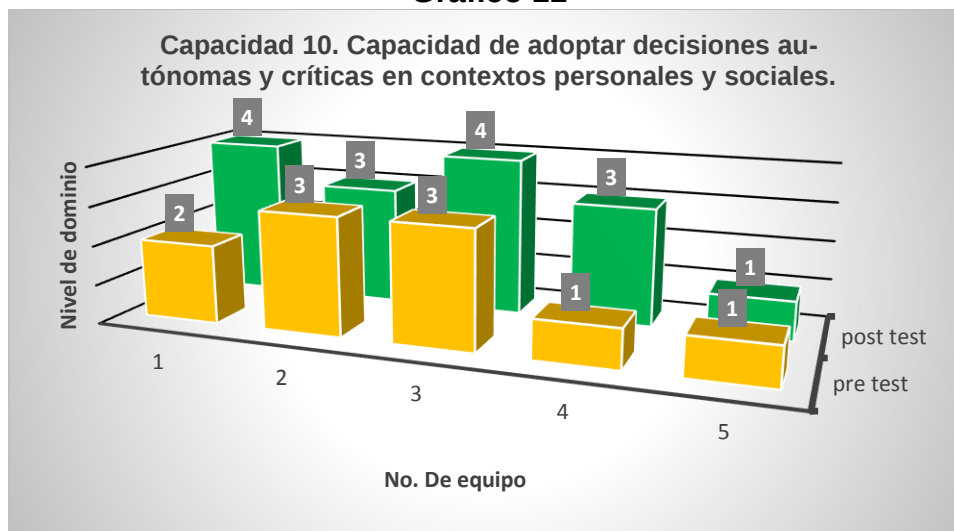
Nivel de dominio: 1 es bajo; 2 es medio; 3 es alto y 4 es muy alto

**Gráfico 10**



Nivel de dominio: 1 es bajo; 2 es medio; 3 es alto y 4 es muy alto

**Gráfico 11**



Nivel de dominio: 1 es bajo; 2 es medio; 3 es alto y 4 es muy alto

### **Análisis de la dimensión actitudinal.**

Aunque en las etapas iniciales de la metodología ABP, los alumnos se desempeñaron en forma insegura, debido a que esperan que se les proporcione un camino y respuestas seguras; conforme se fue avanzando en las etapas, se fueron involucrando en la metodología. A diferencia de la resolución de problemas tradicionales, sin un contexto, se sintieron en mayor medida motivados a resolver un problema de su interés. Además, asumieron una mayor disposición a trabajar en forma colaborativa, debido a que conocieron las características de esta estrategia y sus ventajas.

Conforme se avanzó en las etapas de resolución del problema, los alumnos mostraron una mayor atención en valorar la calidad de la información, fueron más críticos y las elecciones de información fueron mejor fundamentadas. El equipo 3 alcanzó una máxima puntuación y los otros cuatro equipos mejoraron su participación (Gráfico 9). El equipo 1 tomó la iniciativa de asesorarse por un Maestro de la Ibero Puebla experto en temas ambientales y con ello encontraron caminos a soluciones más innovadoras para la solución del problema.

Por otra parte es importante mencionar que al observar que los alumnos de los equipos 2 y 5, presentaban dificultades en el cumplimiento y la calidad de las actividades, se les ofreció soporte para que aclararan sus dudas en forma de asesoría personalizada. El equipo no logró remontar su puntaje general en las actividades y esto se atribuyó a una mayor incidencia en faltas a la clase y a un irregular cumplimiento de las tareas asignadas.

Las exposiciones finales con las soluciones al problema planteado, se efectuaron de acuerdo a la fecha propuesta. Las evaluaciones de las presentaciones y las participaciones en el trabajo colaborativo se hicieron de acuerdo a las Rúbricas proporcionadas previamente a los alumnos en la plataforma Moodle (Anexos 8 y 10). De acuerdo a los resultados mostrados en el Gráfico 10, tres equipos presentaron una mayor capacidad para interesarse por el conocimiento, indagación y resolución de problemas científicos y problemáticas socio-ambientales: El equipo 2 no presenta un tratamiento innovador y el equipo 5 no trata en su trabajo los aspectos de tipo socio-ambiental.

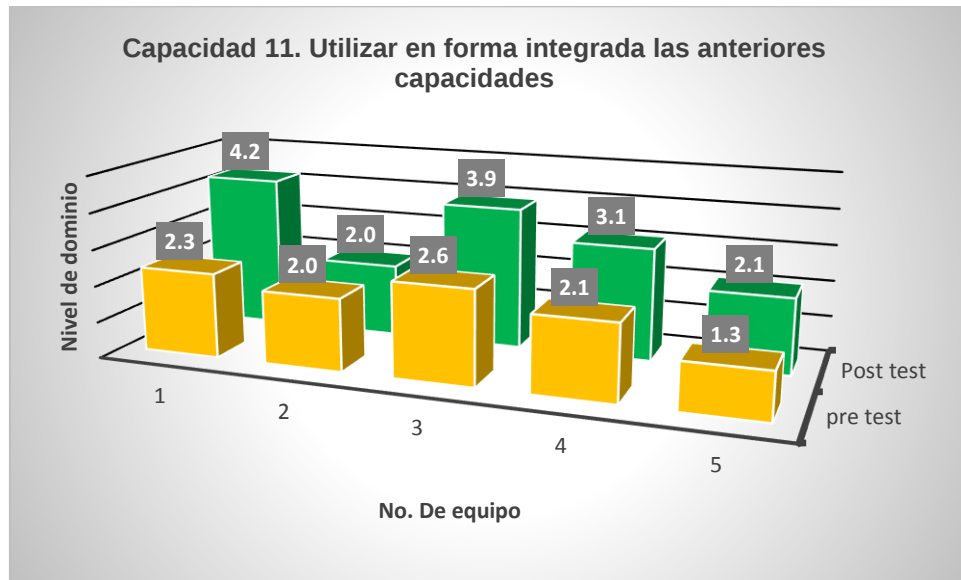
Los equipos 1 y 3 en especial, hicieron propuestas innovadoras. El equipo 1 fundamento su solución en encontrar otras fuentes de obtención más baratas y sustentables, como la orina humana. El equipo 3, trato el problema estequiométricamente, realizando cálculos para justificar el hecho de que las baterías de combustible de los autos de Hidrógeno se tienen que mejorar, debido a que los metales de los que están compuestos son muy caros y que además su obtención tiene un gran impacto ambiental.

El equipo 2 y 4 ofrecen respuestas fundamentadas, en que aunque el proceso de combustión del Hidrógeno no es contaminante, su fabricación si lo es, ocupándose incluso petróleo en su generación. A pesar de que lograron dar una respuesta lógica y sustentada científicamente, que no resulta innovadora, tampoco presentan alternativas de generación de Hidrógeno no contaminantes. Finalmente el equipo 5, da como solución al problema algo que ya es sabido desde un principio y que es que la combustión del Hidrógeno no es contaminante como tal.

#### **5.1.4. Dimensión integrada.**

Considerando que las 10 capacidades científicas analizadas anteriormente en forma individual, se integran para resolver el problema en contexto mediante la metodología ABP; se realizó el siguiente gráfico mostrando el nivel de dominio Pre test y Post test para cada uno de los equipos.

**Gráfico 12**



Nivel de dominio: 1 es bajo; 2 es medio; 3 es alto y 4 es muy alto

### **Análisis de la dimensión integrada.**

En el gráfico anterior se puede apreciar que en conjunto se presenta una tendencia positiva Pre test-Post test; sin embargo, es importante destacar que los equipos 1,3 y 4 son en los que se aprecia un mejor desempeño. El equipo 2 prácticamente aparece igual de bajo que en el Pre test y el equipo 5 mejoró, aunque su desempeño general sigue resultando bajo.

