



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
MAESTRÍA EN DOCENCIA PARA LA EDUCACIÓN MEDIA SUPERIOR
FACULTAD DE QUÍMICA

**Aprendizaje Basado en Problemas en el desarrollo de las
habilidades de pensamiento científico en el tema de compuestos
y elementos químicos**

T E S I S

**QUE PARA OPTAR POR EL GRADO DE:
MAESTRA EN DOCENCIA PARA LA EDUCACIÓN MEDIA SUPERIOR**

P R E S E N T A:

ADRIANA VANESSA RAMÍREZ PEÑALOZA

TUTORA PRINCIPAL:

DRA. MARÍA ESTHER URRUTIA AGUILAR -FACULTAD DE CIENCIAS

MEMBROS DEL COMITÉ TUTOR:

DRA: CLARA ROSA MARÍA ALVARADO ZAMORANO - FACULTAD DE QUÍMICA

DRA: GLINDA IRAZOQUE PALAZUELOS -FACULTAD DE QUÍMICA

CIUDAD DE MÉXICO, OCTUBRE 2022



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

Contenido

| | |
|---|----|
| Resumen | 1 |
| Introducción | 3 |
| Planteamiento del problema | 5 |
| 1.1 Antecedentes del problema | 8 |
| 1.2 Antecedentes contextuales | 9 |
| 1.3 Pregunta de investigación | 11 |
| 1.4 Justificación | 11 |
| 1.5 Objetivos de Investigación | 12 |
| 1.5.1 Objetivo general | 12 |
| 1.5.2 Objetivos específicos | 12 |
| Fundamentación Teórica | 13 |
| 1.1 El Aprendizaje Basado en Problemas (ABP) | 13 |
| 1.2 Base teórica del Aprendizaje Basado en Problemas | 14 |
| 1.3 Concepción de Aprendizaje | 15 |
| 1.4 Concepción del alumno | 16 |
| 1.5 Concepción de la enseñanza..... | 17 |
| 2.6 Estrategia de Enseñanza | 18 |
| 1.6 Habilidades de pensamiento científico | 22 |
| 2.8 Habilidades asociadas a la ciencia en la Educación Media Superior | 23 |
| 2.8.1 Habilidad para identificar datos relevantes en un texto | 27 |
| 2.8.2 Habilidad para formular preguntas | 28 |
| 2.8.3 Habilidad para elaborar explicaciones | 36 |
| 2.8.4 Habilidad para buscar información | 38 |
| 2.8.5 Habilidad para organizar información | 39 |
| 2.8.6 Habilidades para comunicar información | 41 |
| 2.9 Contenido Científico: Elementos y Compuestos químicos | 43 |
| 2.9.1 Lenguaje químico | 46 |
| 2. Diseño del problema | 48 |
| 2.1 El problema | 48 |
| 2.2 Características del problema en el ABP | 49 |

| | | |
|-------|--|-----|
| 2.2.1 | Cobertura de los objetivos didácticos..... | 49 |
| 2.2.2 | Estructura | 50 |
| 2.2.3 | Contenido | 52 |
| 2.2.4 | Solución | 52 |
| 3. | Metodología | 55 |
| 3.1 | Contexto | 55 |
| 3.2 | Diseño de la investigación | 58 |
| | Diseño de la Investigación (Flujograma | 59 |
| | CUADRO DE ACTIVIDADES EN LA ETAPA 2..... | 60 |
| 4.3 | Tamaño de la muestra..... | 64 |
| 3.3 | Instrumentos de medición..... | 64 |
| 3.4 | Descripción del uso de estadísticas descriptivas | 69 |
| 4. | Resultados | 71 |
| 4.1 | Habilidad para reconocer pistas (datos y hechos)..... | 74 |
| 5.2 | Habilidad para formular preguntas | 78 |
| | Preguntas de descripción | 78 |
| | Preguntas de causalidad..... | 79 |
| | Preguntas de Generalización | 79 |
| | Preguntas de Gestión | 80 |
| | Contenido de las preguntas..... | 82 |
| | Contenidos de Química | 83 |
| | Contenido Salud | 86 |
| | Contenido del Proceso | 88 |
| | Contenido Legal..... | 89 |
| 5.3 | Habilidad para elaborar explicaciones..... | 89 |
| 5.4 | Formulación de objetivos de aprendizaje..... | 92 |
| 5.5 | Habilidad para buscar y seleccionar información | 95 |
| 5.5 | Habilidad para organizar la información..... | 99 |
| 5.6 | Habilidad para comunicar resultados | 101 |
| 6 | Discusiones..... | 103 |
| 7 | Conclusiones | 115 |
| | Referencias..... | 117 |
| | Anexos | 122 |

Resumen

La metodología del Aprendizaje Basado en Problema (ABP) es una estrategia de aprendizaje y enseñanza que busca fomentar el desarrollo de habilidades de pensamiento científico en alumnas y alumnos, como identificar problemas, formular preguntas, elaborar explicaciones, buscar, seleccionar y organizar información y, finalmente, comunicar resultados. La metodología permite a las alumnas y los alumnos elaborar una primera explicación del problema utilizando sus conocimientos previos y al final de la investigación podrá contrastarla con los resultados de su investigación, lo cual le permitirá elaborar una conclusión.

En esta investigación el objetivo fue evaluar las habilidades de pensamiento científico que el ABP fomenta en cada una de sus etapas, en la asignatura de química con el tema de mezclas, compuestos y elementos químicos, en dos grupos de educación media superior (EMS): un grupo de segundo semestre del Colegio de Bachilleres plantel No.18 "Tlilhuaca-Azcapotzalco" (Química I) y otro de la Escuela Nacional Preparatoria plantel 9 "Pedro de Alva" de la UNAM (Química III).

Los resultados obtenidos al aplicar las rúbricas de desempeño para el ABP, nos mostró que la habilidad de pensamiento científico, elaboración de explicaciones, mejoró al final de la metodología, donde los estudiantes lograron utilizar el lenguaje químico para su elaboración. También la metodología fomentó en los estudiantes la búsqueda y selección de información específica de nombres de sustancias químicas y reconocimiento de símbolos de elementos y fórmulas de compuestos químicos. Estas habilidades, elaboración de explicaciones, búsqueda y selección de información, los equipos de la ENP mostraron un mejor desempeño que los estudiantes del CB, consideramos que esta diferencia se atribuye a que los estudiantes de la ENP utilizaron sus conocimientos previos sobre los dulces para formular las preguntas que eran necesarias para

solucionar el problema, lograron especificar los objetivos del problema que define lo que se va a buscar y seleccionar durante la investigación.

Se concluye que el ABP es una metodología útil que, favorece que los estudiantes utilicen sus destrezas y conocimientos para explicar una situación dada, buscando evidencias que dan soporte a su investigación, utilizando los conocimientos de la asignatura de química al seleccionar la información específica que dé respuesta a sus preguntas. Para los docentes, esta metodología permite, identificar necesidades de formación en los estudiantes que coadyuve a planear sus actividades en la mejora de las habilidades reconocidas.

Introducción

A pesar de las diversas estrategias de enseñanza que día a día se proponen por investigadores y cuerpos docentes, una gran parte de estos últimos, continúan con perspectivas y nociones poco propicias para un desarrollo educativo integral. Así, conocer y utilizar la metodología de enseñanza como el Aprendizaje Basado en Problemas (ABP) permitirá al docente fomentar en el alumno de EMS movilizar sus recursos cognitivos y aprendizajes tanto conceptuales como procedimentales y actitudinales en la resolución de situaciones cotidianas determinadas de manera lógica, razonada, analítica y crítica. El ABP fomenta el desarrollo de habilidades de pensamiento científico al inducir en el alumno a reconocer situaciones problema, formular preguntas, elaborar explicaciones, buscar información en fuentes confiables, hacer una lectura comprensiva de dicha información y hacer una interpretación correcta del material acopiado. Finalmente, el alumno presenta una solución al problema con base en los resultados de la investigación. Es así que la presente investigación es una propuesta para llevarse al aula en estudiantes que cursan la asignatura de química en la EMS.

En el capítulo uno se describe el planteamiento del problema, la justificación y los objetivos de la investigación, en cuanto a la necesidad de fomentar el desarrollo de habilidades de pensamiento científico en las alumnas y los alumnos que cursan la EMS, así como la capacidad de utilizar los conocimientos de la asignatura de química en el tema de compuestos y elementos químicos. Para tal propósito recurrimos al ABP como estrategia de enseñanza, cuya metodología permitirá a los estudiantes elaborar explicaciones de situaciones contextuales y llegar a conclusiones basadas en una investigación.

En el capítulo dos abordamos la fundamentación teórica de la metodología del ABP, como una estrategia de enseñanza situada sustentada en el paradigma sociocultural de Vygotsky. Bajo

este enfoque se define el rol del docente, el de las y los alumnos, el aprendizaje y la enseñanza. Esta metodología al vincular el aprendizaje escolar con la vida real, promueve el desarrollo de habilidades necesarias para la investigación científica como: planteamiento de preguntas, recolección de datos de una investigación, análisis y comunicación de resultados y el desarrollo de explicaciones promoviendo el uso de lenguaje químico.

En el capítulo tres presentamos la situación problema que se trabajará con los grupos de estudiantes del Colegio de Bachilleres (CB) y de la Escuela Nacional Preparatoria (ENP). Definimos los objetivos didácticos que abarca la situación problema, su estructura, contenido y solución.

El capítulo cuatro describimos el contexto institucional de las dos escuelas, Colegio de Bachilleres (CB) y Escuela Nacional Preparatoria (ENP) y el contexto de los grupos de estudio, el tipo de estudio realizado y el diseño de la investigación en tres etapas. La primera abarca el diseño y validación de la situación problema y la investigación de los instrumentos de evaluación; la segunda describe la aplicación de la situación problema a los grupos de la ENP y CB y en la etapa tres se evalúan las habilidades de pensamiento científico mostradas durante la aplicación del ABP.

En el capítulo cinco se concentran los resultados obtenidos durante la aplicación del ABP a los veinticuatro equipos conformados.

Finalmente, los capítulos seis y siete corresponden a la discusión y conclusión del trabajo de investigación. Abarcamos cada etapa de la metodología del ABP, desde la formulación de preguntas hasta la comunicación de los resultados, utilizando el lenguaje químico de elementos y compuestos químicos de los veinticuatro equipos conformados por los alumnos de los dos grupos de la ENP y CB.

Planteamiento del problema

La Educación Media Superior (EMS) en México tiene como finalidad generar en el educando el desarrollo personal y social que le permita su acceso a la educación superior, a la vez que le dé una comprensión de su sociedad y de su tiempo y lo prepare para su posible incorporación al trabajo productivo (SEP, 1982) para su logro, Delors (1996) propuso fomentar cuatro aprendizajes: aprender a conocer, es decir, adquirir los instrumentos de la comprensión; aprender a hacer, para poder influir en el propio entorno; aprender a vivir juntos, para participar y cooperar con los demás en todas las actividades humanas; y por último, aprender a ser.

En México se han promovido diversas reformas educativas para el logro de estos aprendizajes en los diferentes niveles educativos. La última reforma educativa para el nivel medio superior en el 2017 propone abordar los aprendizajes a partir de ámbitos específicos como: lenguaje y comunicación, pensamiento matemático, exploración y comprensión del mundo natural y social, pensamiento crítico y solución de problemas, colaboración y trabajo en equipo, convivencia ciudadana, apreciación y expresión artística, atención al cuerpo y a la salud, cuidado del medio ambiente y habilidades digitales, que en su conjunto proveerán a los estudiantes de conocimientos, habilidades, actitudes y valores al concluir la educación obligatoria.

En el ámbito exploración y comprensión del mundo natural y social, que es el que atañe al presente trabajo, tiene la misión de fomentar y desarrollar en los estudiantes diversas habilidades como: obtener, registrar, analizar y sistematizar información; consultar fuentes relevantes; y realizar investigaciones pertinentes; comprender la interrelación de la ciencia, la tecnología, la sociedad y el medio ambiente en contextos históricos y sociales específicos; así como identificar problemas, formular preguntas de carácter científico y plantear hipótesis necesarias para responderlas (SEP, 2017).

Sin embargo, referentes internacionales como el Programa Internacional de Evaluación de los Alumnos (PISA) y nacionales como el Plan Nacional para la Evaluación de los Aprendizajes (PLANEA), coinciden en que los estudiantes mexicanos logran muy bajos niveles de aprendizaje, con independencia de su edad, asignatura y grado escolar que trate (INEE, 2018). Específicamente para el caso de las ciencias experimentales, PISA en el 2012 expone que casi la mitad de los jóvenes que concluyen la educación obligatoria, carecen de conocimientos científicos y habilidades que les permitirá dar explicaciones en contextos familiares o para llegar a conclusiones basadas en investigaciones simples y les dificultará ingresar, permanecer y concluir la educación superior o ingresar al mercado laboral.

Aunado a los bajos niveles de aprendizaje, la educación media superior atraviesa por marcadas desigualdades en el desarrollo de habilidades y conocimientos al término de la educación obligatoria, así lo refiere el informe citado por el INEE, al analizar los resultados de la prueba PLANEA 2018/EMS, concluyó que los bachilleratos autónomos obtienen mejor desempeño que el resto de los subsistemas como el Colegio de Estudios Científicos y Tecnológicos (CECyTE); bachilleratos de la Dirección General de Educación Tecnológica Agropecuaria (DGETA); Colegio Nacional de Educación Profesional Técnica (Conalep), Bachillerato Estatal; Colegio de Bachilleres (CB), bachilleratos de la Dirección General de Educación Tecnológica Industrial (DGETI) y Bachillerato Particular.

La desigualdad en los aprendizajes, de acuerdo con investigaciones realizadas por la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO), reconocen tres causas: el entorno del estudiante con su familia; las prácticas docentes y pedagógicas y los recursos económicos (UNESCO, 2015).

En esta investigación nos enfocaremos en la segunda causa que identifica la UNESCO, las prácticas pedagógicas realizadas por los docentes. En la actualidad vemos que los profesores de educación media superior cuentan con más información sobre cómo dirigir su práctica, al tomar cursos de actualización intersemestrales cada año por lo que reconocen los principios teóricos pedagógicos con respecto a colocar al estudiante en el centro del aprendizaje partiendo de sus intereses y de sus conocimientos previos, sin embargo, en la mayoría de las aulas de este nivel persisten las prácticas docentes donde el profesor expone los temas sin conexión con la vida cotidiana y sin vincularlos entre ellos empleando como recursos didácticos solamente libros o manuales, colocando al estudiante en un rol pasivo, provocando conocimiento frágil y pensamiento pobre, es decir, el conocimiento no se recuerda, no se comprende y no se usa esto es porque el conocimiento sirve para aprobar exámenes o las asignaturas, pero no se aplica a otras situaciones (Perkins, 2003).

Abordaremos temas de la asignatura de química, la cual tiene como objeto de estudio las sustancias y su transformación y la energía involucrada. Para muchos estudiantes se considera una asignatura difícil y compleja por requerir un aprendizaje en múltiples niveles: macroscópico, submicroscópico y simbólico, además de tener un lenguaje propio, la consideran no indispensable en carreras como artes, sociales, economía, matemáticas, música, etc. Muchos estudiantes quisieran colocarla como una asignatura optativa; sumando a esta percepción, su estudio implica construir un conocimiento ordenado cuyos modelos y teorías se construyen unos sobre otros, es por ello que, si el alumno no logra construir los conocimientos básicos de la disciplina, como el elementos y compuestos químicos y mezclas los temas siguientes serán de difícil comprensión, autores como Kind (2004) mencionan las dificultades que presentan los alumnos para diferenciar estos conceptos.

Se espera que todo estudiante que concluya la educación media superior sea capaz de reconocer a las sustancias en elementos y compuestos químicos así, como su representación simbólica que le permitirá explicar ciertos fenómenos. El presente trabajo fortalece en el alumno de EMS el uso de estos dos conceptos de difícil comprensión para las y los alumnos de este nivel educativo.

1.1 Antecedentes del problema

A casi diecisiete años de evaluaciones nacionales como las realizadas por el Plan Nacional para la Evaluación de los Aprendizajes (PLANEA) y los Exámenes de Calidad y el logro educativo (EXCALE), y, por otro lado, la prueba del Programa Internacional de Evaluación de los Alumnos (PISA), han mostrado cierto grado de estancamiento en el logro educativo de los estudiantes que concluyen la educación básica. Para el caso de educación en ciencias, los resultados de PISA 2012, muestran que casi la mitad de la población de quince años mexicana que concluyen este nivel educativo carece de los aprendizajes claves y competencias para desempeñarse en la sociedad contemporánea y poder aspirar a estudios superiores. Los resultados específicos en el área de ciencias muestran que el 47% las alumnas y de los alumnos carecen de los conocimientos científicos adecuados que les permitirían dar explicaciones en contextos familiares o para llegar a conclusiones basadas en investigaciones simples.

El Sistema Educativo Nacional (SEN) ante esta situación incorpora diversas reformas a la educación desde el 2011, con el propósito de mejorar los aprendizajes, y es en 2017 introduce el Nuevo Modelo Educativo para la Educación Media Superior (EMS), donde se expresa la necesidad de incorporar en las prácticas de enseñanza las necesidades biológicas, sociales, culturales y cognitivas de los estudiantes considerando temas transversales sobre Medio Ambiente, Vida y Salud, Fuentes de Energía y Diseño de Materiales.

Frente a este panorama, diversos investigadores educativos como Díaz (2006), Frade (2012), Furman (2016) se han dado a la tarea de proponer estrategias de enseñanza y aprendizaje que parten de la premisa, que se aprende algo cuando los individuos afrontan situaciones de la vida real. Este principio lo retoma la metodología del Aprendizaje Basado en Problemas, mejor conocido como ABP, el cual considera una situación de la realidad, la cual contextualizará los contenidos para que los educandos adquieran un significado concreto y útil.

1.2 Antecedentes contextuales

Una de las propuestas para darle significado y utilidad al conocimiento surge en la década de 1960 en la Facultad de Medicina de la Universidad canadiense de McMaster, donde autoridades educativas identificaron que estudiantes con buenos conocimientos en diversas asignaturas médicas no eran capaces de aplicarlos cuando se enfrentaban a un problema real o simulado (Vizcarro, 2006). De esta situación surge la propuesta educativa conocida como: Aprendizaje Basado en Problemas (ABP), cuya metodología pretende que el alumno aprenda a desenvolverse como un profesional capaz de identificar y resolver problemas que le permitan comprender el impacto de su propia actuación profesional y las responsabilidades éticas que implica; y en relación con todo ello, ha de ser capaz de movilizar sus conocimientos.

Proyectar la metodología del ABP en el aula a otros niveles educativos como educación básica y media superior con el propósito de fomentar el desarrollo integral de conocimientos, habilidades y actitudes, se vuelve un reto para el docente y para el alumno, donde se devuelve la responsabilidad de su aprendizaje al alumno.

Hace 22 años, la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM) se interesó por introducir la metodología del ABP en licenciatura siendo en la Facultad de Psicología la pionera en introducir la metodología como alternativa al modelo tradicional. Se empieza con el estudio de las bases teóricas que fundamentan la metodología y desarrollan algunas consideraciones para instrumentarla en el área de psicología educativa. Otros estudios se inclinaron en identificar las habilidades docentes que tendrían que desarrollarse para implementar este tipo de estrategias en el aula y valorar las opiniones de los alumnos al emplear esta metodología.

Desde la primera tesis en 1997 hasta el 2018 se tienen registradas en tesis UNAM 51 trabajos de licenciatura y maestría que utilizan la metodología de ABP con el propósito de favorecer la construcción de aprendizajes en diferentes disciplinas como: psicología, medicina, biología, odontología, química, filosofía, geografía y ciencias sociales. En los registros, se contabilizan mayor número de trabajos en biología, medicina y psicología y en menor medida en química y geografía.

Otras áreas del conocimiento como filosofía y ciencias sociales usan el ABP como estrategia para abordar temas éticos, de literatura y la formación de la cultura política. Estos registros son un indicador del interés de los docentes en aprender y emplear estrategias que fomenten en los estudiantes el desarrollo de habilidades y construcción de conocimientos en el nivel superior y medio superior.

1.3 Pregunta de investigación

Hemos visto hasta el momento que uno de los retos en la práctica docente es introducir metodologías de enseñanza y aprendizaje que fomenten el desarrollo de habilidades y conocimientos en los estudiantes para una mejor comprensión de los fenómenos naturales. Bajo este principio, este trabajo pretende emplear la metodología del ABP que fomente en los estudiantes de EMS habilidades asociadas a la ciencia como identificar un problema; formular preguntas; elaborar explicaciones; buscar, seleccionar y organizar información.