### **5.1.5 Comparativo de Pre test - Pos Test de las 4 Dimensiones de la competencia Científica.**

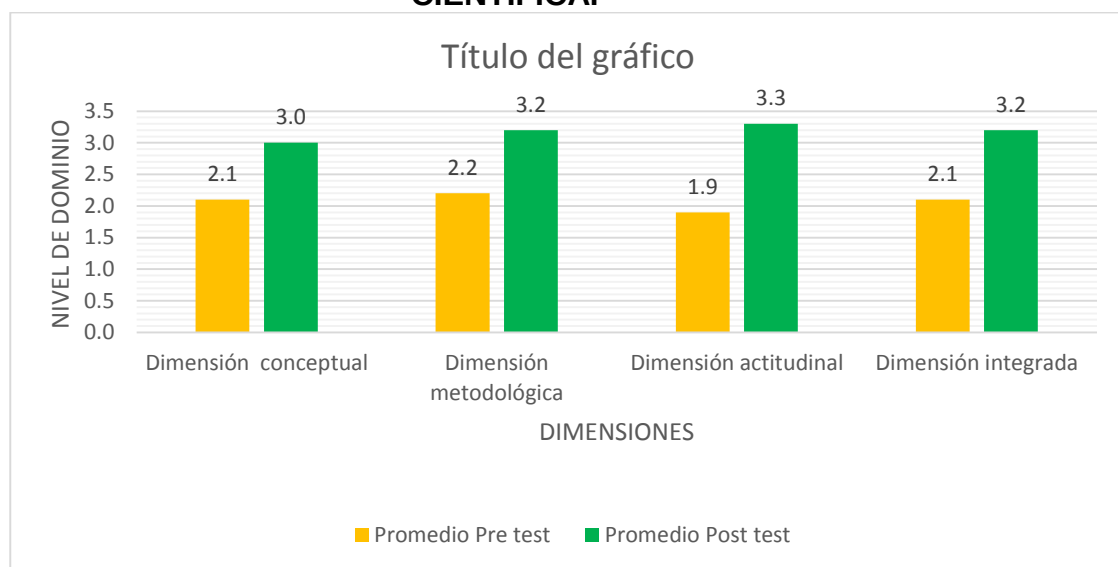
En la Tabla 5, se muestran los promedios de los 5 equipos en el nivel de dominio de las dimensiones y capacidades de la competencia científica.

| <b>Tabla 5</b><br><b>Nivel de dominio de las dimensiones y capacidades de la competencia científica de acuerdo al enfoque de Pedrinaci.</b>                                                                                                |                            |                             |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------|-----------------------------|
| <b>RESULTADOS DE LOS PROMEDIOS DE LOS 5 EQUIPOS.</b><br><b>Donde: 1 es bajo; 3 es medio; 4 es alto y 5 es muy alto.</b>                                                                                                                    | <b>RESULTADOS PRE TEST</b> | <b>RESULTADOS POST TEST</b> |
| <b>I. DIMENSION CONCEPTUAL</b>                                                                                                                                                                                                             |                            |                             |
| 1. Capacidad de utilizar el conocimiento científico para describir, explicar y predecir fenómenos naturales.                                                                                                                               | 2.0                        | 2.9                         |
| 2. Capacidad de utilizar los conceptos y modelos científicos para analizar problemas.                                                                                                                                                      | 2.4                        | 2.8                         |
| 3. Capacidad de diferenciar la ciencia de otras interpretaciones no científicas de la realidad.                                                                                                                                            | 1.8                        | 3.0                         |
| 4. Capacidad de identificar problemas científicos y diseñar estrategias para su investigación.                                                                                                                                             | 2.2                        | 3.4                         |
| Promedio:                                                                                                                                                                                                                                  | 2.1                        | 3.0                         |
| <b>II. DIMENSION METODOLÓGICA</b>                                                                                                                                                                                                          |                            |                             |
| 5. Capacidad de obtener información relevante para la investigación.                                                                                                                                                                       | 2.2                        | 3.0                         |
| 6. Capacidad de procesar la información obtenida.                                                                                                                                                                                          | 2.3                        | 3.1                         |
| 7. Capacidad de formular conclusiones fundamentadas                                                                                                                                                                                        | 2.2                        | 3.4                         |
| Promedio:                                                                                                                                                                                                                                  | 2.2                        | 3.2                         |
| <b>III. DIMENSION ACTITUDINAL</b>                                                                                                                                                                                                          |                            |                             |
| 8. Capacidad de valorar la calidad de una información en función de su procedencia y de los procedimientos utilizados para generarla.                                                                                                      | 1.8                        | 3.4                         |
| 9. Capacidad de interesarse por el conocimiento, indagación y resolución de problemas científicos y problemáticas socio-ambientales.                                                                                                       | 1.4                        | 3.0                         |
| 10. Capacidad de adoptar decisiones autónomas y críticas en contextos personales y sociales.                                                                                                                                               | 2.2                        | 3.5                         |
| Promedio:                                                                                                                                                                                                                                  | 1.9                        | 3.3                         |
| <b>IV. DIMENSIÓN INTEGRADA</b>                                                                                                                                                                                                             |                            |                             |
| 11. Capacidad de utilizar en forma integrada las anteriores capacidades para dar respuestas o pautas de actuación adecuadas ante problemas concretos científicos, tecnológicos o socio-ambientales, en contextos vivenciales del alumnado. | 2.1                        | 3.2                         |

A partir de los promedios de la tabla anterior se diseñó el siguiente gráfico:

**Gráfico 13**  
**ANÁLISIS PRE TEST -POST TEST**

**NIVEL DE DOMINIO DE LAS DIMENSIONES DE LA COMPETENCIA CIENTÍFICA.**



Las diferencias Pre test – Post test con respecto a la escala de valores asignada (1 a 5), son las siguientes:

| <b>Tabla 6</b><br><b>Diferencia entre promedios de resultados Pre test –Post test</b> |                                                |
|---------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------|
| <b>Dimensión</b>                                                                      | <b>Puntos de diferencia Pre test-Post Test</b> |
| Dimensión conceptual:                                                                 | +0.9                                           |
| Dimensión metodológica:                                                               | +1.0                                           |
| Dimensión actitudinal:                                                                | +1.4                                           |
| Dimensión integrada                                                                   | +1.0                                           |

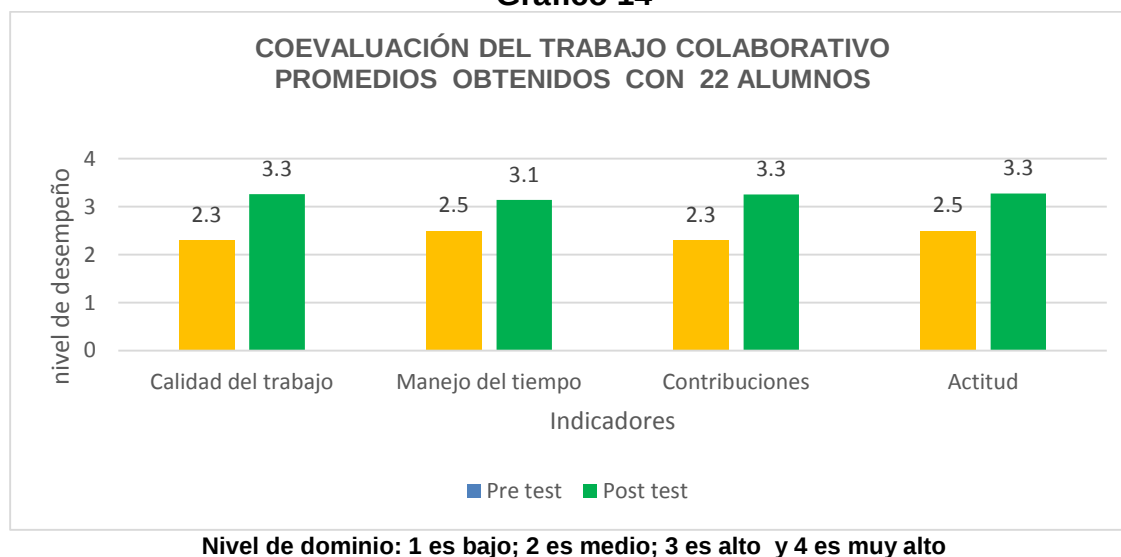
En la dimensión actitudinal es a donde se observó un mejor desempeño, en las otras dimensiones se presenta un avance similar.