De esta manera nos planteamos nuestra pregunta de investigación:

¿El ABP fomenta en el alumno de educación media superior, el desarrollo de habilidades de pensamiento científico?

1.4 Justificación

Diseñar un caso de ABP y su aplicación en la enseñanza del tema de sustancias químicas, pretende como primera instancia que el alumno se haga partícipe de su aprendizaje a partir de una situación cercana a su contexto, que le permita establecer una vinculación entre el conocimiento de la química con el medio natural y social que le rodea.

Al aplicar un caso de ABP en la enseñanza de un tema de química se pretende que el alumno formule preguntas a partir de sus conocimientos previos, detecte problemas y elabore explicaciones para su resolución con base en la información seleccionada, al usar conceptos como: mezcla, elementos y compuestos químicos y el uso de fórmulas químicas en sus explicaciones. Con esta metodología invertimos el orden tradicional, en vez de iniciar con los conceptos y definiciones y la

explicación del docente, partimos de la comprensión e interpretación que dan los estudiantes a la situación problema.

1.5 Objetivos de Investigación

1.5.1 Objetivo general

- Evaluar el desarrollo de habilidades de pensamiento científico al aplicar el ABP como estrategia de enseñanza en el tema de sustancias químicas.

1.5.2 Objetivos específicos

- Diseñar, validar y aplicar el caso de ABP “Dulce Metálico”
- Aplicar la estrategia del ABP en un grupo de la Escuela Nacional Preparatoria y en otro del Colegio de Bachilleres.
- Clasificar el nivel cognitivo de las preguntas planteadas por los estudiantes durante el proceso de ABP con el tema de compuestos y elementos químicos.
- Evaluar en los estudiantes el desarrollo del proceso del ABP

Fundamentación Teórica

2.1 El Aprendizaje Basado en Problemas (ABP)

Torp y Sage (1999, p.37) definieron al Aprendizaje Basado en Problemas (ABP) como una experiencia pedagógica organizada para investigar y resolver problemas que se presentan en contextos de la vida real. También el ABP orienta el curriculum y es una estrategia de enseñanza, que favorece la actividad de las personas que aprenden en interacción con otras personas, en el marco de las prácticas sociales que promueve una comunidad determinada (Díaz, 2010, p. 153).

El ABP tiene tres características centrales:

1. Organiza la propuesta de enseñanza y aprendizaje alrededor de problemas holísticos y relevantes.
2. Implica que los alumnos sean los protagonistas de las situaciones problemáticas planteadas, puesto que, son los que participan en la identificación, análisis y solución del problema. Por medio del planteamiento de interrogantes y la búsqueda de información que responda a sus preguntas; es así como los alumnos se comprometen de la situación y participan en la solución dando lugar al aprendizaje.
3. Constituye un entorno pedagógico en el que los estudiantes realizan una fuerte cantidad de actividad cognitiva (fomento de habilidades cognitivas complejas, de solución de problemas y toma de decisiones) y colaborativa, en dónde los docentes guían y conducen el proceso de exploración e indagación (Torp y Sage, (1999) citado por Díaz, 2010, p.153).

De acuerdo con Restrepo (2005, p.12) “Los problemas son un elemento crucial en el ABP, por ejemplo: comprender un fenómeno es un problema; resolver una incógnita o una situación, para las cuales no se conocen caminos directos e inmediatos, es un problema; hacerse una pregunta o plantearse un propósito sobre posibles relaciones entre variables es un problema; no comprender en su complejidad un fenómeno natural o social es un problema”. Para este mismo autor, el problema se presenta a los estudiantes como narrativa en lenguaje sencillo o cotidiano, el cual no se sugiere preguntas, la misma narración aporta detalles o información pertinente para que los estudiantes exploren el problema mediante un proceso de reflexión y toma de decisiones sobre los pasos a seguir en la solución a través del planteamiento de objetivos.

2.2 Base teórica del Aprendizaje Basado en Problemas

Al ser el ABP una estrategia de enseñanza situada, el paradigma educativo que lo soporta es la cognición situada que se basa en la teoría y la actividad sociocultural de Lev Vygotsky (Daniel, 2003, citado por Díaz, 2006, p.12). En este paradigma el aprendizaje escolar es un proceso de enculturación en el cual los estudiantes se integran a una comunidad o cultura de prácticas sociales. En esta misma dirección, se comparte la idea de que aprender y hacer son cosas inseparables. Es por ello por lo que el ABP fomenta el aprendizaje a partir de la experiencia práctica y reflexión, da la oportunidad de vincular el aprendizaje escolar con la vida real, promueve el desarrollo de habilidades de pensamiento, así como la toma de decisiones y la posibilidad de integrar el conocimiento procedente de distintas disciplinas.

2.3 Concepción de Aprendizaje

En el paradigma sociocultural de Vygotsky aprender es cuando somos capaces de elaborar una representación acerca de un objeto de la realidad que pretendemos asimilar. Sé asimila al tomar posesión del objeto y lo podemos asociar a nuestros saberes previos. Al ocurrir este proceso, sé dice que el alumno aprendió, construyó un sentido propio, para un objeto de conocimiento ya existente. Así, el saber se desarrolla mediante la integración, modificación, establecimiento de relaciones y coordinación entre esquemas de conocimiento ya existentes en uno, a través de nuevos vínculos y relaciones que se dan en cada nuevo aprendizaje realizado (Antunes, 2003, p. 18-19).

Para Antunes (2003) en el proceso de aprendizaje los estudiantes aprenden con ayuda de su profesor y de sus compañeros, de esta manera, Vygotsky sostuvo que el aprendizaje humano es un proceso en esencia interactivo; presupone una naturaleza social específica y un proceso en el cual los niños acceden a la vida intelectual de aquellos que los rodean. De esta aseveración se rescatan dos características esenciales del aprendizaje (Hernández, 2011, p.236, refiere a Pozo (1989) y Palacios (1987)).

- El papel de las interacciones sociales en el aprendizaje con otros y
- El aprendizaje permite el acceso a la cultura en que se vive.

De esta manera podemos mencionar que el aprendizaje es un proceso de las situaciones de participación guiada en prácticas y contextos socioculturales determinados. Destacando que Vygotsky enfatiza la importancia del aprendizaje en el desarrollo, el cual actúa como catalizador en los procesos evolutivos. Es entonces que el aprendizaje antecede al desarrollo y es así como un buen aprendizaje contribuye de un modo determinante para potenciar el desarrollo (Rogoff, 1993, citado por Hernández, 2011, p. 238).

Como bien menciona Hernández (2011), en este paradigma se pone énfasis en lo externo y se señala que el desarrollo ocurre siguiendo una trayectoria esencial de afuera hacia dentro, donde el aprendizaje actúa como elemento potenciador de los procesos del desarrollo que están en vías de evolución, pero que aún no han terminado de madurar y que se manifiestan a través de la actividad que se realiza con otro. Poco a poco, estas actividades serán internalizadas gracias a la intervención de los demás, y formarán parte del desarrollo real del niño y se manifestarán sin problemas cuando él actúe independiente así, que el aprendizaje muestra lo que un niño es capaz de hacer hoy y lo que será capaz de hacer mañana.

2.4 Concepción del alumno

A partir de este paradigma sociocultural, las alumnas y los alumnos debe ser entendidos como un ser social, productos y protagonistas de múltiples interacciones sociales en que se involucran a lo largo de su vida escolar y extraescolar. Por consiguiente, el papel de la interacción social con los otros (especialmente de los que saben más: expertos, maestros, padres, niños mayores, iguales, etc.) tiene importancia fundamental para el desarrollo psicológico del niña-alumna, -niño-alumno (cognitivo y afectivo) (Hernández, 2011, p.232).

En este enfoque se considera de muy alto valor las interacciones que las niñas y los niños o alumnas y alumnos tengan con sus iguales o pares. Los estudios sobre estas interacciones nos hacen ver que la actividad colaborativa entre los participantes ha resultado fructífera en la solución de tareas de diferente índole y que las niñas y los niños menos capacitados producen avances cognitivos significativos. No obstante, para que las alumnas y los alumnos se involucre en su aprendizaje intervienen otros factores como la dificultad de las tareas, la motivación y el

compromiso asumido. Entonces para fomentar contextos de interacción entre iguales es necesario tener presente que:

- Las actividades realizadas por los participantes terminan siendo una actividad conjunta, enriquecida por las aportaciones de cada uno de los miembros involucrados.
- En las interacciones ocurridas se recrean zonas de construcción relacionadas con la comprensión y solución de las tareas.
- Al ser el lenguaje un instrumento mediador y posibilitador de las interacciones, los miembros prestan, solicitan y reciben ayuda, mejoran y reconstruyen la representación cada vez más diferenciada de la tarea.

2.5 Concepción de la enseñanza

Continuando con base en Vygotsky, el ser humano se desarrolla en la medida en que se apropia de una serie de instrumentos (físicos y psicológicos) de índole sociocultural y cuando participa en dichas actividades prácticas y relaciones sociales con otros que saben más que él. En el proceso educativo, los enseñantes y aprendices negocian, discuten, comparten y contribuyen a reconstruir códigos y contenidos curriculares no solo de orden conceptual, sino también habilidades, valores, actitudes y normas. Es por medio de la institución conocida como escuela donde se transmiten y recrean los saberes acumulados y organizados y legitimados por la cultura. Es este espacio más propicio para entretener los procesos de desarrollo cultural y social con los de desarrollo personal. Gracias a la enseñanza ocurrida en la escuela, el estudiante desarrolla las formas maduras de las funciones psicológicas superiores, debido a que en las prácticas educativas se crea el contexto necesario y propicio para que se dé la reestructuración de las funciones psicológicas superiores rudimentarias hacia modos más avanzados que se caracterizan por un

control consiente y voluntario. Así mismo, la participación de los aprendices en tales prácticas les permitirá el acceso a ciertos instrumentos de mediación cultural como la escritura (Baquero, 1996, citado por Hernández, 2011, p.230). Finalmente, Hernández (2011) considera que la participación del niño en el contexto escolar producirá la transición de los conceptos espontáneos hacia los conceptos científicos. Los primeros están elaborados sobre aspectos perceptivos y se desarrollan de manera natural como consecuencia de las experiencias cotidianas que tienen los niños. Los conceptos científicos no se desarrollan instintivamente, se aprenden a partir de experiencias y demandas de reflexión que sólo ocurren en espacios escolares.

2.6 Estrategia de Enseñanza

Uno de los conceptos más relevantes del paradigma sociocultural es la Zona de Desarrollo Próximo (ZDP), el cual Vygotsky lo definió como la distancia entre el nivel real de desarrollo, determinada por la capacidad de resolver independientemente un problema, y el nivel de desarrollo potencial, determinado a través de la resolución de un problema bajo la guía de un adulto o en colaboración con otro compañero más capaz. La estrategia de enseñanza que propone el paradigma se fundamenta en la creación de la ZDP con las alumnas y los alumnos y es el profesor el agente que se encarga de mediar la situación entre los estudiantes y los contenidos socioculturales que forman el currículo escolar. Es él quien traslada a los educandos de los niveles inferiores de la zona de desarrollo a los superiores, presentando el grado necesario de asistencia y guiándolo por medio de la evaluación formativa, para valorar los desempeños alcanzados por los alumnos. Las alumnas y los alumnos al inicio no eran capaz de realizar por sí solos y en cambio si podía realizarlo con la ayuda del maestro (actividad autorregulada) posteriormente llega a ser capaz de desarrollarlo o entenderlo por sí mismos. Para lograr lo anterior Onrubia (1993, citado por Hernández, 2011, p.241)

menciona algunos criterios a considerar en la construcción de la ZDP. Insertar las actividades que realizan las alumnas y los alumnos en un contexto y en un objetivo más amplio en los que estas tomen sentido. El docente procura definir a los estudiantes el contexto global, así como indicar el propósito y la dirección que tomará la situación educativa.

- Fomentar la participación y el involucramiento de los estudiantes en las diversas actividades y tareas.
- Realizar ajustes continuos en la asistencia didáctica, en el desarrollo de las actividades o aún en la programación. Hay que partir de la observación del nivel de actuación que vayan demostrando las alumnas y los alumnos en el manejo de la tarea o contenidos que van a aprender.
- Establecer constantemente relaciones explícitas entre lo que los escolares ya saben (sus conocimientos previos) y los nuevos contenidos de aprendizaje. El uso de conocimientos previos es esencial para construir en contexto y el marco de referencia común sobre el cual se pueden ir estableciendo los nuevos significados. Los conocimientos previos que el profesor reconoce pueden ser utilizados para promover la continuidad del contexto construido y dar pie a que sigan negociando y compartiendo nuevos significados en el progreso educativo.
- Vygotsky deja abierta la posibilidad de que sean también los pares quienes puedan participar para promover zonas de construcción (combinación de aprendizaje guiado y cooperativo). En la enseñanza recíproca se forman grupos pequeños de alumnos con el fin de que haya diferentes competencias académicas o cognitivas entre ellos. Junto con ellos participa el maestro en el dominio que va a ser enseñado.

Es así, que los criterios que postula el paradigma sociocultural se acoplan con los propósitos pedagógicos de la estrategia de enseñanza por ABP, como mejorar las habilidades de los alumnos y cobran relevancia al permitirles utilizar la realimentación interna y controlar la variedad y calidad de los comportamientos, sentimientos y pensamientos que exhiben. Así que, los miembros que trabajan el enfoque por ABP experimentan y desarrollan habilidades entre las que se encuentran (Torp y Sage, (1999), citados por Díaz, 2010, p.154): Abstracción: implica la representación y manejo de ideas y estructura de conocimiento con mayor facilidad y deliberación.

- Adquisición y manejo de información: conseguir, filtrar, organizar y analizar la información proveniente de diferentes fuentes.
- Comprensión de sistemas complejos: capacidad de ver la interrelación de las cosas y el efecto que producen las partes en el todo y el todo en las partes, en relación con sistemas naturales, sociales, organizativos, tecnológicos, etc.
- Experimentación: disposición inquisitiva que conduce a plantear hipótesis a someterlas a prueba y a valorar los datos resultantes.
- Trabajo colaborativo: flexibilidad, apertura e interdependencia positiva orientadas a la construcción conjunta de conocimiento.

Si bien no hay una metodología o formato único en la conducción del ABP, si existen ciertas etapas compartidas por diferentes autores, la cual la presentamos en la Tabla 1, propuesta por Vizarro y Juárez (2006) y Restrepo (2005), en ella podemos ver una serie de actividades que va desde la lectura del caso hasta la presentación de la posible solución. En cada etapa los estudiantes reciben orientación del docente, quien identifica los conocimientos declarativos, procedimentales y actitudinales, que se pretenden fomentar en los estudiantes.

Tabla 1. Etapas del ABP y acciones de alumnos y docente.

| | Etapa o pasos | Alumno | Docente |
|-------------------------|---|--|---|
| DETERMINAR LO QUE SABEN | 1. IDENTIFICAR PISTAS | Los estudiantes leen el problema e identifican hechos relevantes o pistas para la solución del problema. Relacionan su conocimiento con la información del texto | Entrega la situación problema a cada equipo de trabajo y se hace la lectura grupal. Se identifican palabras o términos desconocidos por los estudiantes. Solicita a los estudiantes que marquen los datos u hechos relevantes de la situación. Revisa los datos identificados y el logro de identificación del problema. Evalúa las pistas identificadas. |
| | 2. FORMULAR PREGUNTAS | Los equipos de estudiantes plantean preguntas que puedan contribuir a solucionar el problema, como: ¿Por qué sucede? ¿Qué sé sobre la situación? | El docente solicita a los estudiantes que formulen preguntas que permitan solucionar la situación, a partir de la información seleccionada y lo que se tendría que saber. Evalúa las preguntas con base en el contenido y la demanda de la pregunta |
| | 3. ELABORAR EXPLICACIONES CON BASE EN SUS CONOCIMIENTOS PREVIOS | Elaboran explicaciones a sus preguntas empleando sus conocimientos previos y escuchan otras explicaciones. Se someten a discusión las explicaciones generadas. | Identifica los conocimientos previos de los alumnos sobre la situación problema, uso de lenguaje químico y de conceptos de la asignatura. |
| | 4. ESTABLECER OBJETIVOS DE APRENDIZAJE | Fase en la cual se determina que conceptos y conocimientos es preciso consultar y profundizar para solucionar el problema. | Establecer el foco alrededor del cual se reunirá la información necesaria para solucionar el problema. Prepara a los estudiantes para que averigüen lo que desconocen, les hace ver como a partir de sus conocimientos previos pueden iniciar el proceso investigativo. |
| | 5. BUSCAR INFORMACIÓN | Autoestudio, en esta etapa los estudiantes consultan en fuentes bibliográficas, en internet, o biblioteca, información para sustentar su hipótesis. Los estudiantes documentan información de sus hallazgos en un esquema. | Objetivo Apoyar a los estudiantes para que reúnan información a darle sentido a la información que presentan y para que comprendan de qué modo la nueva información contribuye a la comprensión del problema y sepan evaluarla. |
| | 6. ANALIZAR Y SINTETIZAR INFORMACIÓN | La información aportada por los distintos miembros del grupo se discute, se contrasta y, finalmente, se extraen las conclusiones pertinentes para el problema. | |
| | 7. COMUNICAR LOS RESULTADOS | discusión final, aceptar o rechazar las hipótesis o las explicaciones tentativas. | Apoyar a los estudiantes para que puedan enunciar y demostrar lo que saben, cómo lo saben y porque y para quienes ese saber es importante. |

Fuente: Restrepo, B. (2005) y; Vizarro y Juárez (2006)

2.7 Habilidades de pensamiento científico

Según la Real Academia Española, una habilidad es la capacidad de alguien para desempeñar de manera correcta y con facilidad una tarea o actividad determinada. Márquez (1993), citado por Tejeda (2011) refiere que las habilidades son formaciones psicológicas mediante las cuales el sujeto manifiesta en forma concreta la dinámica de la actividad, con el objetivo de elaborar, transformar, crear objetos, resolver situaciones o actuar sobre sí mismo. Desde el ámbito escolar, las habilidades son acciones que el estudiante realiza al interactuar con su objeto de estudio con el fin de transformarlo. Estas acciones están dominadas por el sujeto o por el alumno (Álvarez, 1992 citado por Tejeda, 2011).

De acuerdo con López (1990), citada por Rivera y Ruiz (2006) las habilidades se adquieren a través de un proceso gradual que transita en dos etapas: formación y desarrollo. En la primera, la habilidad se forma a partir de los modos de actuar consientes, los cuales se regulan y orientan por el docente o por la persona con más experiencia, quien guiará la dificultad y la sucesión de operaciones o acciones a realizar para formar la habilidad. Una vez que se asimilan los modos de acción por los estudiantes o por quien aprende, la habilidad se desarrolla. En esta etapa se ejercita o se usa la habilidad y es el docente quien decide la frecuencia y la cantidad de operaciones o acciones que se tienen que realizar, de modo que vaya haciéndose cada vez más fácil de reproducir o usar, y se eliminen los errores.

Para que la acción se transforme en habilidad, es necesario ser ejecutada en diversas tareas, con distintos conocimientos y en diferentes condiciones. Esta flexibilidad debe ir acompañada de un aumento progresivo en la complejidad de las tareas, en una asignatura, disciplina o año académico.

Machado y Montes (2009), reconocen que una habilidad puede ser asumida como el dominio de una acción, por tanto, está, desde el punto de vista estructural, constituida por las operaciones que la conforman. Una acción se convierte en habilidad cuando esta es sometida a frecuencia, periodicidad, flexibilidad y complejidad.

En el aprendizaje de las ciencias se utiliza el razonamiento como base de su construcción, es decir que no puede haber ciencia sin este último, de ahí que la habilidad fundamental para generar pensamiento científico es aprender a razonar, a pensar el mundo que nos rodea, de este modo se encuentran datos, hechos, causas, consecuencias y razones que lo explican.

En la formación de un pensamiento científico, es necesario desarrollar las habilidades propias del quehacer científico como la observación de hechos, eventos o fenómenos, predecir, buscar la explicación por la evidencia, medir los eventos y fenómenos, registrar la información y evidencia, argumentar, contrastar y verificar, establecer criterios de juicio y comunicar hallazgos (Frade, 2014, p.331-332).