## 5.2. Respecto a los objetivos específicos

Con respecto a los objetivos 1.4.2.1 y 1.4.2.2, se logra ver un avance en la comprensión y utilización del conocimiento científico en la resolución del problema de carácter químico que es del ámbito de la ingeniería. Esto se demuestra en la tabla 6, en donde se muestra un avance en los resultados de los promedios de los alumnos con respecto a los resultados Pre test (tabla 3) en donde el promedio de los alumnos en el examen aplicado fue de **6.6** en la 2ª. Evaluación (Pre test) y un promedio de **7.0** (Post test) en el tercer examen parcial, que fue realizado después de la intervención.

Por otra parte se puede apreciar en el siguiente gráfico el cumplimiento del objetivo 1.4.2.3 que está relacionado con la actitud de los alumnos de responsabilidad, de tolerancia, liderazgo y congruencia con sus conocimientos y habilidades de Química, dentro de distintos equipos de trabajo colaborativo. El siguiente gráfico muestra los resultados obtenidos por medio de la coevaluación de los alumnos en los 5 equipos de trabajo. El gráfico No. 14 muestra la evaluación del promedio de los 22 alumnos que participaron en la intervención.

**Gráfico 14**



Se muestra un avance en los cuatro aspectos evaluados. Esto se atribuye a una mejor organización, gracias a la definición de roles dentro de los equipos de trabajo colaborativo y además a los acuerdos realizados en las etapas de implementación del método ABP. Por otra parte, al involucrar a los alumnos en el problema, se propicia una mayor interacción y motivación para encontrar respuestas en forma conjunta.

### 5.3 Respecto a la utilidad del método ABP para mejorar el desempeño de los alumnos en la competencia científica.

Para determinar si influye el método ABP en mejorar el desempeño de los alumnos en la competencia científica, se realizó un análisis estadístico “Chi cuadrada”. Para ello se realizó una tabulación con base a los resultados obtenidos por los 5 equipos en las capacidades científicas evaluadas. En las tablas 7 y 8 se presenta las frecuencias obtenidas de valores obtenidos Pre test y Post test. Cabe mencionar que se presentan valores del 1 al 5, por tratarse de los promedios de los resultados obtenidos en cada capacidad por medio de los indicadores, aunque se trabajó con las rúbricas con la siguiente escala: muy alto 4 puntos, alto 3 puntos, medio 2 puntos y bajo 1 punto.

| <b>Tabla 7. Pre Test</b><br><b>Frecuencias de valores observados</b><br><b>por niveles de desempeño</b> |   |   |   |   |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|---|---|---|
| <div>Niveles</div> <div>Equipo</div>                                                                    | 1 | 2 | 3 | 4 |
| 1                                                                                                       | 3 | 5 | 4 | - |
| 2                                                                                                       | 2 | 3 | 4 | - |
| 3                                                                                                       | 1 | 5 | 7 | - |
| 4                                                                                                       | 3 | 3 | 4 | - |
| 5                                                                                                       | 9 | 1 | 1 | - |

| <b>Tabla 8. Post Test</b><br><b>Frecuencias de valores observados</b><br><b>por niveles de desempeño</b> |   |   |   |   |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|---|---|---|
| <div>Niveles</div> <div>Equipo</div>                                                                     | 1 | 2 | 3 | 4 |
| 1                                                                                                        | - | - | 3 | 8 |
| 2                                                                                                        | 2 | 3 | 4 | 2 |
| 3                                                                                                        | - | 1 | 3 | 7 |
| 4                                                                                                        | - | 3 | 5 | 3 |
| 5                                                                                                        | 4 | 5 | 2 | - |

Con los resultados obtenidos en estas dos tablas se reagruparon los valores para que los valores de las frecuencias no fueran menores a 5 y se pudiera realizar el análisis, quedando la tabla 9, traduciendo los valores a nivel de desempeño. De esta manera se puede proceder a realizar la prueba **Chi cuadrada**

### 5.3.1. Prueba Chi cuadrada

Tenemos la siguiente tabla de frecuencias que refleja los resultados de las pruebas Pre test- Poste test (ABP) de la resolución de un problema. **¿Influye la metodología utilizada en el desarrollo de la competencia científica? Margen de error 0.01%**

**a).-Tabla con los datos observados:**

| <b>Tabla 9. Resumen de frecuencias</b> |                                |                                   |            |
|----------------------------------------|--------------------------------|-----------------------------------|------------|
| Nivel                                  | Bajo y medio<br>(valores: 1-2) | Alto y muy alto<br>(valores: 3-4) | Total      |
| Pre test                               | 35                             | 20                                | <b>55</b>  |
| Post test                              | 18                             | 37                                | <b>55</b>  |
| Total                                  | <b>53</b>                      | <b>57</b>                         | <b>110</b> |

**b).- Formulación de hipótesis:**

Ho(Hipótesis Nula): los resultados Pre test Post test son iguales, es decir no hay diferencia al emplear el método ABP.

H1 (Hipótesis alternativa): La aplicación del método ABP influye en los resultados obtenidos.

**c).- Cálculo de las frecuencias esperadas o teóricas.**

$$35 \longrightarrow 53 \times 55 / 110 = 26.5$$

$$20 \longrightarrow 57 \times 55 / 110 = 28.5$$

$$18 \longrightarrow 53 \times 55 / 110 = 26.5$$

$$37 \longrightarrow 57 \times 55 / 110 = 28.5$$

**d).- Cálculo del grado de libertad:**

Es necesario restar al número de filas 1 y al número de columnas 1, multiplicando estas restas:

$$G.L = (2-1)(2-1) = 1 \times 1 = 1$$

**e).- Se calcula Chi cuadrada con la siguiente fórmula:**

$$\chi^2 = \sum \frac{(fo - ft)^2}{ft}$$

$$\begin{aligned} \chi^2 &= ((35-26.5)^2/26.5) + ((18-26.5)^2/26.5) + ((20-28.5)^2/28.5) + ((37-28.5)^2/28.5) = \\ &= 10.52 \end{aligned}$$

**f).- Comparar con la tabla de distribución  $\chi^2$  al nivel de significación 0.01% y con un grado de libertad.**

**Tabla 10**  
DISTRIBUCION DE  $\chi^2$

| Grados de libertad | Probabilidad     |      |      |      |      |       |       |       |               |       |       |
|--------------------|------------------|------|------|------|------|-------|-------|-------|---------------|-------|-------|
|                    | 0,95             | 0,90 | 0,80 | 0,70 | 0,50 | 0,30  | 0,20  | 0,10  | 0,05          | 0,01  | 0,001 |
| 1                  | 0,004            | 0,02 | 0,06 | 0,15 | 0,46 | 1,07  | 1,64  | 2,71  | 3,84          | 6,64  | 10,83 |
| 2                  | 0,10             | 0,21 | 0,45 | 0,71 | 1,39 | 2,41  | 3,22  | 4,60  | 5,99          | 9,21  | 13,82 |
| 3                  | 0,35             | 0,58 | 1,01 | 1,42 | 2,37 | 3,66  | 4,64  | 6,25  | 7,82          | 11,34 | 16,27 |
| 4                  | 0,71             | 1,06 | 1,65 | 2,20 | 3,36 | 4,88  | 5,99  | 7,78  | 9,49          | 13,28 | 18,47 |
| 5                  | 1,14             | 1,61 | 2,34 | 3,00 | 4,35 | 6,06  | 7,29  | 9,24  | 11,07         | 15,09 | 20,52 |
| 6                  | 1,63             | 2,20 | 3,07 | 3,83 | 5,35 | 7,23  | 8,56  | 10,64 | 12,59         | 16,81 | 22,46 |
| 7                  | 2,17             | 2,83 | 3,82 | 4,67 | 6,35 | 8,38  | 9,80  | 12,02 | 14,07         | 18,48 | 24,32 |
| 8                  | 2,73             | 3,49 | 4,59 | 5,53 | 7,34 | 9,52  | 11,03 | 13,36 | 15,51         | 20,09 | 26,12 |
| 9                  | 3,32             | 4,17 | 5,38 | 6,39 | 8,34 | 10,66 | 12,24 | 14,68 | 16,92         | 21,67 | 27,88 |
| 10                 | 3,94             | 4,86 | 6,18 | 7,27 | 9,34 | 11,78 | 13,44 | 15,99 | 18,31         | 23,21 | 29,59 |
|                    | No significativo |      |      |      |      |       |       |       | Significativo |       |       |

**g).-Se acepta o se rechaza la hipótesis nula:**

Dado que 10.52 es mayor que 6.64 (valor en tabla 10, con un nivel de significación del 0.01% y un grado de libertad), podemos afirmar que la metodología ABP influye en los resultados obtenidos en el nivel de desempeño de la competencia científica de los alumnos. La diferencia observada no se debe al azar y por tanto se rechaza la hipótesis nula.