Además, para Sanmatí y Márquez (2012) las habilidades del pensamiento científico están relacionadas con la capacidad de saber hacer preguntas y buscar la manera de responderlas, así como el desarrollo de hábitos de pensamiento más riguroso y organizados.

2.8 Habilidades asociadas a la ciencia en la Educación Media Superior

Para todo estudiante que se encuentra en el nivel medio superior, se espera que durante esta etapa se desarrollen habilidades de pensamiento científico, construcción de conocimientos y fomento de valores y actitudes relacionados con la ciencia. En este sentido, el logro de dichos aprendizajes permitirá a los estudiantes adquirir de manera paulatina niveles cada vez más altos de desempeño, los cuales incluyen habilidades de pensamiento y resolución de problemas prácticos,

teóricos, científicos y filosóficos (SEP, 2017). El programa de estudios indica las siguientes habilidades a ejercitar relacionadas con la competencia científica:

- **Diseña investigaciones** científicas en las que considera el contexto social.
- **Aplica habilidades** necesarias para la investigación científica: plantea preguntas, identifica temas o problemas, recolecta datos mediante la observación o experimentación, elabora, comprueba o refuta hipótesis, analiza y comunica los resultados y desarrolla explicaciones.
- **Planea y realiza experimentos** que requieren de análisis, control y cuantificación de variables.
- **Utiliza instrumentos tecnológicos** para ampliar la capacidad de los sentidos y obtener información de los fenómenos naturales con mayor detalle y precisión.
- **Realiza** interpretaciones, deducciones, conclusiones, predicciones y representaciones de fenómenos y procesos naturales, a partir del análisis de datos y evidencias de una investigación científica, y explica cómo llegó a ellas.
- **Desarrolla y aplica modelos** para interpretar, describir, explicar o predecir fenómenos y procesos naturales, como una parte esencial del conocimiento científico.
- **Aplica habilidades** interpersonales necesarias para el trabajo colaborativo, al desarrollar investigaciones científicas.
- **Comunica los resultados** de sus observaciones e investigaciones usando diversos recursos, entre ellos diagramas, tablas de datos, presentaciones, gráficas y otras formas simbólicas, así como las tecnologías de la comunicación y la información (TIC), y proporciona una justificación de su uso.

En el caso de las asignaturas de Química, se espera desarrollar las siguientes competencias disciplinares en los alumnos (SEP, 2017). Una competencia es un desempeño de logro, una capacidad para utilizar todos los recursos con los que cuenta una persona como conocimientos, habilidades, actitudes y valores en diferentes contextos. Es decir, una competencia es una capacidad adaptativa, cognitiva y conductual (Frade, 2012, p.34) y que para el caso de la disciplina química se espera que los alumnos logren:

- Establecer la interrelación entre ciencia, tecnología, sociedad y ambiente en contextos históricos y sociales específicos.
- Fundamentar opiniones sobre los impactos de la ciencia y tecnología en su vida cotidiana, asumiendo consideraciones éticas.
- Identificar problemas, formula preguntas de carácter científico y plantea las hipótesis necesarias para responderlas.
- Obtener, registra y sistematiza la información para responder a preguntas de carácter científico, consultando fuentes relevantes y realizando experimentos pertinentes.
- Contrastar los resultados obtenidos en una investigación o experimento con hipótesis previas y comunica sus conclusiones.
- Diseñar modelos o prototipos para resolver problemas, satisfacer necesidades o demostrar principios científicos.
- Relacionar las expresiones simbólicas de un fenómeno de la naturaleza y los rasgos observables a simple vista o mediante instrumentos o modelos científicos.
- Analizar las leyes generales que rigen el funcionamiento del medio físico y valora las acciones humanas de impacto ambiental.

- Aplicar normas de seguridad en el manejo de sustancias, instrumentos y equipo en la realización de actividades de su vida cotidiana.
- Valorar las preconcepciones personales o comunes sobre diversos fenómenos naturales a partir de evidencia científica.
- Hacer explícitas las nociones científicas que sustentan los procesos para la solución de problemas cotidianos.

Las habilidades de pensamiento científico a desarrollar en los alumnos de EMS pueden fomentarse con el uso del ABP como estrategia de enseñanza. Como hemos visto, esta metodología en cada una de sus etapas induce el desarrollo de las habilidades asociadas a la ciencia, así como las habilidades que se espera que los alumnos desarrollen en su primer curso de química (Programa de Estudio, 2017), tales como:

- Plantear preguntas de carácter científico
- Identificar problemas
- Plantear hipótesis necesarias para responderlas
- Obtener, registrar y sistematizar la información para responder a sus preguntas consultando fuentes relevantes.
- Contrastar los resultados obtenidos de su investigación con hipótesis previas.
- Realizar conclusiones de procesos naturales a partir del análisis de datos y evidencias de una investigación.
- Comunicar los resultados de sus observaciones o investigaciones utilizando diferentes recursos entre ellos diagramas, tabla de datos, presentaciones, gráficas y otras formas simbólicas, así como las tecnologías de la comunicación.

- Valorar las preconcepciones personales o comunes sobre diversos fenómenos naturales a partir de evidencias científicas.
- Aplicar habilidades interpersonales para el trabajo colaborativo al desarrollar la investigación.

2.8.1 Habilidad para identificar datos relevantes en un texto

El primer paso en la metodología del ABP es la lectura del problema. El Instituto Nacional para la Evaluación de la Educación (INEE, 2012) menciona que los estudiantes a partir de un primer encuentro con un texto establecen una relación entre las ideas que tienen ellos y las ideas del texto, con vistas a construir un significado de lo que se está leyendo que tiene como propósito encontrar información y reflexionar sobre esta. El Programa Internacional para la Evaluación de Estudiantes (PISA), menciona que, durante la lectura de un texto, se realizan procesos cognitivos, que determinan cómo los lectores se relacionan con el texto, así que tenemos que los estudiantes:

Acceden y recupera: implica habilidades asociadas a buscar, seleccionar y reunir información. Los lectores ingresan a un espacio textual (por ejemplo, la página de un libro, una tabla o una lista) en donde ubican la información que necesitan. Recorren ese espacio en búsqueda de la información requerida hasta encontrarla, la seleccionan y la obtienen.

Integran e interpretan: requiere que el lector comprenda la relación entre diferentes partes de un texto, así como demostrar y entender su coherencia.

Interpretar hace referencia al proceso de darle sentido a algo que no está referido, para lo cual el lector identifica las suposiciones o implicaciones que subyacen en una parte o en todo el texto.

Reflexionan y evalúan: implica aprovechar el conocimiento, las ideas que están más allá del texto con el propósito de relacionar la información proporcionada en él con los propios marcos de referencia del lector, ya sean conceptuales o basados en su experiencia.

Estos procesos son los que emplea PISA para determinar lo que saben hacer los estudiantes al momento de leer un texto. En este trabajo empleamos los niveles de desempeño de la prueba PISA para valorar lo que los estudiantes de EMS hacen con un texto, el tipo de información que seleccionan, comprensión del texto y relacionar la información del texto con sus conocimientos o su experiencia. Si bien esta no es una habilidad de pensamiento científico, es la interpretación y comprensión del problema lo que guiará el proceso del ABP.

2.8.2 Habilidad para formular preguntas

El segundo paso o etapa de la metodología del ABP consiste en que los estudiantes, en equipo, formulen preguntas a partir de la información del texto. De acuerdo con varios modelos de la ciencia cognitiva, como lo citan Grasser y Person (1994) la generación de preguntas es un componente fundamental en los procesos cognitivos que operan a niveles conceptuales profundos como la comprensión de un texto, la resolución de problemas y la creatividad. Aprender a proponer preguntas es un aprendizaje complejo que no es espontáneo, que requiere de un trabajo orientado para este fin. Es así que Gastón Bachelard, citado por Chamizo (2017), dice que el origen del conocimiento está en la pregunta. “Para un espíritu científico todo conocimiento es una respuesta a una pregunta. Si no hubo pregunta, no puede haber conocimiento científico”.

Regresando con Grasser y Person (1994), nos formulan: ¿qué es preguntar? puesto que la respuesta no puede definirse de acuerdo con una sintáctica o semántica, solo con criterios, estos

autores deducen que la pregunta es un acto de habla, acto que es una consulta, una expresión interrogativa, es un enunciado que sería seguido por un signo de interrogación impresa. Así, que la pregunta consulta o indaga sobre algo incierto, como refiere Montenegro (2002), pero al mismo tiempo presupone un nivel de conocimiento de aquello que se desconoce, de no ser así, ni siquiera podría formularse. Es el punto de partida para ingresar al mundo de lo desconocido, para encontrar la información que se requiere.

Las preguntas de los alumnos

Para Woodward (1992), citado por Roca, Márquez y Sanmartí (2013), las preguntas de las alumnas y los alumnos pueden ser una oportunidad que permite detectar su pensamiento y su capacidad de comprensión conceptual, en cuando las condiciones de la clase son apropiadas, los alumnos pueden plantear una amplia gama de preguntas, desde las que muestra una simple curiosidad, hasta aquellas que revelan un profundo pensamiento complejo.

En primer lugar, las preguntas de los estudiantes indican que han estado pensando en las ideas y han estado tratando de vincularlas con otros hechos que saben, por lo que las preguntas son una brecha o discrepancia en el conocimiento de los estudiantes o el deseo de ampliar su conocimiento en alguna dirección.

Un estudio hecho por Chin y Osborne (2008) mencionan que las preguntas de los estudiantes tienen el potencial de:

- (a) Dirigir su aprendizaje e impulsar la construcción del conocimiento;
- (b) Fomentar la discusión y el debate, para mejorar la calidad del discurso y la conversación en el aula;
- (c) Ayudarles a autoevaluarse y monitorear su comprensión.

De esta forma, las preguntas dirigen el aprendizaje e impulsan la construcción de conocimientos, ya que las preguntas ayudan a los estudiantes a iniciar un proceso de hipótesis, predicción y explicación, lo que lleva a una cascada de actividad cognitiva que les ayuda a construir su conocimiento. Durante este proceso, los estudiantes establecen respuestas a cada pregunta que plantean. Así, el aprendizaje puede ocurrir a través de la formación y reorganización de redes cognitivas o esquemas, los cuales mejoran la comprensión (Osborne y Wittrock, (1983), citados en Chin y Osborne 2008).

Por lo tanto, las preguntas, en particular las que se hacen en respuesta a la curiosidad y el asombro, pueden estimular a los estudiantes a generar explicaciones para los hechos que los desconciertan y a proponer soluciones a los problemas, de esta manera, se involucran activamente las mentes de los estudiantes.

Las preguntas fomentan la discusión y el debate en el aula, de acuerdo con Asoko, Leach, Mortimer, y Scott (1994), referidos por Chin y Osborne (2008), cuando los estudiantes participan en conversaciones y actividades sobre problemas o tareas compartidas, sus preguntas pueden estimular a ellos mismos, a otro miembro del grupo para usar el pensamiento en la búsqueda de una respuesta. Por lo tanto, las preguntas integradas en la conversación de los grupos de compañeros ayudan a las alumnas y los alumnos a edificar conocimiento, generando así una discusión productiva, con puntos de vista de aprendizaje que involucran no solo al individuo, sino también a la construcción social del conocimiento. Las preguntas integradas en el discurso de los grupos de colegas ayudan al andamiaje de ideas, alentando a los estudiantes o sus compañeros a reflexionar sobre sus propias ideas. Facilitan la negociación de significado en la "zona de construcción", y ayudan a los aprendices a construir el conocimiento. (Newman, Griffin, y Cole, (1989), citado en Chin y Osborne, 2008).

Es por ello que estos autores, Chin y Osborne (2008) mencionan que la generación de preguntas es una actividad constructiva y un componente esencial del discurso de los estudiantes. Además, las preguntas pueden provocar discusiones y debates sobre puntos de vista alternativos, estimular a los estudiantes a considerar los pros y los contras de las diferentes perspectivas de un tema. A nivel individual, el hecho de hacerse preguntas es un sello distintivo de un alumno autónomo y reflexivo.

Por lo tanto, como herramienta cognitiva, preguntarse es una parte integral de la autoevaluación y el aprendizaje. Graesser y Person (2008) sugirieron que uno de los mecanismos responsables de la generación de preguntas proviene de la necesidad de corregir los déficits de conocimiento. Esto puede ocurrir cuando los estudiantes detectan inconsistencias que existen entre la información entrante y su conocimiento previo. Una de las acciones regulativas emprendidas para resolver esta anomalía e iniciar la reparación sería hacer preguntas sobre la información.

Las preguntas de los alumnos en la enseñanza de la ciencia

Regresando con el estudio de Chin y Osborne (2008) las preguntas de los estudiantes en la enseñanza de la ciencia tienen el potencial de:

- Ayudar al maestro a diagnosticar la comprensión de los estudiantes y aprovechar su pensamiento, actuando como ayuda en la evaluación formativa para dirigir la enseñanza
- Evaluar el pensamiento de orden superior
- Estimular una mayor investigación sobre el tema en estudio a través de investigaciones abiertas, por medio del aprendizaje basado en problemas y en proyectos
- Proveer una reflexión crítica sobre la práctica en el aula

Para el maestro, las preguntas de los estudiantes son un diagnóstico sobre la comprensión y revelan la calidad del pensamiento y la comprensión o las dificultades conceptuales, marcos alternativos, confusiones sobre conceptos, su razonamiento y sus intereses. El tipo de pregunta y el contenido incrustado en ella, puede indicar la profundidad de pensamiento del interrogador, es así que las preguntas de los estudiantes proporcionan información sobre su conocimiento y comprensión de cómo actúan sus mentes (Hadzigeorgious, 1999; Donaldson, 1978 y Elstgest, 1985, citados por Chin y Osborne (2008)).

Ching y Osborne (2008), citan los estudios de Olsher y Dreyfus (1999), indicando que los estudiantes jóvenes de 12 a 15 años generan conceptos abstractos de manera limitada, en comparación con preguntas relacionadas con aspectos humanos y sociales en relación con temas de ciencia. Estos estudiantes, de acuerdo con los autores, necesitan de un andamiaje intenso, para elaborar preguntas relevantes, así que lo primero que tiene que aprender un alumno de esa edad es a aprender a preguntar, por lo que sugieren que la habilidad de cuestionar requiere cierta conciencia metalingüística, necesaria en los procesos de enseñanza.

Por lo tanto, las preguntas de los estudiantes determinan la profundidad y la amplitud de los conceptos que se deben aprender, los conceptos científicos que se utilizarán y la dificultad cognitiva de las tareas de investigación. De esta manera, el aprendizaje de los estudiantes es impulsado por sus preguntas, las cuales las clasificaron en cuatro categorías (Crawford, Kelly y Brown (2000), citados por Chin y Osborne (2008):

- I. Preguntas de recolección de información que pertenecen a la búsqueda de información objetiva básica
- II. Unir preguntas que intentan encontrar conexiones entre dos o más conceptos

- III. Extensión de las preguntas que llevaron a los estudiantes a explorar más allá del alcance del problema, lo que resulto en creatividad o aplicación del conocimiento recién adquirido
- IV. Preguntas reflexivas de carácter crítico y evaluativo, que en ocasiones derivo de un cambio de mentalidad o toma de decisiones.

2.8.2.3 Tipo de preguntas

Hasta ahora, mencionamos que las preguntas de los estudiantes tienen un lugar importante en la instrucción de ciencias, dependen de la información que esta solicita y del interrogante utilizado. Grasser, (1994) citado por Roca, Márquez y Sanmartí (2012) propone que las preguntas de los estudiantes se analicen a partir de su demanda y del contenido. El contenido se refiere al contenido científico que se quiere estudiar y la demanda es lo que el estudiante tiene interés en conocer, es decir, hacia dónde dirige su atención o sus expectativas. La demanda pueden ser más datos sobre una situación para conocer o delimitar un fenómeno o puede ser la solicitud de explicaciones causales, de comprobación, de predicción, gestión o evaluación, dependiendo del interrogante empleado; en la Tabla 2, presentamos la descripción de cada demanda.

Tabla 2.
Categorías de análisis de la demanda de la pregunta

| Demanda | Pregunta | Definición |
|-----------------------------------|---|--|
| Descripción | ¿Cómo? ¿Dónde? ¿Quién? ¿Cuántos? ¿Qué pasa? ¿Cómo pasa? | Preguntas que piden información sobre una entidad, fenómeno, o proceso. Piden datos que permiten la descripción o acotamiento del hecho sobre el que se centra la atención. |
| Explicación causal | ¿Por qué? ¿Cuál es la causa? ¿Cómo es que? | Preguntas que piden el porqué de una característica, diferencia, paradoja, proceso, cambio o fenómeno |
| Comprobación | ¿Cómo se puede saber? ¿Cómo lo saben? ¿Cómo se hace? | Preguntas que hacen referencia a cómo se sabe o cómo se ha llegado a conocer o a hacer una determinada afirmación. ¿a través de que método? ¿Qué evidencia hay? |
| Generalización, definición | ¿Qué es? ¿Pertenece a tal grupo? ¿Qué diferencia hay? | Preguntas que piden que es o las características comunes que identifican una categoría o clase. También pueden pedir la identificación o pertinencia de una entidad, fenómeno o proceso a un determinado modelo o clase. |
| Predicción | ¿Qué consecuencias? ¿Qué puede pasar? ¿Podría ser? ¿Qué pasará si ...? | Preguntas sobre el futuro, la continuidad o la posibilidad de un proceso o hecho |
| Gestión | ¿Qué se puede hacer? ¿Cómo se puede? | Preguntas que hacen referencia a qué se puede hacer para propiciar un cambio, para resolver un problema, para evitar una situación. |
| Evaluación, opinión | ¿Qué piensas, opinas? ¿Qué es para ti más importante? | Preguntas que piden la opinión o la valoración personal. |

Fuente: Roca. M, Márquez. C, y Sanmartí. N (2012)

Para Harlen (2004), citada en García y Furman (2014), todas las preguntas son válidas, pero las de mayor interés en el proceso de enseñanza-aprendizaje son aquellas que se pueden responder por medio de una investigación, y son aquellas preguntas que inician con ¿qué pasaría?, ¿cómo lo saben?, ¿cómo se puede saber?, ¿cómo se hace?, estas preguntas son abiertas, esto es, la respuesta involucra consultar varias fuentes o invitan a realizar una observación o medición. En la Tabla 3, presentamos las categorías propuestas por Harlen (2004).

Tabla 3

Tipo de preguntas

| Categoría | Definición de la categoría | Preguntas | Ejemplo |
|--|---|---|--|
| Preguntas orientadas a obtener un dato o un concepto. | Preguntas que piden información sobre un fenómeno, proceso o concepto concreto | ¿Cómo? ¿Dónde? ¿Quién? ¿Cuántos? ¿Qué es? ¿Cómo pasa? | ¿Qué es una célula? |
| Preguntas que indagan por causas explicativas | Preguntas que cuestionan acerca del porqué de un hecho o un fenómeno. | ¿Por qué? ¿Cuál es la causa? ¿Cómo es que? | ¿Por qué las células son de diferente forma? ¿Por qué las mitocondrias necesitan azúcar para generar energía? |
| Preguntas investigables | Preguntas que invitan a realizar una observación, una medición o una investigación. | ¿Cómo se puede saber? ¿Cómo lo saben? ¿Cómo se hace? ¿Qué pasaría? | ¿Qué le pasa a una planta si la coloco en un suelo contaminado? |

Fuente: Furman, M y García, S. (2014).

En esta investigación tomaremos como referencia las tres categorías propuestas por Harlen (2004), citada por Furman y García (2014), para el análisis de las preguntas formuladas por los estudiantes con el fin de conocer el nivel o demanda y los contenidos de las preguntas.

2.8.2.4 Problemas cuando no hay preguntas

Las estrategias que motiven a los alumnos a plantearse preguntas son escasas, lo que ha derivado en la formulación de preguntas superficiales y de respuesta corta; raras veces son preguntas que involucran inferencias, razonamientos de varios pasos, la aplicación de una nueva idea, la síntesis de una nueva idea a partir de múltiples fuentes de información. Graesser y Person (1994) lo atribuyen en tres niveles de barreras diferentes.

1. Los estudiantes tienen dificultades para detectar información contradictoria, para identificar datos faltantes que son necesarios para una solución y para discriminar la información innecesaria.

2. La segunda barrera para hacer preguntas implica la edición social. El estudiante revela ignorancia y pierde estatus cuando se hace una mala pregunta. Hay barreras sociales incluso cuando se hace una buena pregunta, como interrumpir al profesor y cambiar el tema de conversación.
3. La tercera barrera reside en un déficit en la adquisición de buenas habilidades para hacer preguntas. La mayoría de los maestros no son modelos a seguir para hacer buenas preguntas. Un pequeño porcentaje de preguntas del profesor (4%) son de alto nivel; la mayoría de sus preguntas son de respuesta corta.

2.8.3 Habilidad para elaborar explicaciones

En el ABP la siguiente etapa es elaborar una respuesta o explicación a las preguntas. Gómez (2006) refiere a Norris y Kitcher, (2005) que definen una explicación como un acto que intenta hacer algo claro, entendible o inteligible cuya finalidad es aumentar la comprensión de un fenómeno estudiado y permite unificar y organizar el conocimiento, para este autor las explicaciones científicas pueden ser:

- a) Deductivas, en las que nos preguntamos ¿por qué sucede un fenómeno?, se construye la respuesta atendiendo a las leyes generales. Lo que se explica debe deducirse lógicamente de las condiciones antecedentes y apelando a las leyes generales;
- b) Inductivas, donde un evento se explica mostrando que su ocurrencia es probable con base en los hechos conocidos y en las nociones de probabilidad;
- c) Funcionales, que se asocian con estudios biológicos o preocupaciones humanas; en ellas se abordará el propósito o la función de algo.

2.8.3.1 Construir respuestas

Gómez (2006) refiere que, para construir respuestas, primero se realiza una generalización de un fenómeno, es decir detectar un patrón o regularidad, para ello se requiere organizar y recabar datos una vez identificada la generalidad, el siguiente paso consiste en identificar los mecanismos que causan el patrón que se identificó. Construir explicaciones es un proceso lento y en el que confluyen muchos elementos. El propósito de la educación en ciencias es desarrollar la capacidad de construir explicaciones científicas definida como la capacidad de explicar hechos científicos con base en teorías y modelos propuestos por la ciencia, es decir, explicar una situación o fenómeno radica en investigar las leyes y teorías científicas que se relacionan con él y a través de estos deducir sus implicaciones y emitir una declaración. (Hampel, 1965) citado en Gómez (2006)

Explicar científicamente implica habilidades de identificación, descripción, interpretación, y también utilizar teorías científicas asociadas al fenómeno por estudiar. En el siguiente diagrama Gómez (2006) muestra en que consiste una explicación científica.

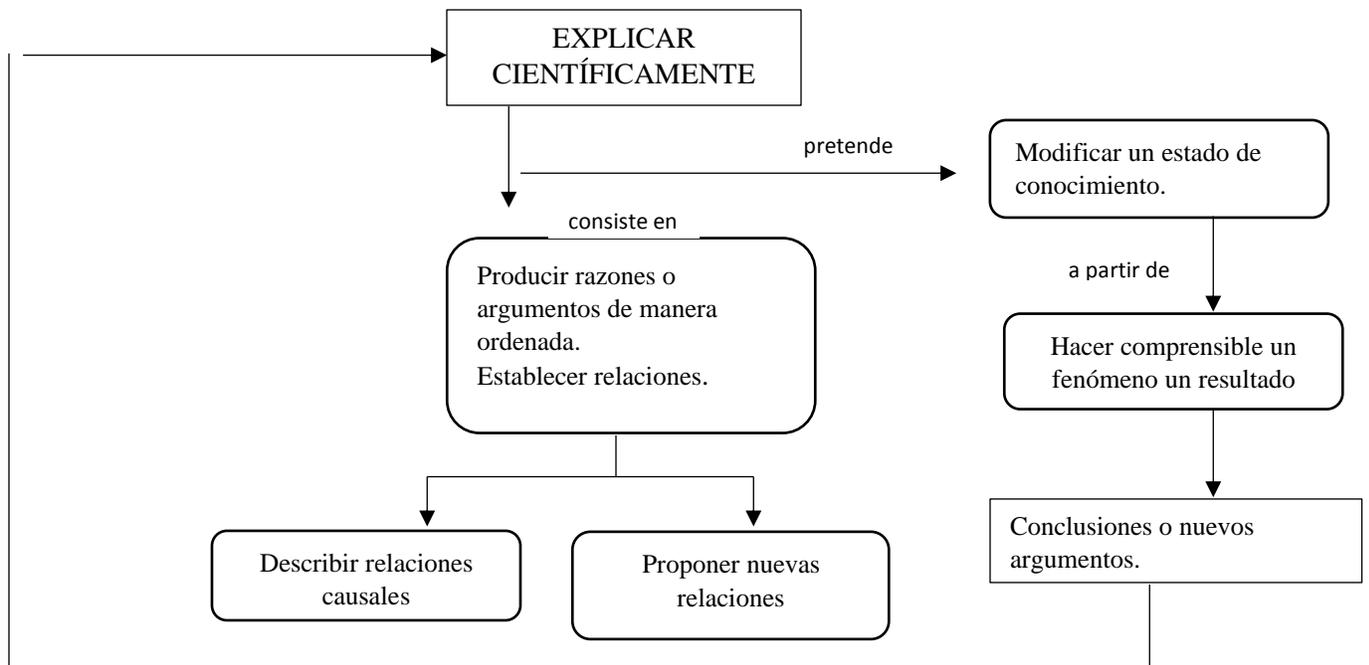


Diagrama 1. Explicar científicamente. Tomado de Gómez (2006)

2.8.4 Habilidad para buscar información

El siguiente paso en el ABP es la búsqueda de evidencias para sustentar la explicación elaborada, en esta etapa se desarrollan diferentes habilidades de pensamiento como: identificar, discriminar, seleccionar, analizar, sintetizar y comunicar los hallazgos. Para Castelles (2001) citado por Flores (2012) fomentar en los estudiantes la habilidad para seleccionar información útil, implica desarrollar habilidades que permitan saber qué, cómo y dónde buscar información que sea fiable, pertinente y relevante. Desarrollar estas habilidades permite acceder a información en documentos electrónicos con diferentes formatos como: libros electrónicos, página web, artículos, videos; posibilitándoles para comparar y cotejar información proveniente de diferentes fuentes y enriquecer sus conocimientos a través de diversos medios. La búsqueda y selección de información son dos procesos diferentes pero relacionados entre sí. Ambas habilidades conllevan habilidades cognitivas identificadas en el siguiente cuadro, basado de Flores (2012).

Tabla 4. Habilidades Cognitivas para la búsqueda y selección de información

| Búsqueda de información | | Selección de la información | |
|--------------------------------------|---|--|--|
| Precisar la demanda | Consiste en identificar, definir y delimitar la demanda por la cual se realiza la búsqueda. | Identificar información relevante | Identificar y filtrar la información |
| Planificar la búsqueda | Representar, organizar y relacionar los pasos para realizar la búsqueda. | Extraer información relevante | Ordenar, clasificar, descartar y jerarquizar la información. |
| Definir objetivos de búsqueda | identificar, definir y establecer el fin de la búsqueda. | Elaborar información relevante | Consiste en procesar y transformar texto de un formato a otro. Se realiza algo con la información como |
| Reconocer la fiabilidad | Identificar elementos de fiabilidad como autor, referencias, institución etc. | | paráfrasis, esquemas, resúmenes, mapas conceptuales, cuadros sinópticos. |

2.8.5 Habilidad para organizar información

El siguiente paso en la metodología del ABP es organizar la información seleccionada. Esta es una habilidad importante porque fomentan en los estudiantes la organización de su pensamiento y reduce la carga cognitiva al centrarse en plasmar las relaciones entre la información (Toro, 2018). Para organizar la información se han propuesto diversas estrategias como el uso de esquemas, tablas, diagramas, cuadros y mapas. Diversas investigaciones sugieren que el uso de estas herramientas fomenta la construcción de los aprendizajes.

Los organizadores gráficos (OG) son una representación visual de conocimientos que presentan información rescatando aspectos importantes de un concepto o materia dentro de un esquema usando etiquetas. Se le denomina de variadas formas, como: mapa semántico, mapa conceptual, organizador visual, mapa mental etc. Los OG presentan información de manera concisa, resaltando la organización y relación de los conceptos (Preciado, 2019).

Los OG se han originado en las teorías de la cognición del aprendizaje, cuyos teóricos como Novak y Gowin (1988) mencionan que los procesos mentales operan de manera organizada y predecible y que el uso de organizadores durante el proceso de aprendizaje mejora la funcionalidad de este proceso, así como la capacidad de recordar la información. Los procesos mentales que fomenta el uso de OG son: (Preciado, 2019).

Enfocar lo que es relevante, resaltan conceptos y vocabulario que son clave y la relación entre éstos.

- Ayudan a integrar el conocimiento previo con el nuevo
- Motivan el desarrollo conceptual

- Enriquecen la lectura, la escritura y el pensamiento
- Se apoyan en criterios de selección y jerarquización.
- Sirven como herramientas de evaluación

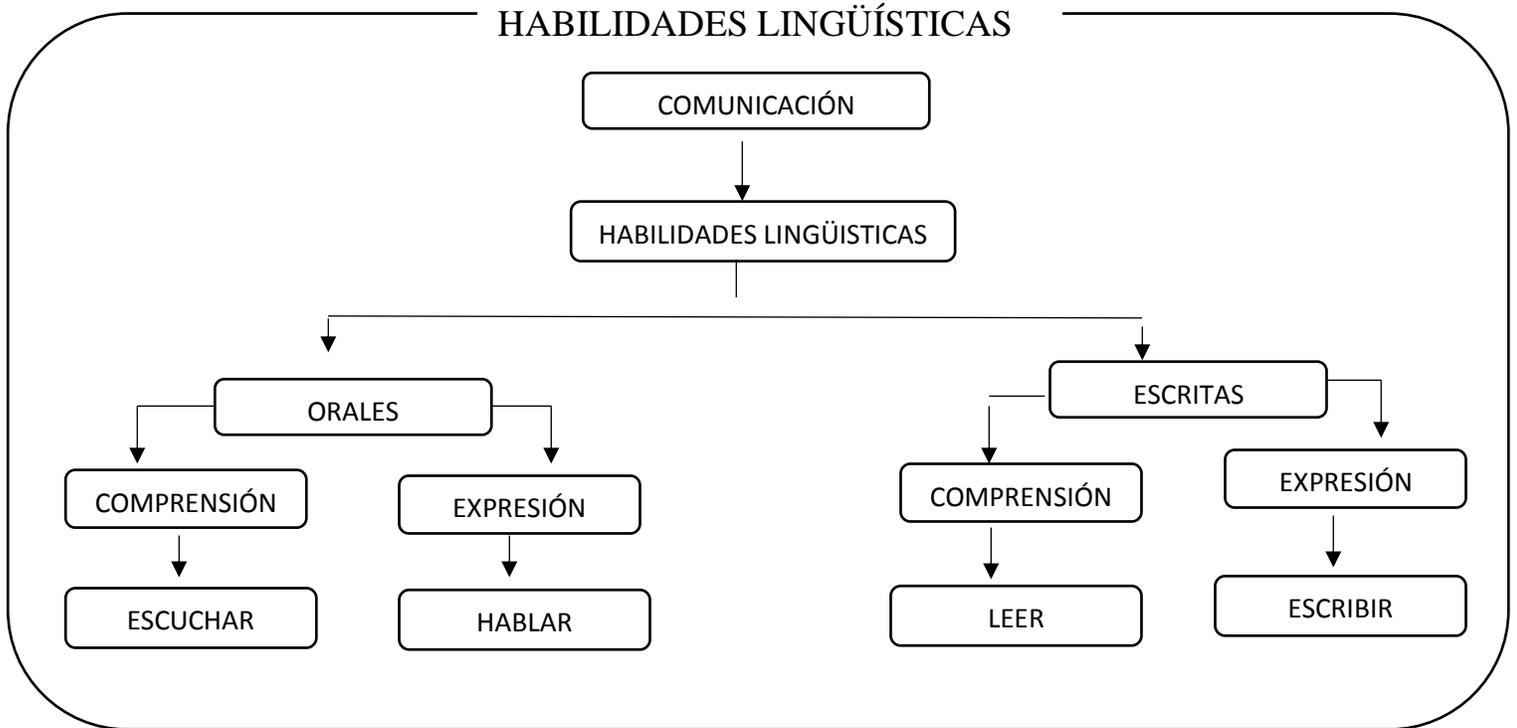
2.8.5.1 Organizador gráfico: Diagrama Heurístico

Un organizador gráfico (OG) es una representación visual de conocimientos de manera gráfica lo relevante de un concepto, González (2002) citado por Arévalo (2015). El uso de organizadores gráficos en el proceso de aprendizaje permite que las y los alumnos integren el conocimiento previo con el nuevo, enfocan lo que es importante, resaltan conceptos y vocabulario. De esta manera el uso de OG son una de las maneras para construir memoria semántica al realizar actividades de asociación, semejanza, o contraste, clasificación, análisis y síntesis (Arévalo, 2015).

Un tipo de OG es el diagrama heurístico que se presenta en forma de tabla del tamaño de una cuartilla (ANEXO 7) en él se presenta una síntesis del procedimiento para contestar una pregunta (Chamizo, 2017, p. 52-60). El procedimiento consta de dos dominios: el conceptual y el metodológico. El primero, presenta el lenguaje, es decir las palabras o conceptos relacionados con la pregunta y el segundo, el dominio metodológico, se considera el procedimiento para la obtención de datos, es decir se especifica que se va a hacer para contestar la pregunta, se presentan los datos obtenidos de la investigación y los resultados y/o conclusiones.

2.8.6 Habilidades para comunicar información

La última etapa del ABP es la habilidad para comunicar resultados de una investigación, es decir propicia el desarrollo de la expresión oral de los alumnos. La palabra comunicación procede del latín *comunicaré* que significa “poner en común”. De ahí que comunicar significa transmitir información y ponerla en común con nuestros semejantes. El ser humano ha creado un conjunto de signos con los cuales ha mejorado su condición social y cultural, así que las personas nos comunicamos mediante un lenguaje que es conjunto de signos articulados, que permite acceder a diferentes niveles culturales, compartir ideas, pensamientos o sentimientos con el mundo que nos rodea (Benito,2016). De acuerdo con algunos teóricos de la lengua como Daniel Cassany citado por Benito (2016), hay cuatro habilidades lingüísticas, mostradas en el siguiente Diagrama 2.



Tomado de Benito (2016)

La expresión oral es una capacidad comunicativa relacionada con las tareas de producción del discurso, donde no solo se requiere un dominio del vocabulario, la gramática y la pronunciación, sino demanda conocimientos socioculturales. Para Bygate (1987) referido por Benito (2016), las actividades de producción oral implican el uso de diversos conocimientos y habilidades. Los primeros son un conjunto de saberes que residen en la memoria y se emplean durante una práctica conversacional; en cuanto a las segundas, se tratan de las habilidades que poseemos como emisores para adaptar nuestro discurso en función del tema, de la situación y del uso apropiado del lenguaje. Así que, para el acto de comunicar, de acuerdo con el autor mencionado, se presentan las siguientes fases:

- Planificar. Consiste en anticiparse sobre lo que va a ocurrir en la interacción oral, en lo que se puede decir y la actitud mostrada frente al receptor.
- Seleccionar. Esta actividad reconoce el grado de conocimientos entre el emisor y de los interlocutores. El emisor elige el grado de detalle con el que se va explicar, evitando la escasez y abundancia de información. Ambos deben confirmar si el nivel de explicación del tema ha sido adecuado y se ha comprendido el mensaje.
- Producir. Esta etapa está relacionada con la producción final del discurso. Toma en cuenta el tiempo que se dispone para expresarse y que los interlocutores comprendan el mensaje.

Para este trabajo se adaptó la rúbrica que proponen De la Fuente y colaboradores (2015), que consideran como criterios para evaluar los siguientes:

- La preparación o planeación del discurso oral en donde se observa si el estudiante consideró recursos, tiempo e investigación.

- Estructura: Tiene claro el propósito de lo que se comunicará, reconoce las principales ideas, hay una estructura en su discurso. En este criterio se observa si hubo una selección de contenidos relevantes para los interlocutores y; la regulación de información para lograr que el mensaje llegue a los destinatarios.
- Expresión Oral: Empleo del lenguaje correcto tanto materno como el de la asignatura, el volumen, dicción y entonación facilitará la transmisión del mensaje.

2.9 Contenido Científico: Elementos y Compuestos químicos

Los programas de estudio de Química I de CB y Química III de la ENP inician con la caracterización de las sustancias que rodean al estudiante, describiendo sus propiedades y cómo éstas determinan los cambios de la materia. A partir de este conocimiento se podrá identificar a las mezclas como la manifestación más común de la materia, mismas que son susceptibles de separarse en sustancias y posteriormente establecer la relación entre las propiedades y la estructura interna de la materia para entender diferentes reacciones entre sustancias. (SEP, 2014).

El concepto de sustancia es muy importante en la Química de nivel bachillerato porque ayuda a la comprensión de otros conceptos más abstractos como elemento, compuesto, mezcla, cambio físico y químico. Sin embargo, diversos estudios muestran que los estudiantes de todas las edades encuentran dificultad en la comprensión del término. Por tanto, puede resultar “difícil” estudiar química, debido a que no se entienden principios básicos que aporta el fundamento para un estudio más detallado (Kind, 2005, p.47-50)

Investigadores como Sosa, (2005), Azcona et al. (2004) y Furio et al. (2007) han identificado las concepciones alternativas de los estudiantes del concepto sustancia química en alumnos de bachillerato.

- Las sustancias se encuentran cotidianamente contenidas en cajas, latas, botellas, etc.
- El uso de sustancias es prohibido o peligroso
- En una transformación de la materia algunas propiedades de la sustancia (color, olor, sabor) pueden cambiar, pero la sustancia se mantiene igual.
- Una sustancia es toda materia, todo lo que es material y está compuesto por átomos.
- Es toda materia de la que se puede medir su masa y volumen.
- Son sustancias el aire, el agua, el azufre, el cobre, la leche, el bicarbonato de sodio y el zumo de naranja. Todo menos la luz y las ondas porque estos no son materia.
- Todo es sustancia. Una sustancia es cada cosa que puedes ver, que puedes tocar o que tú sabes que está ahí. Los elementos no, los elementos están en la tabla periódica para estudiar las sustancias.
- En la vida cotidiana se entiende como sustancia cualquier muestra de materia con unas propiedades características que se usan con alguna finalidad. Se consideran sustancias: el agua, la sal común, el aire, la gasolina.

Dado lo anterior, se determinan las diferentes formas de entender el concepto sustancia química, las cuales se clasifican en compuestos y elementos químicos, sin embargo, su uso para explicar fenómenos se emplea como sinónimos de materia y mezclas, además de considerar en muchas ocasiones el concepto sustancia química como peligrosa. Es por ello, que autores como Garritz, Raviolo y Sosa (2011) sugieren emplear los conceptos de sustancia, mezcla, compuesto y elemento químico de la siguiente manera:

- Una sustancia es una forma de materia homogénea de composición elemental fija que posee propiedades específicas que la diferencian de otras.

- Una mezcla es materia formada por dos o más sustancias que pueden encontrarse en proporciones variables.
- Un elemento químico es una clase de átomos, átomos con igual número atómico; es decir, átomos que tienen el mismo número de protones.
- Compuesto químico es una sustancia a partir de la cual pueden obtenerse sustancias elementales por medios químicos.
- Un compuesto es una sustancia formada por dos o más tipos de átomos (elementos), esos átomos están unidos químicamente en proporciones definidas.
- Sustancia elemental son sustancias formadas por un único tipo de átomos.

En las definiciones de sustancia y mezcla, los autores hacen hincapié en la composición. Para las sustancias se refieren a composición elemental, es decir, la proporción de elementos, y para las mezclas a la composición de sustancias, es decir la proporción de sustancias en la mezcla. Ambas definiciones se dan desde el nivel macroscópico o sensorial y simbólico es decir por ecuaciones, diagramas y fórmulas. La composición elemental fija de una sustancia puede apreciarse en una fórmula y sus propiedades se pueden observar a través de los sentidos. Las mezclas se encuentran en proporciones variables, las cuales se representan por el número de sustancias en la mezcla, lo cual puede medirse y calcularse.

En estos dos conceptos, sustancia química y mezcla, podemos apreciar que la química tiene un lenguaje propio con diferentes niveles, el inicial constituido de símbolos químicos para las sustancias como los elementos y compuestos químicos. El uso de estos símbolos como lenguaje implica la definición de reglas formales y semánticas, por ejemplo, se observa que los estudiantes al escribir el símbolo químico para el hidrógeno (H), lo escriben con minúscula (h). El segundo nivel es el uso del vocabulario, la química proporciona un vocabulario que permite la comunicación

en términos formales como, por ejemplo, al referirse a ciertos metales como el plomo, sodio o el potasio como elementos químicos (Claus Jacob, citado por Chamizo, 2007, p.131-132).