**e).-Conclusión**

Con base en los resultados anteriores se puede afirmar que existe una diferencia significativa al aplicar la metodología ABP, para mejorar el grado de desarrollo de la competencia científica, evaluada a través de los indicadores de las 11 capacidades y 4 dimensiones científicas según Pedrinaci.

Por lo tanto se puede decir que la hipótesis planteada en este trabajo en el Cap. 1.4.3, es verdadera:

**“La metodología del Aprendizaje Basado en Problemas (ABP) influye en el desarrollo de la competencia científica”.**

## Capítulo 6

### Conclusiones

La propuesta de este trabajo que se sustentó en la implementación de la metodología Aprendizaje Basado en Problemas (ABP), es una propuesta que contribuye al desarrollo de la competencia científica y que favorece la búsqueda de solución a problemas en contextos auténticos.

Es necesario destacar que la competencia científica involucra, de acuerdo a esta propuesta, el dominio de once capacidades, pero de una manera integrada, no como suma de atributos. Aunado a este requisito de integración, se agrega el de saber emplear esos conocimientos en diferentes contextos y situaciones. "... pues no se trata tan sólo de aprender a realizar una determinada tarea más o menos compleja sino de saber utilizar esos aprendizajes integrados ante muy diversos problemas (Pedinaci 2012)".

Para lograr el desarrollo de la competencia científica, el aprendizaje situado fue una apuesta pedagógica que fue indispensable para involucrar a los alumnos en el mundo científico, ya que está fundamentado en sus propios intereses. La resolución de problemas reales y cercanos a su contexto, les permitió poner en juego sus conocimientos, habilidades, valores y actitudes, en situaciones y tiempos reales. Los confrontó a encontrar distintas soluciones, a buscar y aplicar distintos recursos en su interacción con la situación. El trabajo colaborativo, es otro elemento que fue indispensable, ya que las interacciones que se dieron en los equipos de trabajo favorecieron el aprendizaje, se compartieron distintas perspectivas, se resolviendo dudas y se favorecieron las habilidades sociales.

La estrategia utilizada en este trabajo, la Metodología del Aprendizaje Basado en Problemas es una propuesta que favoreció el aprendizaje situado. Esta permitió que los alumnos desarrollaran diferentes habilidades como: organización, búsqueda y selección de información, habilidades de comunicación, pensamiento

lógico, aprender a aprender y negociación. Al mismo tiempo se comprobó que se pudieron aprender los contenidos. Esta estrategia favorece la formación de graduados autónomos, prácticos e interdisciplinarios.

Una parte fundamental de esta intervención, fue el procedimiento de evaluación, debido a que por tener un enfoque por competencias, se provocan modificaciones importantes en los procesos de enseñanza-aprendizaje, que se tienen que regular en el transcurso de las actividades. La selección de los indicadores, los instrumentos y herramientas de evaluación; fueron indispensables para apreciar el progreso de los alumnos, comprender la naturaleza de las dificultades y reajustar las acciones para tomar mejores decisiones. Se estableció de tal manera un diálogo permanente con los participantes, ayudando a su propia autorregulación.

El grupo de alumnos con los que se trabajó en la intervención, representó un reto especial, en cuanto a que por los antecedentes de repetición del curso de algunos de ellos y por el bajo promedio general, presentado tanto en la primera como segunda evaluación del curso; prevalecía un ambiente de tensión y desaliento. El haber desarrollado esta implementación, permitió que el grupo mejorara su desempeño, gracias a una nueva actitud de perseverancia y a una mayor motivación.

Por último, en una intervención como esta, con un enfoque basado en competencias, en que a los alumnos se les obliga afrontar situaciones inéditas, a movilizar diferentes recursos y a tomar decisiones en forma autónoma; por lo que el docente debe estar consciente y preparado para enfrentar su propio “habitus”. Dejar el papel protagónico en manos del alumno en el proceso de aprender a aprender. El estar vigilantes de nuestras acciones y no caer en la tentación de impedir que los alumnos reflexionen por sí mismos.

# ANEXOS

## Anexo 1

Formato de planeación para cada sesión.

|                                                                      |                |                              |
|----------------------------------------------------------------------|----------------|------------------------------|
| <b>Sesión No.</b>                                                    | <b>Fecha:</b>  | <b>Tiempo de aplicación:</b> |
| <b>Materia:</b>                                                      | <b>Unidad:</b> | <b>Tema:</b>                 |
| <b>Competencia genéricas del perfil del egreso que se trabajará:</b> |                |                              |
| <b>Competencia específica a desarrollar:</b>                         |                |                              |
| <b>Etapas del ABP:</b>                                               |                |                              |
| <b>Contexto:</b>                                                     |                |                              |
| <b>Línea de Secuencias didácticas:</b>                               |                |                              |
| <b>Inicio:</b>                                                       |                |                              |
| <b>Desarrollo:</b>                                                   |                |                              |
| <b>Cierre:</b>                                                       |                |                              |
| <b>Producto esperado:</b>                                            |                |                              |
| <b>Herramienta de evaluación:</b>                                    |                |                              |
| <b>Recursos/Materiales:</b>                                          |                |                              |

## Anexo 2

### GUÍA DEL ALUMNO EN ABP

#### 0. Formación de equipos.

Proceso de Trabajo. Los equipos, se propone que trabajen de la siguiente forma:

1. Asignación de los roles a los integrantes del equipo: Líder, secretario, administrador del proyecto, administrador del tiempo, etcétera.

#### 2. Escenario. Lectura del escenario.

3. ¿Qué sé?, ¿Qué necesito saber? y ¿Qué recursos necesito? Cada equipo responde a estas preguntas mediante una lluvia de ideas.

#### 4. Definición del problema. Primera versión. Presentar y desarrollar varias hipótesis.

5. Asignación del trabajo a cada integrante del equipo. Con base en las respuestas del punto tres se definen los temas que cada miembro del equipo tendrá a su cargo.

6. Reunión de equipo. Se llevará a cabo una redefinición del problema para obtener la segunda o la última versión, tal y como lo considere el equipo.

7. Sesión de retroalimentación. Se desarrolla con el profesor y con el resto de los equipos

8. Reunión de equipo. Durante esta sesión cada equipo debe aplicar lo aprendido, a través de discusiones interactivas y con tiempo definido. . Síntesis y producción de la solución final.

#### 9. Presentación de la solución del problema.

10. Reflexión. Los alumnos de cada equipo reflexionan sobre lo que aprendieron y se determina si algo hace falta para la comprensión general del problema y del procedimiento de la solución. También se reflexiona sobre la manera en que los nuevos conocimientos están relacionados con los temas anteriores y con los principios generales aprendidos. También se considera la evaluación y la coevaluación.

11. Bitácora. Cada equipo deberá contar con una bitácora de trabajo virtual. Las evidencias solicitadas en la plataforma Moodle y el intercambio de información a través de la red social elegida como medio de comunicación del equipo.