2.9.1 Lenguaje químico

De acuerdo con Álzate (2006) enseñar química implica enseñar un lenguaje, un modo de ver el mundo de las sustancias, sus transformaciones químicas y físicas y sus modelos. Aprender química es aprender su lenguaje, sus símbolos, sus procedimientos, sus instrumentos y esto es posible por medio de la interacción social en el aula mediante el intercambio de significados y en este proceso el lenguaje es un mediador inseparable.

El lenguaje contribuye a la formación y asimilación de conceptos, palabras y diferentes símbolos que facilitan los procesos de transformación que intervienen en el pensamiento. Las fórmulas químicas constituyen un lenguaje para traducir de modo figurado la realidad de las sustancias, su naturaleza, sus constituyentes, su organización, relaciones cualitativas (elementos componentes) y cuantitativas (proporción entre ellos) y estructurales.

Las fórmulas químicas dan información acerca de la identidad química de las sustancias, lo cual implica el principio de composición definida y organización estructural, es una característica para cada sustancia lo que la hace diferente de otras sustancias. Las fórmulas químicas definidas como símbolos del lenguaje químico no son símbolos aislados, son sistemas de sistemas de símbolos los cuales constituyen un lenguaje sistemático cuya racionalización permite la inferencia y la predicción.

La fórmula química a nivel macroscópico representa una sustancia. A nivel microscópico señala la proporción entre sus átomos. Para Fernández (2013) el lenguaje químico posee niveles de

abstracción creciente que lo conforman; el primer nivel de abstracción (N1) es el simbólico, que corresponde a la simbología química utilizada para representar a las sustancias y las reglas formales que regulan su uso como símbolos químicos, fórmulas y ecuaciones químicas. El segundo nivel (N2), el relacional, contiene el vocabulario apropiado para hablar sobre sustancias, como elementos o compuestos químicos. El tercer nivel (N3), el modélico, incluye términos para usar y discutir sobre los abstractos, como leyes, modelos y teorías como por ejemplo la teoría de las colisiones en cinética química.

El lenguaje químico al constituirse en mediador es el que permite y condiciona la construcción de modelos y/o representaciones mentales de compuestos y reacciones, condición necesaria para el aprendizaje de la química en el nivel nanoscópico. Al mismo tiempo como sistema de representación, se transforma en un amplificador cognitivo y un instrumento de pensamiento.

Diseño del problema

En este capítulo presentaremos el diseño del problema que se trabajó con la metodología de ABP, abordaremos su diseño, características y validación.

3.1 El problema

Un problema se entiende como una dificultad de naturaleza teórica o práctica que percibe un individuo, provocándole una sensación de incertidumbre, por ello como primer paso es el reconocimiento de las dificultades y el establecimiento de objetivos para solucionarlas, de esta manera los objetivos se convertirán en acciones que el sujeto realizará para eliminar el conflicto, lo cual traerá un enriquecimiento de sus conocimientos Linhar (1976) citado por Dóstal, (2015) lo define como una relación interna entre el sujeto y sus alrededores, donde el sujeto interioriza el conflicto, como una “inconsistencia percibida” de la situación y que es resuelto al buscar la transición desde la condición inicial a la condición final; la resolución del problema consiste en eliminar el conflicto y la búsqueda del objetivo deseado. En el campo de la educación un problema podría ser una dificultad práctica o teórica que un alumno debe resolver de forma independiente mediante su propia investigación activa. El alumno supera las dificultades de acuerdo con las necesidades específicas y de este modo adquiere nuevos conocimientos y experiencias. (Okón (2012) citado en Dóstal, 2015).

Para Jacobs (2003) un problema en el ABP es una descripción del fenómeno que requiere una explicación adicional, así los estudiantes tratan de explicar el fenómeno presente en el problema. Para este propósito, lo discuten en grupos pequeños, que los llevará a darse cuenta de que sus conocimientos actuales no son suficiente para aclararlo, por lo que surgen preguntas sin respuesta,

las cuales se convierten en los objetivos de aprendizaje que guiarán la búsqueda de información para responder a sus preguntas y dar solución al problema.

3.2 Características del problema en el ABP

Vizcarro y Juárez (2008) consideran cuatro características fundamentales que tienen que cubrir los problemas de ABP:

1. Cobertura de los objetivos didácticos
2. Estructura
3. Contenido
4. Solución.

3.2.1 Cobertura de los objetivos didácticos

El diseño del caso del ABP, se fundamentó en los objetivos curriculares, conocimientos declarativos, procedimentales y actitudinales de los programas de la asignatura de Química I y Química III de CB y ENP, se encuentran en la siguiente tabla:

Tabla 5. Objetivos Curriculares

| Objetivos Curriculares en Química: Colegio de Bachilleres y Escuela Nacional Preparatoria | |
|--|---|
| Propósitos | |
| <ul style="list-style-type: none"> Comprender el comportamiento de la materia de manera que permita conducir explicaciones desde lo observable (nivel macroscópico) a lo que no se puede observar de manera directa (nanoscópico). Usar modelos que permitan desarrollar la capacidad de abstracción mediante la interrelación de los tres niveles de representación de la materia: el macroscópico, el nanoscópico y el simbólico. Adquirir y comprender el lenguaje químico para discriminar la información que diariamente se presenta con pretensiones científicas y utilizarlo como medio para comunicar, exponer, discutir y debatir ideas científicas. | |
| Contenidos declarativos | Clasifica a la materia: Identifica las diferencias entre mezclas y sustancias Identifica a las sustancias en elementos y compuestos químicos. Identifica en mezclas homogéneas y heterogéneas. Composición química de algunos materiales Representación simbólica de compuestos químicos. |
| Contenido procedimental | Identifica problemas, formula preguntas de carácter científico, plantear hipótesis. Obtiene, registra y sistematiza información para responder a las preguntas de carácter científico consultando fuentes relevantes. Elaboración de tablas y gráficos, análisis e interpretación de resultados Contrasta los resultados obtenidos en una investigación con hipótesis previas y comunica conclusiones. Comunicación oral y escrita de los resultados de investigación que incluyan tablas, gráficos, modelos, simulaciones, entre otros, haciendo uso de las TIC Representación simbólica de las principales sustancias que componen las mezclas |
| Contenido actitudinal | Tolerancia y compromiso en su participación de manera colaborativa durante la realización de actividades experimentales y en el aula Adopción de una postura responsable y comprometida durante las actividades realizadas Respeto a las ideas y aportaciones de sus compañeros. |

3.2.2 Estructura

En cuanto a la estructura, debe ser abierto, con poca información o datos y complejo, es decir, el problema se percibe ambiguo para el alumno, no todos los elementos del problema son conocidos y puede que tenga más de una solución. El problema abre la necesidad de investigar y el alumno descubre su complejidad, la cual fomenta la construcción activa del conocimiento, demanda acciones cognitivas complejas, reflexión sobre los contenidos, necesidades de habilidades

metacognitivas como planificación, supervisión y revisión, habilidades de argumentación o justificación. Como el problema propuesto es abierto y; no se dan todos los datos, el alumno debe iniciar un proceso de indagación por medio de preguntas para encontrar lo que hace falta. El problema diseñado para esta investigación demandará el uso de lenguaje químico simbólico y conceptual sobre mezcla, elemento y compuesto químico y fórmula química. En la Tabla 6 se muestra el problema:

Tabla 6. Problema propuesto

| “DULCE METÁLICO” |
|---|
| <p>Majo, una adolescente de 16 años escuchaba la radio en su casa, mientras saboreaba una paleta “Ricaleta”. De repente le llamó la atención la siguiente noticia:</p> <p><i>-Tenemos en el programa la presencia de la Dra. en epidemiología ambiental, Marcela Tamayo, quien viene a informarnos sobre la situación que presentó el consumo de algunas golosinas fabricadas en nuestro país. – Adelante, Doctora Tamayo-</i></p> <p><i>Así es, en el Centro de Investigación en Nutrición y Salud del Instituto Nacional de Salud Pública, un grupo de investigadores del que formo parte nos dimos a la tarea de corroborar la información emitida en los Estados Unidos, sobre la presencia de un metal tóxico en algunos dulces mexicanos.</i></p> <p><i>En este país la alerta fue activada cuando un grupo de niños en diferentes ciudades de aquel país, presentaron síntomas similares: dolor de cabeza, cólicos estomacales, fatiga y náuseas y en algunos casos la presencia de vómito. Al preguntarle a las madres de estos niños, lo que habían ingerido, se encontró que todos ellos habían comido alguna de estas golosinas.</i></p> <p><i>Laboratorios en los EE.UU. realizaron estudios de sangre en los niños. En la sangre de los niños se encontró el mismo metal tóxico que reportaron los estudios de los Estados Unidos, por lo que los investigadores comenzaron a cuestionarse la procedencia de dicho metal ...</i></p> |

3.2.3 Contenido

El contenido del problema presenta una situación actual, auténtica y apropiada. El problema contempla una situación actual, cercana al contexto y a la vida de los estudiantes, esto les permitirá activar sus conocimientos previos durante la discusión inicial, mostrarán más interés, y dedicarán más tiempo de estudio, es así que los contenidos que abarquen los problemas no deben ser muy teóricos, más bien que estén próximos a las experiencias de los alumnos, a nivel de sus conocimientos y desarrollo intelectual, social y emocional. La situación problema diseñada abarca la presencia de plomo en golosinas, el cual es un problema real, actual y cercano al contexto del estudiante, debido a que las golosinas involucradas son de alto consumo.

3.2.4 Solución

La última característica, el problema se resuelve en colaboración grupal en donde los integrantes discutirán el que hacer, como hacerlo y las acciones a emprender para llegar a una respuesta que comunicarán a los demás equipos del grupo y docentes. A continuación, presentamos posibles respuestas esperadas por parte de las y los alumnos en las diferentes etapas del proceso de ABP. Estas respuestas se obtuvieron de un proceso de validación que consistió en proporcionar a un grupo de expertos en ABP el problema. Se trabajó las diferentes etapas de la metodología de ABP en pequeños grupos, de tres a cuatro integrantes, obteniendo las siguientes respuestas:

Reconocimiento de pistas

- Algunas golosinas como Rockaleta Diablo, Tiramindo, Ricaleta, Chamoy, Tutsi Pop y Miguelito fabricadas en nuestro país presentan un metal tóxico.

- Un grupo de niños de diferentes ciudades de los Estados Unidos presentaron mismos síntomas: dolor de cabeza, cólicos estomacales, fatiga y náuseas, en algunos casos la presencia de vómito.
- Al preguntar a las madres de los niños se descubrió que todos habían comido alguno de estos dulces.
- Al realizar un estudio de sangre en los niños, se detectó la presencia del mismo metal tóxico encontrado en los dulces.

Formulación de preguntas

- ¿Qué metal tóxico se detectó en los dulces?
- ¿Cómo pudo haber llegado el metal tóxico a los dulces?
- ¿Qué ingredientes tienen en común?

Respuesta a las preguntas

- ¿Qué metal tóxico se detectó en los dulces?

El metal tóxico detectados en los dulces pudo haber sido el plomo, aluminio, estaño o cobre.

- ¿Cómo pudo haber llegado el metal tóxico a los dulces?

El metal pudo haber llegado a partir de algún componente de los ingredientes, de las envolturas o de las máquinas donde se fabrican.

- ¿Qué tienen en común estos dulces?

Los dulces tienen en común algunos ingredientes como azúcar, chile, colorantes sintéticos en especial el rojo.

Todos presentan envolturas de plástico, la mayoría son laminadas, y están pintadas.

Los pigmentos de las envolturas son: el negro, rojo, anaranjado, amarillo y verde.

Objetivos de aprendizaje

- Identificar los diferentes compuestos químicos que contienen los dulces, así como las etiquetas.
- Reconocer las fórmulas químicas de los compuestos químicos de los ingredientes de los dulces como: el azúcar, el chile, colorantes, etc.
- Identificar si el material plástico de las envolturas contiene compuestos químicos con elementos químicos tóxicos.
- Reconocer los compuestos químicos de los pigmentos de las envolturas como el: negro, rojo, anaranjado, amarillo o verde.

Metodología

La investigación se realizó en dos grupos de alumnos que cursaban por primera vez la asignatura de Química en dos subsistemas de educación media superior: Escuela Nacional Preparatoria plantel No 9 “Pedro de Alba”, alcaldía Gustavo A. Madero y Colegio de Bachilleres Plantel No 18 “Tlilhuaca”, alcaldía Azcapotzalco. La aplicación de la situación problema en los grupos escolares se llevará cabo de febrero a abril del 2019. El estudio es de carácter exploratorio, transversal y descriptivo. Constó de las siguientes etapas:

- a) Descripción del contexto institucional en el cual se lleva a cabo el proceso educativo
- b) Aplicación de un cuestionario sobre el contexto de los estudiantes referente a sus hábitos de lectura, uso de internet para elaborar tareas.
- c) Aplicación de la situación problema del ABP.
- d) Obtención de resultados
- e) Análisis de resultados y conclusiones

4.1 Contexto

Descripción del contexto institucional y grupal.

Colegio de Bachilleres (CB)

El plantel No 18 del Colegio de Bachilleres inició actividades el 1 de marzo de 1979, en el norte de la Ciudad de México en San Juan Tlilhuaca, en la alcaldía de Azcapotzalco. En el semestre 2019 el centro educativo concentraba una matrícula de 2604 alumnos, de los cuales estaban en el turno matutino 1243 y en el vespertino 1361 estudiantes (SIIAA, 2019).

En el ciclo escolar 2019-A, se atendió a grupos de segundo, cuarto y sexto semestre. En el segundo semestre se estudia Química 1 para este sistema educativo. Para este estudio se trabajó con el grupo 206 del turno matutino, conformado por 67 % de mujeres y 33 % de hombres. El 50 % tiene 15 años, el 40 % tiene 16 y el 10 % 17 años.

En la solución del problema con la metodología del ABP, es necesario que los alumnos formen equipos para investigar la información requerida, por ello, deben disponer de acceso a internet, tener el hábito de la lectura, y mostrar autonomía en la realización de actividades fuera del aula lo que implica, disposición de tiempo en casa. Mediante un cuestionario de contexto (Anexo 1), se encontró que el 90 % de los estudiantes utiliza internet para hacer sus actividades escolares. Solo el 10 % indicó que no utiliza este recurso en sus actividades escolares.

Sobre la dedicación a sus estudios fuera del aula, el 40 % de los estudiantes mencionan que le dedican menos de una hora al día en hacer sus tareas o estudiar, una tercera parte le dedica al menos dos horas, casi una cuarta parte del grupo le dedica entre tres horas o más. Un 5 % que indica no hacer tareas. A la semana casi el 60 % dedica 4 a 5 días para realizar sus actividades, esta porción va disminuyendo, siendo el 9 % quien le dedica algún día de los fines de semana a terminar tareas. El resto dedica pocos días entre semana a realizar actividades escolares.

En cuanto a sus hábitos de lectura, el 67 % refiere que más o menos gusta leer, al 12 % no le gusta y al 21 % le agrada la lectura. El 33 % de los estudiantes dedica a la lectura menos de una hora a la semana en textos, no solicitados por la escuela, el 24 % no lee nada; y el 20 % le dedica entre tres a cinco horas esta actividad.

Escuela Nacional Preparatoria (ENP)

La Escuela Nacional Preparatoria No. 9 “Pedro de Alba” se construyó durante el sexenio del licenciado Adolfo López Mateos (1958-1964) y se inauguró el 28 de julio de 1965. Está ubicada en el norte de la Ciudad de México en la colonia Lindavista en la alcaldía Gustavo A. Madero. Este centro educativo atiende a aproximadamente a 6000 alumnos, en dos turnos.

El modelo educativo de la ENP consiste en tres etapas: introducción a los conocimientos del campo de conocimiento en el cuarto año; profundización en el quinto y propedéutica, que implica una especialización en sexto año. Los alumnos que cursan la asignatura de Química III, se encuentran inscritos en el quinto año, de acuerdo con el modelo de la ENP, esta asignatura corresponde a la etapa de profundización. Se trabajará con el grupo 509 turno matutino formado con 77 % de mujeres y 23 % hombres. La mayoría tiene 16 años, mientras casi el 30 % tienen 17 años.

Al ser la ENP una de las opciones con más demanda en el país, por los jóvenes que desean cursar bachillerato, para su ingreso se requiere obtener alto puntaje en la prueba de COMIPEMS. Así que la mayoría de los estudiantes que ingresan a estas escuelas tienen altas expectativas en sus estudios, por lo que la asistencia a clases es casi del 90 %. Una preocupación constante por las y los estudiantes en obtener calificaciones altas los lleva dedicar más tiempo en casa para cumplir con sus tareas y actividades de aprendizaje. Casi todos los alumnos mencionan que en sus casas utilizan el internet para elaborar tareas.

En cuanto a sus hábitos de lectura casi la mitad del grupo menciona que les agrada mucho leer y la otra mitad indica que les gusta leer poco. Un 17 % de las alumnas y los alumnos del grupo dedican más de cinco horas a la semana a la lectura, una tercera parte dedica entre una y dos horas

a la semana a leer textos no escolares, el 16 % entre tres y cuatro horas, una cuarta parte menos de una hora a la semana y, el 16% no leen.

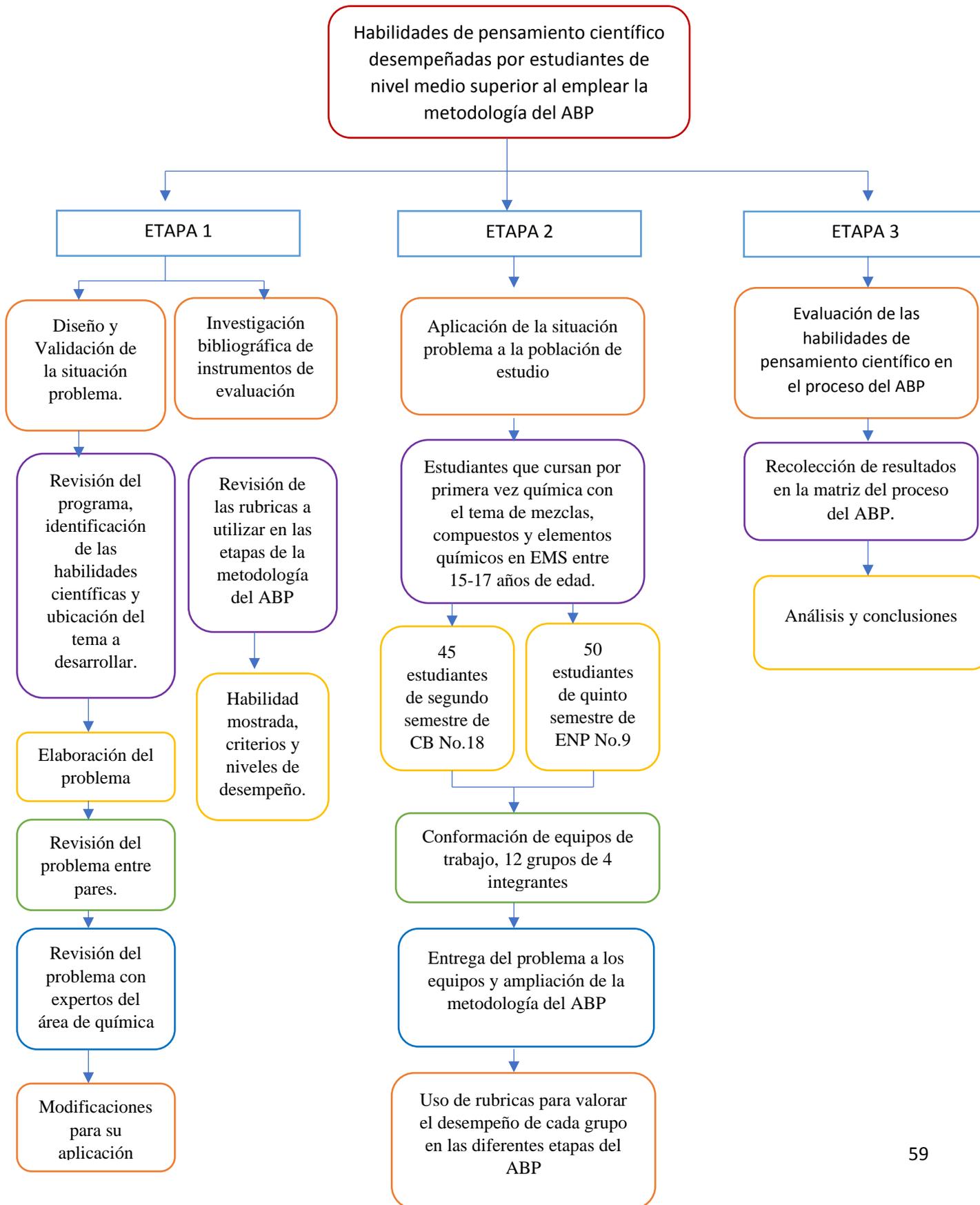
4.2 Tipo de estudio

La estrategia de enseñanza se aplicó en grupos de estudiantes que cursan química por primera vez en el nivel medio superior, durante seis sesiones de dos horas cada una en los meses de febrero, marzo y abril del año 2019. Se evaluaron las habilidades de pensamiento científico de los equipos conformados por los grupos de la ENP y CB durante la resolución del problema del ABP. Se utilizó el mismo caso de ABP para las dos poblaciones. El estudio fue transversal, prospectivo, y descriptivo.