## Anexo 3

### Rúbrica del “Reporte de lectura comprensiva del contexto del problema”

| Criterio                                                             | Muy alto 4                                                                                                                  | Alto 3 puntos                                                                                        | Medio 2 puntos                                                                                                         | Bajo 1 pto                                                                                                        |
|----------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Selección e identificación de conceptos y/o pruebas científicos.     | Identifican por lo menos 5 conceptos y/o pruebas científicos que aporta el texto.                                           | Identifican por lo menos 4 conceptos y/o pruebas científicos que aporta el texto.                    | Identifican por lo menos 3 conceptos y/o pruebas científicos que aporta el texto.                                      | Identifican menos de 3 conceptos y/o pruebas científicos que aporta el texto.                                     |
| Selección e identificación de modelos y/o procedimientos científicos | Identifican por lo menos 4 modelos y/o procedimientos científicos que aporta el texto.                                      | Identifican por lo menos 3 modelos y/o procedimientos científicos que aporta el texto                | Identifican por lo menos 2 modelos y/o procedimientos científicos que aporta el texto.                                 | Identifican 1 modelo y/o procedimientos científicos que aporta el texto                                           |
| Comprensión del contenido                                            | El trabajo refleja una comprensión profunda de la complejidad del contenido. Justifica las ideas expresadas e induce otras. | El trabajo demuestra la comprensión de los contenidos . Todas las ideas expresadas son justificadas. | El trabajo demuestra la comprensión de casi todos los contenidos. La mayoría de las ideas expresadas son justificadas. | El trabajo demuestra una débil comprensión del contenido. La mayoría de las ideas expresadas no son justificadas. |
| Presentación                                                         | El trabajo es impecable, tiene excelente presentación. No tiene faltas de ortografía ni errores de redacción.               | El trabajo tiene buena presentación, no tiene faltas de ortografía ni redacción.                     | El trabajo tiene una presentación aceptable y tiene máximo 1 falta de ortografía / redacción.                          | El trabajo tiene mala presentación y contiene más de 2 faltas de ortografía y redacción.                          |

## Anexo 4

### Lista de cotejo de la actividad “lluvia de ideas y definición del problema”

| Criterio                                                                                                                                                                       | Nivel de cumplimiento |                     |                      |                    |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|---------------------|----------------------|--------------------|
|                                                                                                                                                                                | Muy alto<br>4 puntos  | Alto<br>3<br>puntos | Medio<br>2<br>puntos | Bajo<br>1<br>punto |
| 1. El documento presenta por lo menos 10 ideas/conceptos que se generan de la lectura inicial.                                                                                 |                       |                     |                      |                    |
| 2. Se presenta la lista de ideas/conceptos dividida en: conocidos y desconocidos, en concordancia con el nivel de dominio de conocimiento de los estudiantes.                  |                       |                     |                      |                    |
| 3. Se formulan los objetivos de aprendizaje del equipo.                                                                                                                        |                       |                     |                      |                    |
| 4. Se muestran evidencias de la investigación individual de acuerdo a los objetivos de aprendizaje.                                                                            |                       |                     |                      |                    |
| 5. Definición del problema que muestre: el razonamiento crítico, la reflexión, la claridad, la argumentación, la precisión, la veracidad, la presentación lógica de las ideas. |                       |                     |                      |                    |

## Anexo 5

### Lista de cotejo: evaluación del mapa conceptual

| Criterio                        | Descripción                                                                                                                                       | Muy alto<br>4 puntos | Alto<br>3 puntos | Medio<br>2 puntos | Bajo<br>1 punto |
|---------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------|------------------|-------------------|-----------------|
| <b>1.Tema principal</b>         | Se identifica el tema principal a partir del cual se desarrollará el mapa.                                                                        |                      |                  |                   |                 |
| <b>2.Representatividad</b>      | Representación de los conceptos, procedimientos y modelos científicos que muestran el entendimiento del problema.                                 |                      |                  |                   |                 |
| <b>3. Organización</b>          | Los conceptos se presentan de manera ordenada, lógica, y jerárquica.                                                                              |                      |                  |                   |                 |
| <b>4. Conexión de conceptos</b> | Los conceptos se encuentran relacionados unos con otros a través de las palabras y/o conectores adecuados.                                        |                      |                  |                   |                 |
| <b>5. Bibliografía</b>          | Bibliografía con dominios: .org , .gob, .edu. Instituciones reconocidas que amparan la información que publica el autor, información actualizada. |                      |                  |                   |                 |

## Anexo 6

### Formato para la entrega de productos de la sesión 2

|                                                                                                                                                                       |                 |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------|
| <b>Asignatura: Procesos Físicos y Químicos Aplicados a la Producción</b><br><br>Ubicación dentro del syllabus de la materia:<br>Unidad IV. Cálculos estequiométricos. | Equipo:         |
|                                                                                                                                                                       | Nombres:        |
|                                                                                                                                                                       | _____ rol _____ |
|                                                                                                                                                                       | _____ rol _____ |
|                                                                                                                                                                       | _____ rol _____ |

|                                                                                                                                                                                                      |                                          |                                                                                            |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>PROBLEMA.</b> Cómo estudiante de la materia Procesos Físicos y Químicos aplicados a la producción <b>¿Consideras que el Hidrógeno es realmente el combustible del futuro para los automóviles</b> |                                          |                                                                                            |
| <b>Con base en la lluvia de ideas, completar la siguiente información:</b>                                                                                                                           |                                          |                                                                                            |
| 1) Las hipótesis, teorías, ideas de lo que creen que sucede y se necesita                                                                                                                            |                                          |                                                                                            |
| 2) Elaboración de una tabla con la siguiente información:                                                                                                                                            |                                          |                                                                                            |
| Lista de lo que conocemos                                                                                                                                                                            | Lista de lo que no conocemos             | 4) Anotar las acciones ue van a emprender, indicando las que son individuales y en equipo: |
| <br><br><br><br><br><br><br><br><br><br>                                                                                                                                                             | <br><br><br><br><br><br><br><br><br><br> | <br><br><br><br><br><br><br><br><br><br>                                                   |
| 3) Anoten el enunciado del problema que determinaron se estudiará y resolverá:                                                                                                                       |                                          |                                                                                            |
| 4) Anotar los compromisos que acordaron para trabajar en forma individual                                                                                                                            |                                          |                                                                                            |

## Anexo 7

### Bitácora de seguimiento general de los pasos del ABP

| PASO           | CRITERIO                                    |                                                                                                                                                        | EVALUACIÓN           |                  |                   |                 |
|----------------|---------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------|------------------|-------------------|-----------------|
|                |                                             |                                                                                                                                                        | Muy alto<br>4 puntos | Alto<br>3 puntos | Medio<br>2 puntos | Bajo<br>1 punto |
| 1              | Lectura del escenario del problema          | El equipo de trabajo lee el artículo que es el escenario del problema, primero en forma individual y se aseguran de haberlo entendido en forma grupal  |                      |                  |                   |                 |
| 2              | Definición del problema                     | Entregan un resumen o las 10 ideas principales                                                                                                         |                      |                  |                   |                 |
| 3              | Lluvia de ideas                             | Enlistan las ideas que se generan en la discusión y que les servirán para el planteamiento del problema                                                |                      |                  |                   |                 |
| 4              | Clasificación de las ideas                  | Lista de lo que se sabe, no se sabe y los compromisos de investigación individual                                                                      |                      |                  |                   |                 |
| 5              | Formulación de los objetivos de aprendizaje | En este paso se definen las metas que guíen la investigación.                                                                                          |                      |                  |                   |                 |
| 6              | Investigación                               | Consiste en indagar en el lugar adecuado y “hacer una lectura comprensiva de dicha información” para ello es necesario el diseño de un plan de acción. |                      |                  |                   |                 |
| 7              | Presentación y discusión de resultados.     | Presentación y discusión de los resultados.                                                                                                            |                      |                  |                   |                 |
| Observaciones: |                                             |                                                                                                                                                        |                      |                  |                   |                 |
|                |                                             |                                                                                                                                                        |                      |                  |                   |                 |

## Anexo 8

### Formato de entrega de productos de la sesión

| Criterio/categoría           | Muy alto 4 puntos                                                                                                                                                                                               | Alto 3 puntos                                                                                                                      | Medio 2 puntos                                                      | Bajo 1 pto                                                                                         |
|------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Ortografía                   | No hubo errores ortográficos.                                                                                                                                                                                   | Máximo 3 errores ortográficos                                                                                                      | Entre 4 y 5 errores ortográficos                                    | Más de 5 errores ortográficos                                                                      |
| Información                  | La información está excelentemente relacionada con el tema principal.                                                                                                                                           | La información está bien relacionada con el tema principal.                                                                        | La información está relacionada con el tema principal.              | La información tiene poco o nada que ver con el tema principal.                                    |
| Fuentes bibliográficas       | Presenta más de 5 referencias bibliográficas en el formato APA o ISO.                                                                                                                                           | Presenta de 4-5 referencias bibliográficas en el formato APA o ISO.                                                                | Presenta de 2-3 referencias bibliográficas en el formato APA o ISO. | No presenta fuentes o están citadas incorrectamente                                                |
| Imagen de la presentación.   | Los colores de fondo, el tipo de letra forman una mezcla de colores agradables y no restan valor.                                                                                                               | Los colores de fondo, el tipo de letra no distraen del contenido y son consistentes en todas las páginas.                          | Los colores de fondo, el tipo de letra no distraen del contenido.   | Los colores de fondo, el tipo de letra hacen el contenido difícil de leer o distraen al lector.    |
| Apoyos para la presentación. | Los estudiantes usan más de 2 apoyos (puede incluir imágenes, videos, animaciones, experimentos, materiales) que demuestran considerable trabajo/creatividad, dominio del tema y hacen a la presentación Mejor. | Los estudiantes usan 1-2 apoyos que demuestran considerable trabajo/creatividad, dominio del tema y hacen mejor a la presentación. | Los estudiantes usan 1-2 apoyos que hacen a la presentación mejor.  | Los estudiantes no usan apoyos o los apoyos escogidos restan valor a la presentación del proyecto. |