4.2 Diseño de la investigación

Se conformaron 24 equipos con 4 integrantes cada uno para ambas escuelas (ENP y CB). Ambos grupos es la primera vez que estudian química. Todos los estudiantes cursaron la asignatura de química en tercero de secundaria. Para ambos grupos se aplicó la misma rúbrica de evaluación sobre las habilidades de pensamiento científico, para cada etapa del proceso del ABP. A continuación, presentamos un diagrama de flujo que muestra las etapas del proceso de investigación y posteriormente un cuadro de las actividades realizadas con los estudiantes.

Diseño de la Investigación (Flujograma)



CUADRO DE ACTIVIDADES EN LA ETAPA 2
Aplicación de la situación problema en los grupos de CB y ENP

| ETAPA | | ACTIVIDADES | |
|--------|-------------------------------------|---|--|
| | | PROFESORA | ALUMNAS Y ALUMNOS |
| Inicio | Sesión 1 30min Primera semana | <p>Solicita a los estudiantes la conformación de equipos de cuatro integrantes, registrando el nombre de los integrantes en una hoja de papel.</p> <p>En plenaria indaga sobre el conocimiento y uso del ABP y del uso de la plataforma EDMODO.</p> <p>Expone a los estudiantes en una presentación en power point la metodología del ABP y los invita a trabajar las siguientes sesiones de trabajo con esta estrategia.</p> | <p>Eligen con quien trabajar y entregan el nombre de los integrantes a la docente.</p> |
| | | <p>Entrega a cada por escrito la situación problema a trabajar. Se hacen dos lecturas: una en silencio y la otra en voz alta. Se pregunta si hay algún término desconocido y si habían escuchado sobre esta noticia. Se entrega la hoja de trabajo (Anexo 3). La docente solicita a los estudiantes que subrayen la información que consideren que aporta elementos para la solución.</p> <p>Solicita a los equipos que escriban en el apartado de “Pistas” la información identificada del problema.</p> <p>Solicita formular preguntas a partir de las “pistas” seleccionadas.</p> <p>Pide responder las preguntas formuladas a partir de sus conocimientos previos.</p> <p>Finalmente, solicita que mencionen ¿Qué información tendríamos que conocer para tratar de responder a nuestras preguntas?</p> | <p>Hacen comentarios a la clase sobre la lectura de la situación problema “Dulce metálico”.</p> <p>Subrayan información que consideran relevante para la solución.</p> <p>Escriben en el apartado de “pistas” los hechos o datos que consideren relevante para la solución.</p> <p>Elaboran preguntas y las escriben en el apartado de “Preguntas”</p> <p>Responden a sus preguntas a partir de sus conocimientos previos en el apartado de “explicación”</p> <p>Formulan objetivos de aprendizaje a partir de la pregunta ¿Qué necesitamos conocer para responder a nuestras preguntas?</p> |
| | | <p>Explica el siguiente paso del ABP, que es investigar si las respuestas que se dieron a las preguntas son las que resuelven el problema, para ello se requiere buscar información en fuentes.</p> | <p>Al concluir, entregan el ANEXO 1, a la docente por equipo con el nombre de los integrantes del equipo.</p> |

| ETAPA | | ACTIVIDADES | |
|-------------------|--------------------|--|--|
| | | PROFESORA | ALUMNAS Y ALUMNOS |
| inicio | Sesión 2 15 min | Hace una breve recordatorio de lo que se trabajó la sesión pasada y entrega a cada equipo la hoja de respuestas del ejercicio anterior. | Se acomodan por equipo. |
| Desarrollo | Sesión 2 90 min | <p>Presenta en power poin las preguntas formulas, respuestas elaboradas y objetivos de búsqueda de todos los equipos de la sesión anterior.</p> <p>Indica las preguntas que indagan para una posible solución al problema.</p> <p>Presenta las respuestas a las preguntas que indagaron una posible solución al problema.</p> <p>Menciona algunos objetivos de investigación o necesidades de búsqueda de los diferentes equipos.</p> <p>Explica como trabajar la siguiente etapa del ABP. Investigar las respuestas a las preguntas formuladas, es decir, si lo que ellos consideran como respuesta es lo que sucedió.</p> <p>Indica que para las siguientes etapas será necesario trabajar en la plataforma EDMODO para guiar la investigación.</p> <p>Indica los pasos para darse de alta en la plataforma EDMODO.</p> <p>Retroalimenta a cada equipo en los objetivos de su investigación. ¿Qué es lo que se va a buscar para responder a mi pregunta?</p> | <p>En equipos las alumnas y los alumnos identifican la pregunta que van a investigar de su ejercicio.</p> <p>Discuten si los objetivos de investigación propuestos les permitirán llegar a una posible solución.</p> |
| cierre | Sesión 2 15 min | Recuerda el alta a la plataforma EDMODO y que la primera actividad que subirán son los objetivos de la investigación, es decir la respuesta a la siguiente pregunta: ¿Qué es lo que se va a buscar para responder a mi pregunta? | |

| ETAPA | ACTIVIDADES | |
|-----------------------------------|---|---|
| | PROFESORA | ALUMNAS Y ALUMNOS |
| trabajo a distancia en plataforma | <p>Envía en la plataforma de trabajo el archivo “investigar a la pregunta” (ANEXO 4) para que los alumnos identifiquen los objetivos de aprendizaje.</p> <p>Revisa los objetivos de aprendizaje de cada equipo y retroalimenta la actividad.</p> | <p>Un alumno de cada equipo descargará el archivo “Investigar la pregunta” (ANEXO 2) y en equipo escribirán su pregunta de investigación y lo que necesitan investigar para responder su pregunta.</p> <p>Envían el archivo por plataforma a la docente para su revisión.</p> |
| | <p>solicitar la investigación en diferentes archivos de Google, evaluando dos fuentes de información. Se envía el formato (ANEXO 5)</p> <p>Se revisa las fuentes y la evaluación de estas de acuerdo con el formato enviado.</p> | <p>Investigan en la red documentos que les permita contestar a su pregunta.</p> <p>Evalúan sus fuentes de información.</p> <p>Envían el archivo a la docente para su revisión.</p> <p>Revisan las observaciones hechas por el docente.</p> |
| | <p>Envía ANEXO 6 “Lo que investigue”, a través de la plataforma. Solicita a los estudiantes pegar la información seleccionada y enviar para revisión.</p> <p>Informa a los estudiantes llevar esta última actividad impresa para la clase presencial.</p> | <p>Los estudiantes seleccionan información de los documentos investigados y la pegan en el anexo 4. Envían la actividad para su retroalimentación.</p> <p>Imprimen el archivo y lo llevan para la clase presencial.</p> |
| | <p>Proporciona información a cada equipo sobre el tema de investigación.</p> | <p>Seleccionan información de los archivos enviados y la organizan en el archivo “Lo que investigue”, sobre la composición química del material de investigación.</p> |

| ETAPA | | ACTIVIDADES | |
|-------------------|--------------------|---|--|
| | | PROFESORA | ALUMNAS Y ALUMNOS |
| inicio | sesión 3 20 min | Realiza una presentación sobre el diagrama heurístico, explica que es un organizador que resume la información de una investigación en una cuartilla y presenta como se trabajará. Proporciona a cada equipo una copia con el diagrama heurístico (ANEXO 7) | |
| Desarrollo | sesión 3 80 min | Invita a cada equipo a completar el esquema heurístico con la información que buscaron y seleccionaron. (ANEXO 6) Retroalimenta las actividades del anexo 6 y 7 de cada equipo. | En equipo los estudiantes trabajan el diagrama heurístico y el anexo 4. Presentan ambas actividades para una retroalimentación. |
| Cierre | sesión 3 20 min | Indica las características de la presentación de su investigación para la comunicación de resultados. | |

| ETAPA | | ACTIVIDADES | |
|----------------------------|--|--|---|
| | | PROFESORA | ALUMNAS Y ALUMNOS |
| trabajo a distancia | | Recibe actividades del anexo 6 y 7 para retroalimentación. | Envían por plataforma las actividades de los anexos 4 y 5. Realizan las observaciones indicadas. |

| ETAPA | | ACTIVIDADES | |
|-------------------|---------------------|-------------|---|
| | | PROFESORA | ALUMNAS Y ALUMNOS |
| Desarrollo | sesión 4 120 min | | Los estudiantes en equipos comunican los resultados de su investigación, concluyendo si el material investigado es el causante de la intoxicación por plomo. Utilizan presentaciones en power point e infografías. ANEXO 10 |
| | | | Ejemplos de los equipos 5 de CB y ENP anexo 8 y 9 |

4.4 Tamaño de la muestra

Para evaluar las habilidades de pensamiento científico durante el proceso del ABP en el tema de sustancias químicas en ambos subsistemas, se manejaron dos muestras $n_1 = 53$ alumnos de la ENP y $n_2 = 49$ del CB.

Variables de estudio

Las variables fueron cualitativas ordinales con valores en las categorías dependiendo del grado de desempeño realizado por los alumnos.

Tabla 7. Valores de las variables de estudio

| Nombre de la variable (habilidad de estudio) | Tipo | Escala de medición | Valores de las variables |
|--|-------------|--------------------|--|
| 1. Identificación de pistas | Cualitativa | Ordinal | 4= Destacado 3= Bueno 2= Suficiente 1= Insuficiente 0= No presentó |
| 2. Formulación de preguntas | Cualitativa | Ordinal | |
| 3. Elaboración de explicaciones | Cualitativa | Ordinal | |
| 4. Identificación de objetivos de aprendizaje | Cualitativa | Ordinal | |
| 5. Selección de la información | Cualitativa | Ordinal | |
| 6. Organización de la información | Cualitativa | Ordinal | |
| 7. Elaboración de explicaciones finales | Cualitativa | Ordinal | |
| 8. Comunicación de resultados | Cualitativa | Ordinal | |

4.5 Instrumentos de medición

Los instrumentos que nos indican lo que los alumnos saben hacer, es decir las habilidades mostradas al resolver un problema son las *rúbricas* para identificar los hechos que ayudan a resolver el problema (pistas), formular preguntas, elaboración de una explicación inicial de la situación problema, reconocimiento de los objetivos de aprendizaje, búsqueda, selección y organización de la información, elaboración de una explicación final y comunicación de

resultados. En las siguientes tablas se muestran los desempeños de cada valor de las variables a medir.

Tabla 8. Rúbrica para identificar pistas

| Valor | LAS PISTAS | Criterio |
|-------|--|---------------------------|
| | Desempeño | |
| 0 | Seleccionan poca información relevante del texto la cual no relacionan con su conocimiento cotidiano. | Identificación de pistas. |
| 1 | Seleccionan fragmentos de información explícita del texto, no realizan asociaciones entre la información de la situación y su conocimiento cotidiano. | |
| 2 | Seleccionan reconocen fragmentos de información relevante explícita en el texto, realizan una asociación entre la información del texto y su conocimiento cotidiano. | |
| 3 | Seleccionan diversos fragmentos de información del texto, construyen un significado en alguna parte del texto cuando la información no es evidente y requiere inferencias. Realizan una asociación entre el texto y su conocimiento. | |
| 4 | Seleccionan información del texto que no es evidente construyen un significado en alguna parte del texto cuando la información no es evidente y requiere inferencias. Emiten una valoración de la información. | |

Tabla 9. Rúbrica para formular preguntas

| Valor | FORMULACIÓN DE PREGUNTAS | Criterio |
|-------|--|--------------------------|
| 0 | No formulan preguntas | Formulación de preguntas |
| 1 | Los estudiantes emplean fragmentos de información localizados del texto para formular preguntas solo de tipo descriptivo, orientadas a obtener datos. | |
| 2 | Los estudiantes emplean fragmentos de información del texto para formular preguntas del tipo descriptivo y con criterios de causalidad. Están orientadas a obtener datos e indagar causas explicativas. | |
| 3 | Los estudiantes emplean fragmentos de información localizada del texto para formular solo algunas preguntas de tipo descriptivo y más de causalidad y de generalización, es decir a buscar datos, indagar causas explicativas y en obtener patrones. | |
| 4 | Los estudiantes emplean los fragmentos de información del texto para formular pocas preguntas de tipo descriptivas, algunas de causalidad, generalización y plantean una de investigación, es decir a obtener datos, causas explicativas y realizar una investigación, medición u observación. | |

Tabla 10. Rúbrica para elaborar explicaciones iniciales

| Valor | Explicaciones | Criterio |
|-------|---|------------------------------|
| 0 | No elaboran proposiciones ordenadas y lógicas a partir de las preguntas formuladas de la situación problema | Elaboración de explicaciones |
| 1 | Elaboran proposiciones poco ordenadas y poco lógicas a partir de las preguntas formuladas de la situación problema sin considerar su experiencia. Deducen un factor causal de la situación. Pueden o no hacer uso de lenguaje químico. | |
| 2 | Elaboran proposiciones ordenadas y lógicas a partir de las preguntas formuladas de la situación problema, consideran su experiencia. Deducen algún factor causal de la situación. Pueden o no hacer uso de lenguaje químico. | |
| 3 | Elaboran proposiciones ordenadas y lógicas a partir de las preguntas formuladas de la situación problema, consideran su experiencia para deducir factores causales de la situación e infieren algún patrón. Emplean lenguaje químico en sus enunciados. | |
| 4 | Elaboran proposiciones ordenadas y lógicas a partir de las preguntas formuladas de la situación problema, consideran su experiencia para deducir factores causales de la situación e infieren relaciones entre sus elementos. Emplean lenguaje químico en sus enunciados. | |

Tabla 11. Rúbrica para elaborar objetivos de aprendizaje

| Valor | Desempeño | Criterio |
|-------|--|--------------------------|
| 0 | No formulan objetivos de aprendizaje | Objetivos de aprendizaje |
| 1 | Formulan objetivos de aprendizaje a partir de la identificación de un objeto de estudio, sin especificar la acción a realizar. | |
| 2 | Formulan objetivos de aprendizaje a partir de la identificación de un objeto de estudio, cuya acción a realizar es poco factible. (ver, checar, ir, observar, revisar) | |
| 3 | Formulan objetivos de aprendizaje a partir de la identificación de un objeto de estudio, cuya acción a realizar es factible (investigar, conocer) | |
| 4 | Formulan objetivos de aprendizaje al identificar los componentes del objeto, cuya acción a realizar es factible (investigar, conocer) | |

Tabla 12. Rúbrica para seleccionar información

| Valor | Desempeño | Criterio |
|-------|---|-----------------------------|
| 0 | No registran información seleccionada. | Selección de la información |
| 1 | La información registrada no tiene relación con los objetivos de aprendizaje y con la pregunta. | |
| 2 | La información registrada tiene poca relación con los objetivos de aprendizaje y con la pregunta. Emplean nombres comunes para referir a los materiales. | |
| 3 | La información registrada casi toda tiene relación con los objetivos de aprendizaje y con la pregunta. Emplean lenguaje químico para referir su investigación. | |
| 4 | La información registrada casi toda tiene relación con los objetivos de aprendizaje y con la pregunta. Emplean lenguaje químico y simbólico para referir su investigación | |

Tabla 13. Rúbrica para organizar información

| Valor | Desempeño | Criterio |
|-------|---|--------------------------------|
| 0 | Presentan información sin usar organizador | Organización de la información |
| 1 | Organizan la información empleando esquemas, mapas, tablas o cuadros, se percibe falta de relación entre los elementos que lo forman, los datos presentados son poco congruentes y no emplean símbolos y lenguaje químico. | |
| 2 | Organizan la información empleando esquemas, mapas, tablas o cuadros. Conectan información para mostrar relación entre los elementos del organizador. Algunos datos son poco congruentes con la pregunta formulada, no emplean símbolos y lenguaje químico. | |
| 3 | Organizan la información empleando esquemas, mapas, tablas o cuadros. Conectan información para mostrar relación entre los elementos del organizador. Los datos seleccionados son congruentes con la pregunta formulada, no emplean símbolos y lenguaje químico. | |
| 4 | Organizan la información empleando esquemas, mapas, tablas o cuadros. Conectan información para mostrar relación entre los elementos del organizador. Los datos seleccionados son congruentes con la pregunta formulada. Muestran uso de símbolos y lenguaje químico. | |

Tabla 14. Rúbrica para elaborar explicaciones finales

| Valor | Desempeño | Criterio |
|-------|---|--|
| 0 | No elaboran proposiciones ordenadas y lógicas a partir de las preguntas formuladas de la situación problema. | Elaboración de explicaciones finales al problema |
| 1 | Elaboran proposiciones poco ordenadas y lógicas a partir de las preguntas formuladas de la situación problema sin considerar su investigación. No hacen uso de lenguaje químico. | |
| 2 | Elaboran proposiciones ordenadas y lógicas a partir de las preguntas formuladas de la situación problema, consideran pocos datos de su investigación. Pueden hacer uso de pocos conceptos químicos. | |
| 3 | Elaboran proposiciones ordenadas y lógicas a partir de las preguntas formuladas de la situación problema, consideran algunos datos de su investigación. Pueden hacer uso de algunos conceptos y lenguaje químicos. | |
| 4 | Elaboran proposiciones ordenadas y lógicas a partir de las preguntas formuladas de la situación problema, consideran todos los datos de su investigación. Pueden hacer uso de varios conceptos y lenguaje químicos. | |

Tabla 15. Rubrica para comunicar resultados

| Valor | Desempeño | Criterio |
|-------|--|----------------------------|
| 0 | No presentan | Comunicación de resultados |
| 1 | <p>Prepararon el discurso muy deficiente sin considerar pocos de los siguientes elementos: objetivos, el contexto y el tiempo y documentación.</p> <p>Identificaron pocas ideas, no se siguió la estructura del discurso, no emplearon herramientas de apoyo como laminas, presentación digital, otros.</p> <p>Emplearon un lenguaje poco asertivo en la presentación, así como el volumen, tono, dicción y entonación dificultaron la transmisión del mensaje.</p> <p>El lenguaje no verbal fue poco asertivamente en sus posturas y gestos, no usaron lenguaje científico.</p> <p>No lograron captar el interés del público. El mensaje no fue comprendido.</p> | |
| 2 | <p>Prepararon el discurso poco deficiente consideraron algunos de los siguientes elementos: objetivos, el contexto y el tiempo y falta documentación.</p> <p>Identificaron algunas ideas, siguieron algunas ideas de la estructura discurso, emplearon herramientas de apoyo como laminas, presentación digital, otros. Presentaron algunos errores en laminas</p> <p>Emplearon un lenguaje algo asertivo en la presentación, así como el volumen, tono, dicción y entonación permitió captar algunas ideas del mensaje.</p> <p>El lenguaje no verbal fue algo asertivamente en sus posturas y gestos. Usaron poco lenguaje científico.</p> <p>Lograron captar en algún momento el interés del público. El mensaje no fue comprendido en su totalidad.</p> | |
| 3 | <p>Prepararon el discurso, consideraron casi todos los objetivos, el contexto y el tiempo. Se documentan.</p> <p>Identificaron las ideas, siguieron la estructura del discurso, emplearon herramientas de apoyo como laminas, presentación digital, otros. Presentaron pocos errores en laminas.</p> <p>Emplearon lenguaje asertivo en la mayoría del tiempo en su presentación, volumen, tono, dicción y entonación facilitaron la transmisión del mensaje.</p> <p>Usaron frecuentemente el lenguaje no verbal asertivo en sus las posturas y gestos.</p> <p>Lograron captar frecuentemente el interés del público. El mensaje fue comprendido.</p> | |
| 4 | <p>Prepararon el discurso, considero los objetivos, el contexto y el tiempo. Se documentan ampliamente.</p> <p>Identificaron las ideas, siguieron la estructura del discurso, emplearon herramientas de apoyo como laminas, presentación digital, otros.</p> <p>Emplearon lenguaje asertivo en la presentación, volumen, tono, dicción y entonación facilitaron la transmisión del mensaje.</p> <p>Usaron asertivamente el lenguaje no verbal en sus las posturas y gestos.</p> <p>Lograron captar el interés del público. El mensaje fue comprendido.</p> | |

4.6 Descripción del uso de estadísticas descriptivas

Para registrar el desarrollo de las habilidades científicas al resolver el caso de ABP, en los doce equipos de la Escuela Nacional Preparatoria y del Colegio de Bachilleres, se formuló una matriz con valores del 0 al 4.

| | | EQUIPOS | | | | | | | | | | | |
|---|--|---------|---|---|---|---|---|---|---|---|----|----|----|
| | Habilidad | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
| 1 | Selección y registro de datos | | | | | | | | | | | | |
| 2 | Formulación de preguntas | | | | | | | | | | | | |
| 3 | Elaboración de explicaciones | | | | | | | | | | | | |
| 4 | Identificación de objetivos de aprendizaje | | | | | | | | | | | | |
| 5 | Búsqueda y selección de información | | | | | | | | | | | | |
| 6 | Organización de la información | | | | | | | | | | | | |
| 7 | Elaboración de la explicación final | | | | | | | | | | | | |
| 8 | Comunicación de resultados | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | |

Al finalizar el problema se sumaron los valores obtenidos en cada etapa del ABP, que coloca al equipo en un nivel como: destacado, bueno, suficiente, insuficiente y no entregó. En la tabla 16 se describe las habilidades esperadas en cada nivel de las etapas o variables de estudio.

Tabla 16. Descripción de los valores de las variables

| Nivel | Rango | Descriptor |
|-------|---------|--|
| 0 | (0-6) | En el nivel 0 los estudiantes aplican muy pocas de las habilidades de pensamiento científico esperado como: identificar problemas, formular preguntas de carácter científico, obtener información, registrarla y sistematizarla para responder a sus preguntas, consultando fuentes relevantes. No contrastan información obtenida con sus planteamientos iniciales y falta desarrollar habilidades para comunicar sus conclusiones, así como usar recursos como diagramas, tablas de datos, presentaciones, gráficas y tecnologías de la comunicación. |
| 1 | (7-13) | En el nivel 1 los estudiantes aplican pocas de las habilidades de pensamiento científico esperado como: identificar problemas, formular preguntas de carácter científico, obtener información, registrarla y sistematizarla para responder a sus preguntas, consultando fuentes relevantes. Contrastan poca información obtenida con sus planteamientos iniciales y falta desarrollar habilidades para comunicar sus conclusiones. Usan pocos recursos como diagramas, tablas de datos, presentaciones, gráficas, así como las tecnologías de la comunicación. |
| 2 | (14-19) | En el nivel 2 los estudiantes aplican algunas de las habilidades de pensamiento científico esperado como: identificar problemas, formular preguntas de carácter científico, obtener información, registrarla y sistematizarla para responder a sus preguntas, consultando fuentes relevantes. Contrasta información obtenida con sus planteamientos iniciales y comunica sus conclusiones usando recursos como diagramas, tablas de datos, presentaciones, gráficas, así como las tecnologías de la comunicación. |
| 3 | (20-26) | En el nivel 3 los estudiantes aplican casi todas las habilidades de pensamiento científico esperado como: identificar problemas, formular preguntas de carácter científico, obtener información, registrarla y sistematizarla para responder a sus preguntas, consultando fuentes relevantes. Contrasta información obtenida con sus planteamientos iniciales y comunica sus conclusiones usando recursos como diagramas, tablas de datos, presentaciones, gráficas, así como las tecnologías de la comunicación. |
| 4 | (27-32) | En el nivel 4 los estudiantes aplican las habilidades de pensamiento científico esperado como: identificar problemas, formular preguntas de carácter científico, obtener información, registrarla y sistematizarla para responder a sus preguntas, consultando fuentes relevantes. Contrasta información obtenida con sus planteamientos iniciales y comunica sus conclusiones usando recursos como diagramas, tablas de datos, presentaciones, gráficas, así como las tecnologías de la comunicación. |

Resultados

En las tablas 17 y 18 se muestran los resultados de la evaluación de los estudiantes durante la solución del caso de ABP.

Tabla 17. Resultados de la evaluación de las habilidades para los equipos de la ENP

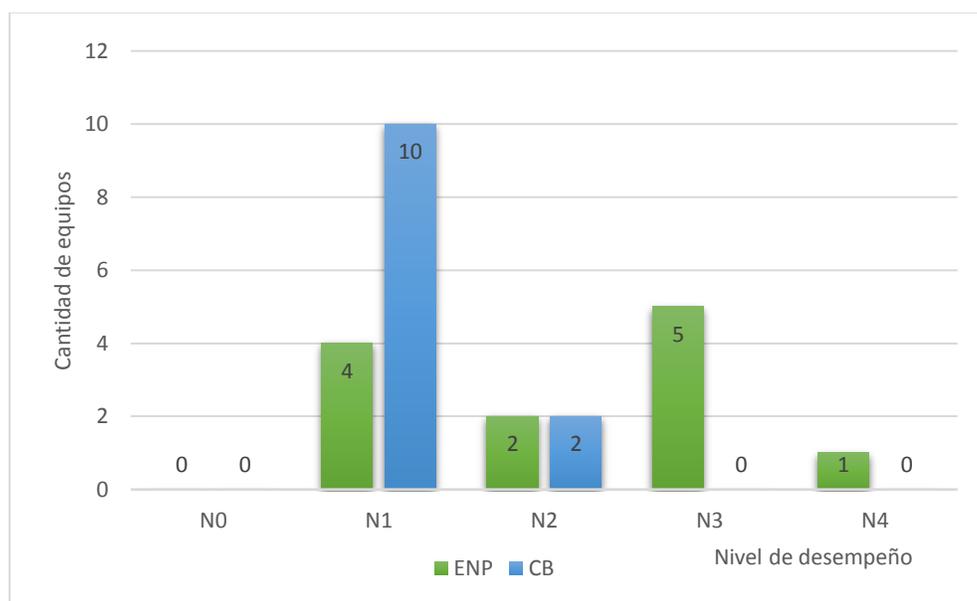
| | | EQUIPOS | | | | | | | | | | | |
|---|--|---------|----|----|----|----|----|----|----|---|----|----|----|
| | Habilidad | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
| 1 | Identificación de pistas | 1 | 1 | 2 | 4 | 2 | 2 | 3 | 2 | 1 | 1 | 4 | 1 |
| 2 | Formulación de preguntas | 2 | 2 | 3 | 2 | 3 | 3 | 2 | 3 | 2 | 1 | 3 | 2 |
| 3 | Elaboración de explicaciones | 2 | 3 | 4 | 3 | 3 | 1 | 4 | 1 | 1 | 1 | 3 | 2 |
| 4 | Identificación de objetivos de aprendizaje | 3 | 1 | 4 | 1 | 4 | 2 | 2 | 3 | 1 | 0 | 1 | 3 |
| 5 | Búsqueda y registro de información | 3 | 1 | 0 | 3 | 4 | 2 | 3 | 4 | 0 | 2 | 4 | 2 |
| 6 | Organización de la información | 2 | 0 | 2 | 3 | 4 | 0 | 4 | 4 | 0 | 0 | 0 | 2 |
| 7 | Elaboración de explicación final al problema | 3 | 2 | 3 | 4 | 4 | 0 | 4 | 3 | 2 | 3 | 4 | 3 |
| 8 | Comunicación de resultados | 3 | 3 | 4 | 4 | 4 | 3 | 4 | 4 | 2 | 4 | 4 | 3 |
| | Suma | 19 | 13 | 22 | 24 | 28 | 13 | 26 | 24 | 9 | 12 | 23 | 18 |
| | Nivel | 2 | 1 | 3 | 3 | 4 | 1 | 3 | 3 | 1 | 1 | 3 | 2 |

Tabla 18. Resultados de la evaluación de las habilidades para los equipos de CB

| | | EQUIPOS | | | | | | | | | | | |
|---|--|---------|---|---|---|----|---|---|---|----|----|----|----|
| | Habilidad | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
| 1 | Identificación de pistas | 1 | 4 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 2 | Formulación de preguntas | 2 | 1 | 3 | 3 | 2 | 3 | 2 | 2 | 4 | 3 | 2 | 2 |
| 3 | Elaboración de explicaciones previas | 1 | 1 | 1 | 1 | 2 | 1 | 1 | 1 | 1 | 2 | 1 | 2 |
| 4 | Identificación de objetivos de aprendizaje | 1 | 1 | 2 | 2 | 2 | 2 | 1 | 1 | 2 | 1 | 2 | 2 |
| 5 | Búsqueda y registro de información | 1 | 0 | 1 | 2 | 3 | 1 | 2 | 1 | 2 | 1 | 0 | 1 |
| 6 | Organización de la información | 4 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 |
| 7 | Elaboración de explicación final al problema | 4 | 1 | 1 | 0 | 3 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 |
| 8 | Comunicación de resultados | 3 | 1 | 1 | 1 | 3 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 2 |
| | Suma | 17 | 9 | 9 | 9 | 16 | 9 | 9 | 7 | 11 | 11 | 8 | 10 |
| | Nivel | 2 | 1 | 1 | 1 | 2 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |

Los valores de las variables de estudio (habilidades) presentadas en la Tabla 17 y 18, el nivel 0 es no presentó, nivel 1= insuficiente, nivel 2 =suficiente, nivel 3= bueno y nivel 4 =destacado.

En la gráfica 1, observamos que en el nivel 1 (NI), nivel de insuficiencia, se encuentran la mayoría de los equipos del colegio de bachilleres, 10 equipos de 12. Lo que indica dificultad al usar su experiencia al dar una posible solución al problema, reconocer información relevante para resolver el problema, planteamiento de los objetivos de la investigación y comunicación de resultados.



Gráfica 1. Evaluación de las habilidades de pensamiento científico con la metodología del ABP

Para los equipos de la ENP, observamos que una tercera parte se encuentran en este mismo nivel, (cuatro equipos de doce) presentando las mismas dificultades en las habilidades como reconocer datos relevantes para resolver el problema, elaborar explicaciones iniciales con base en su experiencia, y reconocer los objetivos de aprendizaje.

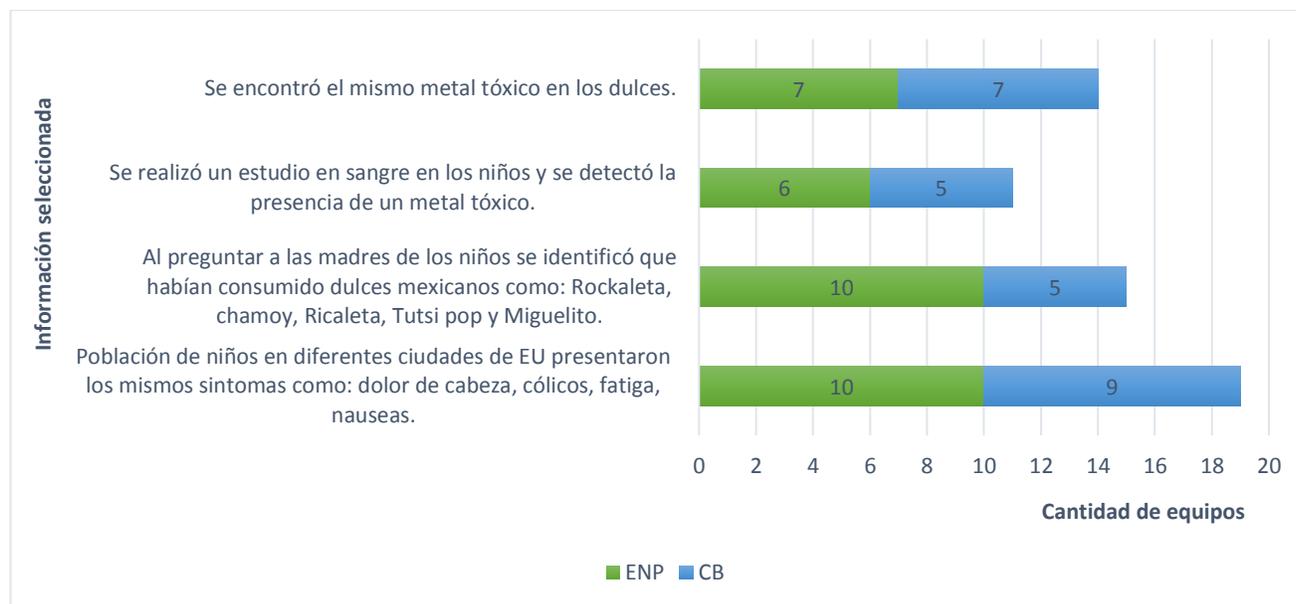
En el nivel 2 (N2), nivel de suficiencia se encuentran dos equipos de CB y dos equipos de ENP, lo que significa que los estudiantes aplican algunas habilidades para resolver un problema como formular preguntas e identificar objetivos de aprendizaje. Mas adelante veremos el tipo de preguntas formuladas y los objetivos planteados.

En el nivel 3 (N3), nivel bueno no hay ningún grupo de CB que muestre habilidades para este nivel. Para la ENP, cinco equipos de doce se encuentran en este nivel, que indica que los estudiantes emplean casi todas las habilidades de pensamiento científico como: formular preguntas que lleven a la solución del problema, obtienen y registran información, para responder a sus preguntas, consultando fuentes relevantes, generan una explicación empleando la información obtenida y comunican sus conclusiones usando recursos como diagramas, tablas de datos, presentaciones, graficas, así como las tecnologías de la comunicación.

En el cuarto nivel (N4), nivel destacado encontramos un equipo de la ENP y ningún equipo de CB. En este nivel los estudiantes aplican las habilidades de pensamiento científico esperado como: identificar problemas, formular preguntas de carácter científico, obtener información, registrarla y sistematizarla para responder a sus preguntas, consultando fuentes relevantes y comunica sus resultados usando recursos como diagramas, tablas de datos, presentaciones, gráfica.

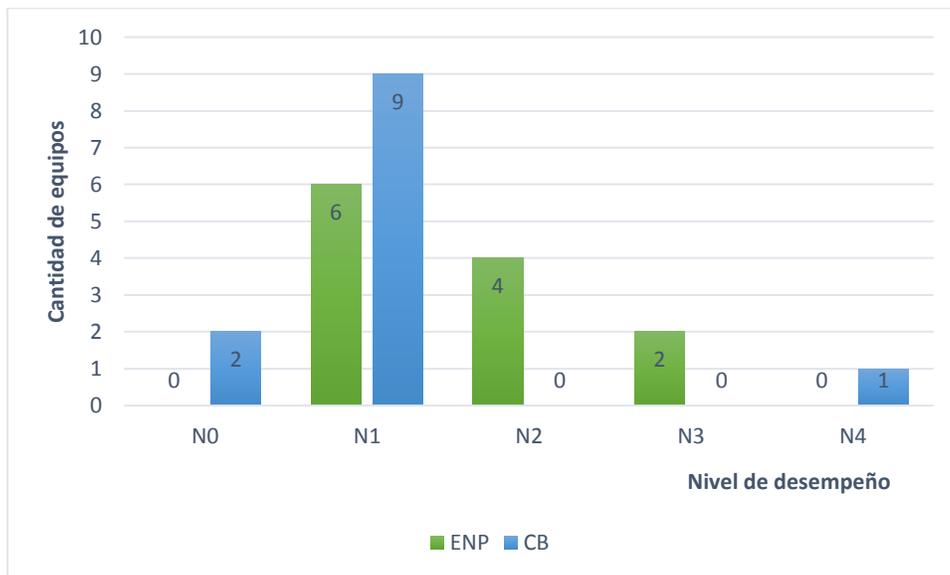
5.1 Habilidad para reconocer pistas (datos y hechos)

Las habilidades de pensamiento asociadas a estos procesos son: seleccionar información relevante y relacionar la información proporcionada por el texto con el propio marco de referencia o conocimientos sobre el tema. En la Gráfica 2 se observa el tipo de información seleccionada por los estudiantes. Siete equipos del CB y de la ENP consideraron como pista que el metal tóxico encontrado fue el mismo en todos los dulces. Casi la mitad de los equipos de ambas escuelas reconocieron como dato relevante el estudio en sangre de los niños en donde se detectó la presencia del metal. Seis equipos de ambas escuelas no consideraron relevante el nombre de los dulces con problemas y cinco equipos, también de ambas escuelas no reconocieron los síntomas presentados por el consumo de estas golosinas.



Gráfica 2. Habilidad para reconocer pistas del texto

La manera como cada equipo interactúa con la información, dará pie a los procesos de aprendizaje esperados. Como primer momento vemos una diferencia en como cada grupo se vincula con la información presentada. Así que esta vinculación nos proporciona información acerca de cómo los estudiantes comprenden e interpretan el texto, actos que favorecen la solución del problema. En la gráfica 3, se presenta el resultado obtenido de los grupos al identificar información relevante que ayuda a la comprensión del problema, la cual se obtuvo a partir de la rúbrica “Identificación de Pistas” (Tabla 18).



Gráfica 3. Habilidad para identificar pistas

En la gráfica 3 nos damos cuenta que dos equipos del CB se ubican en el nivel cero, (N0) que significa que estos grupos seleccionaron uno o dos datos del problema que poco ayudó a su comprensión y solución. Ningún equipo de la ENP se encuentra en este nivel.

En el nivel uno (N1), encontramos nueve equipos de CB y seis equipos de ENP. De acuerdo con la rúbrica mencionada, los estudiantes en este nivel lograron seleccionar información explícita en el texto, pero no realizaron asociaciones entre ésta y sus conocimientos previos sobre los dulces, algunos ejemplos son:

- Presencia de un metal tóxico
- Mismos síntomas
- Golosinas elaboradas en nuestro país
- Usuarios: niños
- La fabricación de dulces tóxicos

En el (N2), encontramos 4 equipos de la ENP y ningún equipo de CB. En este nivel los estudiantes reconocen información relevante del texto, realizan asociaciones entre la información y su conocimiento cotidiano. Al hacer esta asociación el alumno le da un significado a la información seleccionada y puede referir su experiencia al problema, como indicaron a continuación:

- Todos tienen empaques de plástico
- Todos los dulces son ácidos y picantes

Dos equipos de la ENP se encuentran en el (N3), y ningún equipo de CB. Este nivel indica que los estudiantes seleccionaron información y pudieron hacer algunas inferencias (cuando la información no es evidente), dado que realizan una asociación entre el texto y su experiencia como se indica a continuación:

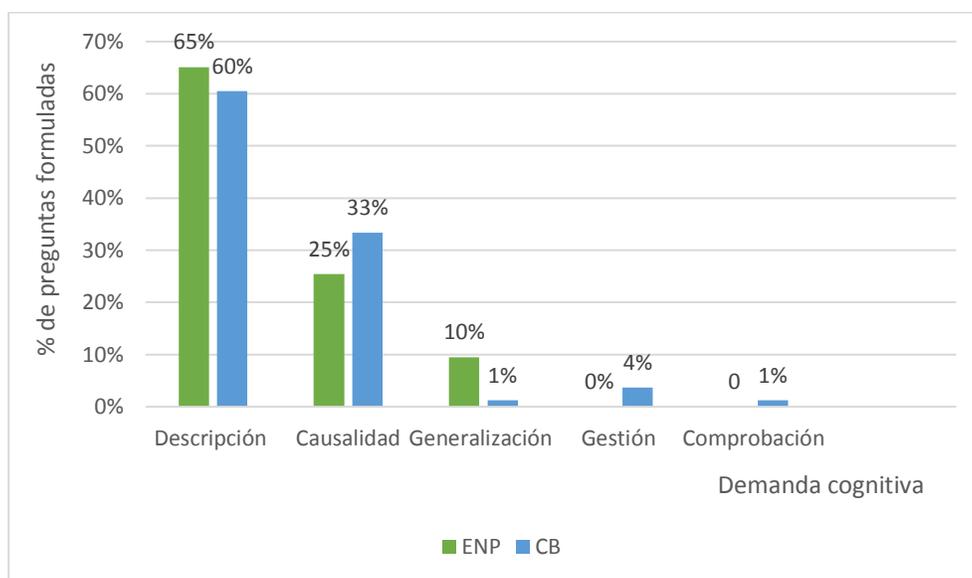
- Todos los dulces contienen azúcar, contienen una coloración roja.
- Los dulces mencionados tienen alguna relación con los colorantes

Como último nivel de acuerdo con los criterios INEE,2012 para la comprensión de textos, el lector proporciona una valoración de la información sobre alguna información del texto, lo cual consideramos que está haciendo un acto reflexivo del contenido, un equipo del CB, lo consideramos en este nivel, al emitir la siguiente valoración:

- Los ingredientes con los que se llevaron a cabo la elaboración no fueron los correctos.