## Anexo 9

### Lista de cotejo de la solución del problema

| Criterio/Nivel de dominio                                                         | Muy alto 4 puntos | Alto 3 puntos | Medio 2 puntos | Bajo 1 pto |
|-----------------------------------------------------------------------------------|-------------------|---------------|----------------|------------|
| 1. Los alumnos realizan búsquedas de información en fuentes relevantes diferentes |                   |               |                |            |
| 2. Exponen los datos e ideas principales                                          |                   |               |                |            |
| 3. Interpretan los resultados y los presentan de una manera clara.                |                   |               |                |            |
| 4. Exponen las conclusiones en forma fundamentada.                                |                   |               |                |            |
| 5. Presentan la información más relevante de su investigación.                    |                   |               |                |            |
| 6. Exponen las conclusiones en forma fundamentada/Exposición del trabajo final.   |                   |               |                |            |
| 7. Exponen soluciones o iniciativas que favorezcan al desarrollo sostenible.      |                   |               |                |            |
| 8. Muestran autonomía, creatividad y capacidad crítica.                           |                   |               |                |            |
| 9. Presentan la información más relevante de su investigación.                    |                   |               |                |            |
| 10. Exponen las conclusiones en forma fundamentada/Exposición del trabajo final.  |                   |               |                |            |

## Anexo 10

### Rúbrica del trabajo colaborativo-autoevaluación y coevaluación.

| Categoría                 | Muy alto -4puntos                                                                                                                                                                                                   | Alto - 3 puntos                                                                                                                                                                                             | Medio-2 puntos                                                                                                                                                                                 | Bajo- 1 punto                                                                                                                                                                                               |
|---------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Enfocándose en el Trabajo | Siempre se mantiene enfocado en el trabajo que se necesita hacer. Muy autodirigido.                                                                                                                                 | La mayor parte del tiempo se enfoca en el trabajo que se necesita hacer. Otros miembros del grupo pueden contar con esta persona.                                                                           | Algunas veces se enfoca en el trabajo que se necesita hacer. Otros miembros del grupo deben algunas veces regatear, empujar y recordarle a esta persona que se mantenga enfocado.              | Raramente se enfoca en el trabajo que se necesita hacer. Deja que otros hagan el trabajo.                                                                                                                   |
| Calidad del Trabajo       | Proporciona trabajo de la más alta calidad.                                                                                                                                                                         | Proporciona trabajo de calidad.                                                                                                                                                                             | Proporciona trabajo que, ocasionalmente, necesita ser comprobado o rehecho por otros miembros del grupo para asegurar su calidad.                                                              | Proporciona trabajo que, por lo general, necesita ser comprobado o rehecho por otros para asegurar su calidad.                                                                                              |
| Manejo del Tiempo         | Utiliza bien el tiempo durante todo el proyecto para asegurar que las cosas estén hechas a tiempo. El grupo no tiene que ajustar la fecha límite o trabajar en las responsabilidades por la demora de esta persona. | Utiliza bien el tiempo durante todo el proyecto, pero pudo haberse demorado en un aspecto. El grupo no tiene que ajustar la fecha límite o trabajar en las responsabilidades por la demora de esta persona. | Tiende a demorarse, pero siempre tiene las cosas hechas para la fecha límite. El grupo no tiene que ajustar la fecha límite o trabajar en las responsabilidades por la demora de esta persona. | Rara vez tiene las cosas hechas para la fecha límite. El grupo ha tenido que ajustar la fecha límite o trabajar en las responsabilidades de esta persona porque el tiempo ha sido manejado inadecuadamente. |
| Contribuciones            | Proporciona siempre ideas útiles cuando participa en el grupo y en la discusión en clase. Es un líder definido que contribuye con mucho esfuerzo.                                                                   | Por lo general, proporciona ideas útiles cuando participa en el grupo y en la discusión en clase. Un miembro fuerte del grupo que se esfuerza.                                                              | Algunas veces proporciona ideas útiles cuando participa en el grupo y en la discusión en clase. Un miembro satisfactorio del grupo que hace lo que se le pide                                  | Rara vez proporciona ideas útiles cuando participa en el grupo y en la discusión en clase. Puede reusarse a participar.                                                                                     |
| Actitud                   | Nunca critica públicamente el proyecto o el trabajo de otros. Siempre tiene una actitud positiva hacia el trabajo.                                                                                                  | Rara vez critica públicamente el proyecto o el trabajo de otros.<br><br>En general tiene una actitud positiva hacia el trabajo.                                                                             | Pocas veces critica en público el proyecto o el trabajo de otros miembros del grupo.<br><br>En general tiene una actitud positiva hacia el trabajo.                                            | Con frecuencia critica en público el proyecto o el trabajo de otros miembros del grupo.<br><br>Rara vez tiene una actitud positiva hacia el trabajo.                                                        |

## Anexo 11

### Rúbrica para la búsqueda y selección de la información

| Nivel de desempeño                      |                                                                                                                                                                                                   |                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                                                                                                           |                                                                                                           |
|-----------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Criterio                                | Muy alto<br>4 puntos                                                                                                                                                                              | Alto<br>3 puntos                                                                                                                                                                                                                | Medio<br>2 puntos                                                                                                                                                         | Bajo<br>1 pto                                                                                             |
| <b>Búsqueda de información y su uso</b> | Búsqueda y uso de materiales variados y alternativos, junto a otros de iniciativa propia. Interpretan, sintetizan y extraen de manera sobresaliente los contenidos.                               | Usa diferentes fuentes para buscar información. Sintetiza y extrae contenidos                                                                                                                                                   | Busca en diferentes fuentes, pero se presenta uso literal de las fuentes de información.                                                                                  | Se registra poca actividad y hay uso literal de las fuentes de información.                               |
| <b>Recursos</b>                         | Las referencias elegidas son variadas y cuentan con excelente cantidad de datos, conceptos y modelos científicos para apoyar la resolución del problema. Buscan información en expertos del tema. | Las referencias elegidas cuentan con suficiente cantidad y se usan otras fuentes de información como libros, artículos de revistas que contengan datos, conceptos y modelos científicos para apoyar la resolución del problema. | Las referencias elegidas son exclusivamente digitales y cuentan con suficiente cantidad de datos, conceptos y modelos científicos para apoyar la resolución del problema. | Se registra poca actividad de búsqueda y selección de la información y es exclusivamente de tipo digital. |
| <b>Interés y actualidad</b>             | El material elegido es relevante y corresponde a los últimos 5 años.                                                                                                                              | El material elegido es relevante y corresponde a los últimos 10 años.                                                                                                                                                           | La elección del material elegido es poco relevante y corresponde a los últimos 10 años.                                                                                   | El material elegido no tiene relevancia y las consultas son de más de 10 años.                            |
| <b>Referencias</b>                      | Se incluyen por lo menos 10 referencias y están correctamente reportadas en el formato APA                                                                                                        | Se incluyen por lo menos 7 referencias y están correctamente reportadas en el formato APA                                                                                                                                       | Se incluyen por lo menos 5 referencias y la mayoría están correctamente reportadas en el formato APA                                                                      | No se reportan las referencias.                                                                           |

## Bibliografía

(s.f.).

Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE). (2005). *Definición y selección de competencias clave. Resumen ejecutivo. Versión electrónica*. Obtenido de <http://www.deseco.admin.ch/bfs/deseeco/en/index/03/02.parsys.78532.downloadList.94248.DownloadFile.tmp/2005.dsceexecutivesummary.sp.pdf>

Aguerrondo, I. (2009). *Conocimiento complejo y competencias educativas*. UNESCO Oficina Internacional de Educación. Recuperado el 16 de Junio de 2014, de [http://www.ibe.unesco.org/fileadmin/user\\_upload/Publications/Working\\_Papers/knowledge\\_compet\\_ibewpci\\_8.pdf](http://www.ibe.unesco.org/fileadmin/user_upload/Publications/Working_Papers/knowledge_compet_ibewpci_8.pdf)

American Chemical Society. (2005). *Química: un proyecto de la A.C.S.* Reverté.

ANFEI. (2014). *XLI Conferencia Nacional de Ingeniería*. Puebla, Pue. México. Obtenido de [http://www.anfei.mx/public/files/CNI/XLI/05\\_a.pdf](http://www.anfei.mx/public/files/CNI/XLI/05_a.pdf)

Ausubel-Novak-Hanesian. (1983). *Psicología Educativa*. México: TRILLAS.

Aymerich., M. I. (2004). Un nuevo enfoque de la enseñanza de la Química: contextualizar y modelizar. *The Journal of the Argentine Chemical Society*, Vol. 92(4/6), 115-136. Obtenido de <https://www.aqa.org.ar/pdf9246/9246art13.pdf>

Bozu, Z., & Canto Herrera, P. J. (2009). El profesorado universitario en la sociedad del conocimiento: *Revista de Formación e Innovación Educativa Universitaria*, 2, 87-97. Recuperado el 5 de mayo de 2015, de [http://educacioncientifica.org/Refiedu/Vol2\\_2/REFIEDU\\_2\\_2\\_4.pdf](http://educacioncientifica.org/Refiedu/Vol2_2/REFIEDU_2_2_4.pdf)

Comellas, M. J. (2002). *Comellas, M. J. . Las competencias del profesorado para la acción tutorial*. Barcelona: Praxis.

Consejo Académico del SEUIA. Universidad Iberoamericana. (2002). *Marco conceptual para la revisión curricular del SEUIA*. Noviembre del 2002. México.

De Miguel Díaz, M. (2005). *Modalidades de enseñanza centradas en el desarrollo de competencias. Orientaciones para promover el cambio metodológico en el espacio europeo de educación superior*. Oviedo: Ministerio de Educación y Ciencia-España. Universidad de Oviedo. Recuperado el 27 de abril de 2014, de [http://www.uvic.es/sites/default/files/Ensenanza\\_para\\_competencias.PDF](http://www.uvic.es/sites/default/files/Ensenanza_para_competencias.PDF)

- Díaz Barriga, Á. (2013). Guía para la elaboración de una secuencia didáctica. (U. N. México, Ed.) *DidacTIC*. Recuperado el 10 de mayo de 2015, de Centro Didac TIC: <https://docs.google.com/file/d/0B1f1Bo0nFw4lUjlybWltZ3luMW8/edit>
- Díaz Barriga, F. (2006). *Enseñanza situada: vínculo entre la escuela y la vida*. México: Mc Graw Hill, 2006.
- Díaz Barriga, F. y. (2010). *Estrategias docentes para un aprendizaje significativo. Una interpretación constructivista*. México: Mc Graw-Hill.
- Duch, B. J. (2001). *Why Problem-Based Learning? A Case Study of Institutional Change in Undergraduate Education*. Duch, *The Power of Problem-Based Learning*, Virginia: Stylus Publishin. Virginia: Virginia: Stylus Publishing.
- Ejecutivo., L. d. (1997). *La definición y Selección de Competencias Claves*. DeSeCo. .
- Emilio Pedrinaci Rodríguez, A. C. (2012). *11 Ideas Clave. El desarrollo de la competencia científica*. Barcelona, España.: Grao.
- Eurydice. La red Europea de información en educación. (2002). *las competencias Clave. Un concepto en expansión dentro de la educación general obligatoria*. Bruselas. Recuperado el 14 de marzo de 2014, de [www.eurydice.org](http://www.eurydice.org)
- Falcó Pegueroles, A. (2004). La nueva formación de profesionales: sobre la competencia profesional y la competencia del estudiante de enfermería. *Educación Médica.*, 7(1). Recuperado el 14 de enero de 2015
- Galagovsky, L. R. (2005). La enseñanza de la química pre-universitaria: ¿Qué enseñar? *Química Viva*, 1, 4. Obtenido de <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=86340102>
- Gallardo-Gil, M., Fernández-Navas, M., Sepúlveda-Ruiz, M.-P., Serván, M.-J., & Yus, R. &. (2010). PISA y la competencia científica: Un análisis de las pruebas de PISA en el Área de Ciencias. *RELIEVE*, 16(2). Recuperado el 4 de Abril de 2014, de . [http://www.uv.es/RELIEVE/v16n2/RELIEVEv16n2\\_6.htm](http://www.uv.es/RELIEVE/v16n2/RELIEVEv16n2_6.htm).
- González, J., & Wagenaar, R. (2003). *Tuning Educational Structures in Europe*. Bilbao. Obtenido de <http://www.deusto-publicaciones.es/deusto/pdfs/tuning/tuning04.pdf>
- Gonzci, A. &. (1996). *Perspectivas teóricas y prácticas en Australia*. En A. Argüelles (Ed.), *Competencia laboral y educación basada en normas de competencia*. México: Limusa.
- I. I. (2003). *Dirección de Investigación y Desarrollo Educativo.. Vicerrectoría Académica*. Recuperado el 4 de mayo de 2014, de <http://sitios.itesm.mx/va/dide/documentos/inf-doc/abp.pdf>

- Instituto Nacional de Estadística y Geografía. (2013). *Encuesta sobre la Percepción Pública de la Ciencia y la tecnología en México 2011*. México. Obtenido de [http://www.inegi.org.mx/prod\\_serv/contenidos/espanol/bvinegi/productos/encuestas/especiales/ENPECYT/ENPECYT\\_2011/ENPECTyT2011.pdf](http://www.inegi.org.mx/prod_serv/contenidos/espanol/bvinegi/productos/encuestas/especiales/ENPECYT/ENPECYT_2011/ENPECTyT2011.pdf)
- Instituto Nacional para la Evaluación de la Educación. INNE. (2012). *México en PISA 2012. Resumen Ejecutivo*. México. Obtenido de [http://www.sems.gob.mx/work/models/sems/Resource/11149/1/images/Mexico\\_PISA\\_2012\\_Resumen\\_Ejecutivo.pdf](http://www.sems.gob.mx/work/models/sems/Resource/11149/1/images/Mexico_PISA_2012_Resumen_Ejecutivo.pdf)
- Jonnaert. (2006). *Revisión de la competencia como organizadora de los programas de formación : hacia un desempeño*. Ginebra : Oficina internacional de Educación, BIE / UNESCO. (M. Universidad de Quebec, Ed.) Montreal: Observatorio de reformas educativas. Recuperado el 23 de abril de 2014, de [http://www.ibe.unesco.org/fileadmin/user\\_upload/COPs/Pages\\_documents/Competencias/ORE\\_Spanish.pdf](http://www.ibe.unesco.org/fileadmin/user_upload/COPs/Pages_documents/Competencias/ORE_Spanish.pdf)
- Kenneth Chang. Test of Alternative Fuel Visions. Hydrogen Cars Join Electric Models in Showrooms. New York times. NOV. 18, 2. R. (18 de noviembre de 2014). *Test of Alternative Fuel Visions. Hydrogen Cars Join Electric Models in Showrooms*. Recuperado el 15 de Enero de 2015, de [http://www.nytimes.com/2014/11/18/science/earth/hydrogen-cars-join-electric-models-in-showrooms.html?\\_r=0](http://www.nytimes.com/2014/11/18/science/earth/hydrogen-cars-join-electric-models-in-showrooms.html?_r=0)
- Lave Jean, W. E. (2003, reprinted 2003). *Situated Learning: Legitimate Peripheral Participation* Cambridge University Press. United Kingdom. United Kingdom.: Cambridge University Press.
- Morales Bueno, P. y. (2015). Aprendizaje basado en problemas. Problem-Based Learning. [http://campus.usal.es/~ofeees/NUEVAS\\_METODOLOGIAS/ABP/13.pdf](http://campus.usal.es/~ofeees/NUEVAS_METODOLOGIAS/ABP/13.pdf). Recuperado el 4 de mayo de 2015, de [http://campus.usal.es/~ofeees/NUEVAS\\_METODOLOGIAS/ABP/13.pdf](http://campus.usal.es/~ofeees/NUEVAS_METODOLOGIAS/ABP/13.pdf)
- Mulder, M. (2007). <http://www.oei.es/eCompetencia>: la esencia y la utilización del concepto en la formación profesional inicial y permanente. *Revista Europea de Formación Profesional*., 40(1), 5–24. Recuperado el 2 de marzo de 2014
- National Research Council. (1996). *National Science Education Standards*. Washington: National Academy: The National Academic Press.
- OCDE. (2006). *Marco de la evaluación. Conocimientos y habilidades en Ciencias, Matemáticas y Lectura*. Recuperado el 27 de Marzo de 2014, de <http://www.oecd.org/pisa/39732471.pdf>
- OECD. (s.f.).

- OECD. (2002). La definición y selección de competencias clave (DeSeCo). Resumen ejecutivo. Obtenido de <http://www.oecd.org/pisa/35070367.pdf>
- OECD. (2006). PISA 2006. Marco de la evaluación. Conocimientos y habilidades en Ciencias, Matemáticas y Lectura.
- Organización para la Cooperación y Desarrollo Económicos-OCDE. (2006). *Marco de la evaluación. Conocimientos y habilidades en Ciencias, Matemáticas y Lectura*. OCDE. Madrid: Santillana-MEC. Recuperado el 24 de febrero de 2014, de <http://www.oecd.org/pisa/keyfindings/PISA-2012-results-mexico-ESP.pdf>
- Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos . (2012). *OECD. Programa PISA para la evaluación internacional de alumnos (PISA). PISA 2012 Resultados*. México. Recuperado el 20 de febrero de 2015, de <http://www.oecd.org/pisa/keyfindings/PISA-2012>
- Pedrinaci Emilio (coord.), C. A. (2012). *11 ideas clave: el desarrollo de la competencia científica*. . Barcelona: Graó.
- Perkins, D. (1997). *La Escuela Inteligente del adiestramiento*. Barcelona: Gedisa.
- Perrenaud. (2000). Entrevista con Philippe Perrenoud, Universidad de Ginebra. "El Arte de Construir Competencias ". *Original tomado de Nova Escola(traducido)*., 19-31. Recuperado el 2 de marzo de 2014, de [http://cursos.tecmilenio.edu.mx/cursos/at8q3ozr5p/capacita/cl11004/anexos/El\\_arte\\_de\\_Construir\\_competencias.pdf](http://cursos.tecmilenio.edu.mx/cursos/at8q3ozr5p/capacita/cl11004/anexos/El_arte_de_Construir_competencias.pdf)
- Perrenoud, P. (2007). *Desarrollar la práctica reflexiva en el oficio de enseñar. Profesionalización y razón pedagógica*. Barcelona: Editorial Graó.
- Perrenoud, P. (2007). *Diez nuevas competencias para enseñar*. Barcelona: Graó. Obtenido de <https://www.uv.mx/dgdaie/files/2013/09/Philippe-Perrenoud-Diez-nuevas-competencias-para-ensenar.pdf>
- Piaget, J. (1984). *Psicología del niño*. Madrid, España.: Morata.
- Proyecto Tuning América Latina. (2007). *Reflexiones y perspectivas de la Educación Superior en América Latina*. Universidad de Deusto/ Universidad de Groningen. Recuperado el 26 de marzo de 2014, de [file:///C:/Users/Jorge/Downloads/LIBRO\\_TUNING\\_AMERICA\\_LATINA\\_version\\_final\\_espanol%20\(2\).pdf](file:///C:/Users/Jorge/Downloads/LIBRO_TUNING_AMERICA_LATINA_version_final_espanol%20(2).pdf)
- Rodríguez Izquierdo, R. M. (2007). Mejora continua de la práctica docente universitaria: una experiencia desde el proceso de. *Revista Electrónica Interuniversitaria de Formación del profesorado 2007 10(1), 10(1)*. Recuperado el 13 de abril de 2014, de <http://redalyc.org/articulo.oa?id=217017190004>

- Ruíz Iglesias, M. (2010). *Enseñar en términos de competencias*. México: Trillas.
- Ruiz, G. (2000). Más sobre ideas previas y enseñanza de la química. *Educación Química (Segunda época)*, 1, 292. Recuperado el 12 de enero de 2015
- Schön, D. (1998). *El profesional reflexivo. Cómo piensan los profesionales cuando actúan*. Barcelona: Paidós.
- Schön, D. A. (1983). *The Reflective Practitioner: How Professionals Think in Action*. Basic Books.
- Sola Ayape, C. E. (2011). *Aprendizaje Basado en Problemas*. México: Trillas.
- Tobón, S. (2005). *Formación basada en competencias: pensamiento complejo, diseño curricular y didáctica*. Bogotá, D.C.: Ecoe Ediciones.
- Tobón, S. (2006). *Aspectos básicos de la formación basada de competencias Talca: Proyecto Mesesup*. Obtenido de [http://www.urosario.edu.co/CGTIC/Documentos/aspectos\\_basicos\\_formacion\\_basada\\_competencias.pdf](http://www.urosario.edu.co/CGTIC/Documentos/aspectos_basicos_formacion_basada_competencias.pdf)
- UIA-ITESO, S. (2003). *Documento • Comisión de Homólogos de la Revisión Curricular. MARCO PEDAGÓGICO PARA LA ESTRUCTURA CURRICULAR*. México.
- UIA-ITESO, S. (2003). *Documento • Comisión de Homólogos de la Revisión Curricular. Mayo 2003. MARCO PEDAGÓGICO PARA LA ESTRUCTURA CURRICULAR*. . México.
- UNAM-CIDE. (2006). *El Diseño Institucional de la Política de Ciencia y Tecnología en México: una revisión y propuestas para su reforma. Enrique Cabrero Mendoza, Diego Valadez y Sergio López-Ayllon, El diseño institucional de la política deficiencia y tecnología en México*. México.
- UNESCO. (2000). *Foro Mundial sobre la Educación en Dakar*. París, Francia. Recuperado el 20 de febrero de 2014
- Vicerrectoría Académica. Instituto Tecnológico y de estudios Superiores de Monterrey. (2010). *ABP en Ingeniería y Ciencias exactas. Investigación e Innovación Educativa*. Recuperado el 5 de mayo de 2015, de [http://sitios.itesm.mx/va/dide2/tecnicas\\_didacticas/abp/abpinge.htm](http://sitios.itesm.mx/va/dide2/tecnicas_didacticas/abp/abpinge.htm)
- Vygotski, L. (1979). *El Desarrollo de los Procesos Psicológicos Superiores*. Barcelona, España: Grijalbo.
- Vygotsky, L. E. (1979). *El desarrollo de los procesos psicológicos superiores*. Barcelona: Grijalbo.

- Wittig, A. (2013). Implementing Problem Based Learning through. (advances.asee.org, Ed.) *Advances in Engineering Education*. Obtenido de <http://advances.asee.org/wp-content/uploads/vol03/issue04/papers/AEE-12-1-Wittig-2-go.pdf>
- Yus, R., Fernández, M., Gallardo, M., BAarquín, J., & Sepúlveda M. P. y Serván, M. J. (2011). La competencia científica y su evaluación. Análisis de las pruebas estandarizadas de PISA. *Revista de Educación*, 360. (en línea): <http://www.revistaeducacion.> *Revista de Educación*, 360. (en línea):, 557-576. doi:10.4438/1988-592X-RE-2011-360-127
- Zabala Vidiella, A. (2008). *La práctica educativa. Como enseñar*. España: Graó, de Serveis Pedagògics. Recuperado el 16 de abril de 2015, de <http://es.slideshare.net/solorzanoguzman/zavala-vidiella-antoni-la-prctica-educativa-cmo-ensear>