5.2 Habilidad para formular preguntas

Entre ambos equipos de CB y ENP (24 equipos) se formularon en total 144 preguntas, siendo los estudiantes del CB, quienes formularon un poco más con 81 preguntas (56%) y 63 los estudiantes de ENP (44%). Las preguntas se clasificaron de acuerdo con la demanda cognitiva propuesta por Sanmartí y Harlen (2000), en descriptivas, generalización, causalidad, gestión y comprobación, obteniendo la siguiente distribución observada en la gráfica 4.



Gráfica 4. Demanda de las preguntas

Preguntas de descripción

En la gráfica 4, observamos que más de la mitad de las preguntas formuladas por ambas poblaciones, corresponden a preguntas descriptivas, las cuales solicitan información objetiva básicas orientada a llenar vacíos de conocimiento, como conocer el metal tóxico que se encontraba en los dulces.

Preguntas de causalidad

La segunda categoría con más preguntas formuladas fue de causalidad, en la misma gráfica observamos que la cuarta parte de las preguntas corresponden a los equipos de la ENP y el 33% para CB, el tipo de cuestionamientos en común fueron:

- ¿Cómo llegó el metal a los dulces? o ¿Por qué el metal se encuentra en los dulces?
- ¿Por qué llegó el metal a la fábrica?

Ambas categorías, tanto descriptivas como causales, de acuerdo con Harlen (2000) no son preguntas investigables, si bien son necesarias para llenar los vacíos en la información y tener una mejor comprensión de la situación requieren menor carga cognitiva ya que las preguntas descriptivas son cerradas, requieren una sola fuente de investigación para ser respondida. Las preguntas causales, si bien son preguntas abiertas, requieren diversas fuentes de investigación para dar con la respuesta.

Preguntas de Generalización

En una menor proporción se formularon preguntas de generalización, la cual solicita localizar características comunes o identificar un patrón de un fenómeno. El 10% de los equipos de la ENP y un 1% de CB formularon preguntas con estas características, un ejemplo de este tipo de pregunta fue:

- ¿Qué tienen en común estos dulces?

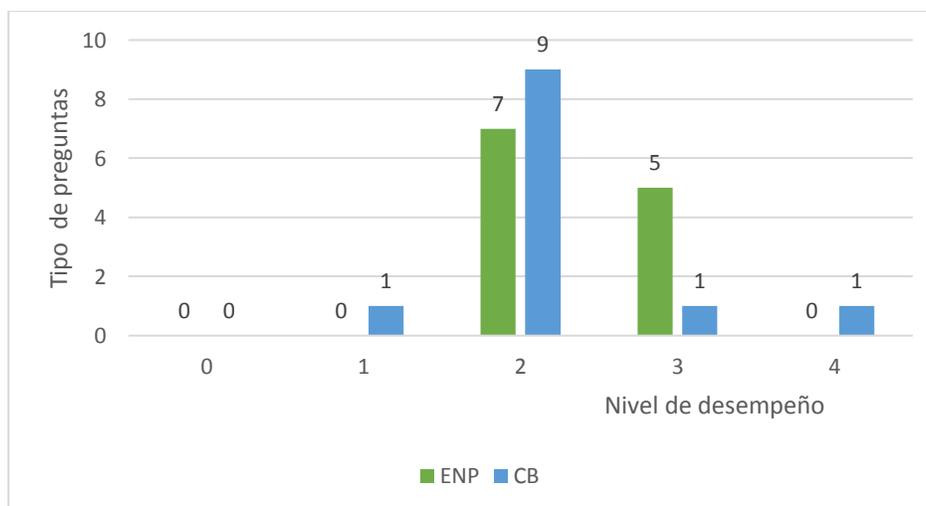
Preguntas de Gestión

Las preguntas de gestión son aquellas que hacen referencia a qué se puede hacer para propiciar un cambio, para resolver un problema o para evitar una situación. Ningún equipo de la ENP formuló preguntas con esta característica, mientras el 4% de los equipos de CB presentó este tipo de pregunta:

- ¿Qué podríamos hacer para que esto no sucediera?
- ¿Cómo se controlaría este problema?

Las preguntas que requieren de mayor nivel cognitivo de acuerdo con la misma autora, son las de gestión, y comprobación. Como vemos en la gráfica 4, estas preguntas son las que se formulan en menor proporción.

Al aplicar la rúbrica de la tabla 9, formulación de preguntas, vimos que ningún equipo se encuentra en el nivel 0, que corresponde a la ausencia de preguntas. Como se observa en la gráfica 5.



Gráfica 5: Habilidad para formular preguntas

Un equipo de CB, formuló preguntas orientadas a obtener datos concretos, es decir de tipo descriptivas. Este nivel se clasifica como N1, y sus preguntas solicitan información textual la cual se puede encontrar en una sola fuente o se contesta en pocas palabras (Chamizo, 2017). Ningún equipo de la ENP se encuentra en este nivel.

La mayoría de los equipos de ambas escuelas se encuentran en el N2, que de acuerdo con la rúbrica (tabla 9) los estudiantes emplean parte de la información del texto para formular preguntas del tipo descriptivo y con algunos criterios de causalidad, orientados a obtener datos e indagar causas explicativas. En la gráfica 5 observamos que 7 equipos de la ENP y 9 equipos de CB se encuentran en este nivel. En este nivel, la demanda cognitiva es mayor que la descriptiva del N1 y menor que la de generalización o gestión N3, son preguntas abiertas cuya respuesta no está en un solo libro (Chamizo, 2017) y remite a un análisis, organización de hechos e identificación de relaciones causales.

En el Nivel N3 de la rúbrica, los estudiantes emplean parte de la información localizada del texto para formular solo algunas preguntas de tipo descriptivo y más de causalidad y de generalización, es decir, buscan datos para indagar causas explicativas, así como a obtener patrones.

Cinco equipos de la ENP se encuentran en este nivel y un equipo de CB, algunas preguntas son:

- ¿Todos los dulces mencionados comparten el mismo colorante?
- ¿Qué tienen en común los dulces?
- ¿Todos son de la misma empresa y por lo tanto utilizan el mismo colorante?

En el Nivel 4, los estudiantes emplean la información del texto para formular pocas preguntas de tipo descriptivas, algunas de causalidad y generalización. Plantean una de investigación o

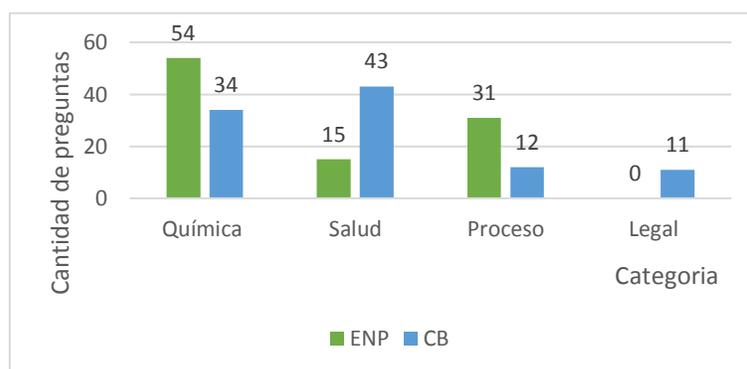
medición, es decir cuestionan sobre la información obtenida o como llegaron a saber algo, tal como se muestra en la siguiente pregunta elabora por un equipo del CB:

- ¿Cómo lograron saber que era un metal tóxico?

Esta pregunta implica una mayor demanda cognitiva, debido a que su respuesta implica una investigación en diferentes líneas como: procedimental, conceptual e histórica, para conocer que hicieron para llegar a ese resultado.

Contenido de las preguntas

Si bien la demanda cognitiva implica la complejidad de la pregunta, así como la construcción de la respuesta, autores como Chin (2008) refieren que las preguntas están orientadas al interés de los alumnos, a lo que ellos quieren conocer. Es por ello que una pregunta tiene y dirige un contenido. De las 144 preguntas formuladas por los 24 equipos se analizó el contenido y se identificaron cuatro categorías: Químico, Salud, Proceso de manufactura y Legalidad. En la gráfica 6 observamos que los equipos de la ENP sus preguntas tienen mayor contenido sobre los temas de química, mientras que para los equipos de CB, el contenido mayor en sus preguntas fue el de la salud.



Gráfica 6. Contenido de las preguntas

En menor medida se encontró que formularon preguntas cuyo contenido sugería aspectos legales.

Contenidos de Química

Los contenidos científicos de la asignatura se identificaron en: Identidad de la sustancia, es decir de qué metal se está indagando, así como las posibles sustancias químicas que puedan ser las portadoras del metal. El segundo contenido fue el de las propiedades físicas y químicas del metal tóxico, y finalmente la concentración del metal que puede ocasionar los síntomas de intoxicación o la presencia de los síntomas.

Identidad de la sustancia

Sobre la identidad de la sustancia, la pregunta que se formulo fue:

- ¿Qué metal es?

Es una pregunta cerrada, descriptiva que busca delimitar y buscar hechos precisos. El 67% de los equipos de la ENP la

formularon, ya que el resto conocía el metal en cuestión. Mientras el 100% de los equipos del CB la formularon, lo que nos indica que no tenían conocimiento de la sustancia tóxica en las golosinas.

Composición

Otro de los contenidos identificados en las preguntas de los equipos de la ENP, se refiere a la necesidad de conocer la composición química de algunos materiales como los ingredientes de los dulces. En las preguntas de los equipos del CB, fue muy reducido las preguntas que indagan sobre la composición de algún material, como es el siguiente caso:

- ¿Puede ser que, en el momento de elaborar los dulces, los recipientes dónde se hacen se hayan ido algunas partículas?

En cuanto a los estudiantes de la ENP, sus preguntas continúan la dirección, de conocer la composición básicamente de dos tipos de materiales: ingredientes de los dulces y envoltura. Sobre los ingredientes, se desea conocer quiénes son estos, específicamente se indaga sobre los colorantes que utilizan. En esta pregunta, se percibe los conocimientos previos que tienen los estudiantes, ya que saben que el plomo se encuentra en alguna pintura, pero desconocen en cual, y si esta pertenece a los ingredientes o a la envoltura. Las preguntas formuladas fueron:

- ¿Qué ingredientes tienen?
- ¿Los dulces mencionados comparten el mismo colorante?
- ¿Qué tienen en común los dulces?
- ¿Todos los dulces utilizan el mismo colorante?

En cuanto a la envoltura, algunos grupos de la ENP, se plantearon la necesidad de conocer si el metal tóxico podría estar en los materiales que forman las envolturas:

- ¿Podría contener el empaque el metal tóxico?
- ¿Cuáles son los componentes de la envoltura?
- ¿De dónde viene, del dulce o del plástico?

Propiedades del metal

El segundo contenido químico que surge es el de las propiedades del metal. Los estudiantes de la ENP, formulan menos preguntas sobre este contenido, dos equipos formularon las siguientes preguntas:

- ¿Qué propiedades tiene el metal toxico mencionado?
- ¿En qué estado de agregación se encontraba el metal?

Ambas preguntas son cerradas, una vez que se conozca el metal, las fuentes que brindan información sobre las propiedades son específicas como las hojas de seguridad, las cuales brindan esta información. Al igual que las anteriores preguntas buscan conocer más características del problema. Conocer las propiedades tóxicas del metal fue el mayor interés que manifestaron los estudiantes del CB, en la categoría de química, sus preguntas fueron:

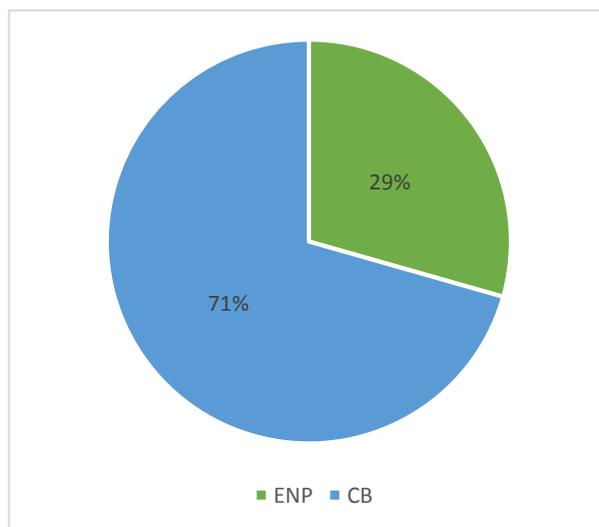
- ¿Qué hace al metal toxico?
- ¿Qué tan tóxico es el metal?
- ¿Qué grado de toxicidad puede tener el metal?
- ¿Cómo lograron saber que era un metal tóxico?,
- ¿Cómo es que no se detecta el sabor del metal?
- ¿Puede causar adicción?

De acuerdo con Harlen y Sanmartí (2008) estas preguntas solicitan información sobre el fenómeno para describirlo o en el caso de Chamizo (2017) las preguntas que inician con ¿Cómo? Son semiabiertas, cuya respuesta no está en un lugar determinado de un libro. Además de solicitar información de como se ha llegado a tal aseveración.

Contenido Salud

Para los estudiantes del CB, como primera categoría de interés identificada fue el de salud, sus preguntas se enfocaron en conocer sobre:

- ¿Qué tan mortal es el metal tóxico en nuestro cuerpo?
- ¿Por qué no afecta a los adultos?
- ¿Podría causar la muerte?
- ¿Puede causar una enfermedad crónica?
- ¿Por qué afecta principalmente a niños?
- ¿Tiene cura?
- ¿Afecta al sistema inmunológico?
- ¿Cuál es el tratamiento para los síntomas?



Gráfica 7. Categoría Salud

Los estudiantes de la ENP, se preguntan también por situaciones relacionadas con la salud, pero en menor medida, la mayoría de sus preguntas requieren conocer sobre cómo se hace o cómo se podría saber, por ejemplo:

- ¿Cómo repercute en el cuerpo humano?
- ¿Cómo se extrae o se desintoxica la sangre que está contaminada por este metal?
- ¿Qué problemas a largo plazo puede ocasionar este producto en los niños?
- ¿Por qué los síntomas presentados son derivados del malestar estomacal?

Un estudio mencionado por Chin (2008), menciona que los estudiantes más jóvenes, menores a 16 años, como los de secundaria, tienden a tener más interés en temas de biología y tecnología, mientras muestran un interés relativamente bajo en temas de química y física. El 60% de los estudiantes de CB tiene 15 años y el 40% 16 años, mientras que en la ENP el 70% tiene 16 años.

Lo que podría explicar la razón por la cual la población de estudiantes del CB, sesgaron los datos de la situación problema eligiendo como principal los síntomas presentados, es decir, se enfocaron al padecimiento, y sus preguntas derivaron en este interés, dejando de lado el material que contiene el metal tóxico. Las preguntas formuladas por los grupos de la ENP relacionadas con el contenido químico, evidencian los conocimientos previos de algunos estudiantes sobre el problema, así lo muestran sus preguntas las cuales se dirigieron en indagar sobre los colorantes de los ingredientes o la envoltura o sobre los materiales de la envoltura. Para quienes desconocían de la situación, indujeron que podría estar en algunos de los ingredientes de los dulces. Así, vemos que también la habilidad de formular preguntas depende de factores contextuales como el conocimiento previo, por lo que desconocer información específica, sus preguntas solicitan

información descriptiva del problema enfocada a ciertos materiales que delimita el problema y que toma la dirección esperada en el problema validado del ABP.

Contenido del Proceso

Otro de los contenidos identificados, está relacionado con el proceso de elaboración de los dulces, este contenido fue el segundo identificado por los estudiantes de la ENP. Las características que aborda son las etapas de elaboración de los dulces, los insumos materiales que se requieren como materias primas, el lugar dónde se produce, la cadena de distribución y los controles de calidad en las empresas productoras y proveedores. De esta categoría, los grupos de la ENP formularon 12 preguntas y los de CB 7. En ambos grupos aparece la necesidad de conocer aspectos sobre higiene, control de calidad, ambiente y empresas involucradas. Ejemplos de preguntas formuladas fueron:

- ¿Cuál es el proceso de elaboración de los dulces?
- ¿Cuáles son las condiciones de transporte?
- ¿Quiénes son los distribuidores?
- ¿Cuáles son los controles de calidad que se tienen?
- ¿Cuántas empresas presentan el mismo problema?

Podemos observar que son preguntas que solicitan una respuesta descriptiva y concreta, por lo que se clasifican como cerradas y tienen el propósito de conocer más el problema y delimitarlo. En esta categoría, el 95% de las preguntas fueron cerradas.

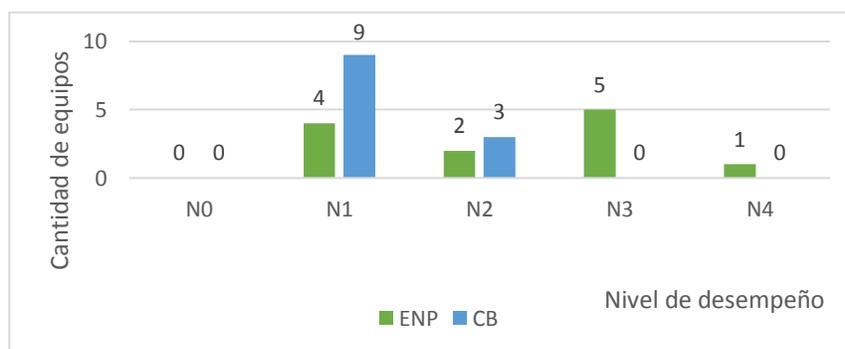
Contenido Legal

De esta categoría surgen preguntas con respecto a la responsabilidad de productores y gobierno al permitir la venta de productos con niveles por arriba de los límites indicados en las Normas de Salud de México y Estados Unidos. En la gráfica 6, se observa que los estudiantes del CB, presentan mayor interés en indagar la situación legal de los responsables que comercializan los dulces y la acción de las autoridades. Es así, que sus preguntas están orientadas en conocer más información como:

- ¿Quiénes son los responsables del problema?
- ¿Por qué no llevaron el caso a la corte?
- ¿Por qué se sigue distribuyendo si es tóxico?
- ¿Por qué el gobierno permite la existencia de este metal en productos de consumo infantil?

5.3 Habilidad para elaborar explicaciones

En esta etapa de ABP los estudiantes elaboran explicaciones. Utilizamos la rúbrica de la tabla 9 para valorar la elaboración de una explicación a las preguntas: Los resultados se muestran en la gráfica 8. Habilidad para elaborar explicaciones.



Gráfica 8. Habilidad para elaborar explicaciones

Ningún equipo se encuentra en el nivel cero, es decir, todos los equipos realizaron enunciados o proposiciones a partir de las preguntas formuladas de la situación problema. Cuatro equipos de la ENP y nueve de CB se encuentran en el nivel uno (N1), esto nos indica que elaboraron proposiciones poco ordenadas y con cierta lógica, considerando un factor causal a la situación el cual no está ligado a su experiencia y no emplean lenguaje químico en su construcción. Algunos ejemplos de los equipos de CB son:

- El metal que está en los dulces es el aluminio, la fábrica no se percató ya que fue un problema del área de limpieza. Un producto en mal estado. Por descuido de limpieza de un empleado.
- El metal identificado puede ser alguno de estos: sodio, mercurio, potasio, zinc, aluminio o plomo. Puede afectar a todos.
- Puede tener más químicos que no sabemos.
- El metal se encuentra en los dulces por algún descuido de los trabajadores de la fábrica o por un accidente.
- El sabor del metal no se detecta por los saborizantes que contienen los dulces.

Los metales que consideraron que podrían causar intoxicación fueron:

- El 45% indicó que fue el aluminio, el 31% al plomo, 12% al mercurio y 12% al zinc.

Las causas atribuidas fueron:

- El 30% considera que las máquinas donde se producen los dulces fueron las que los contaminaron.
- El 20% considera que fueron los productos de limpieza,
- El 10% al ambiente.

Algunos ejemplos de equipos de ENP

- El metal pudo presentarse por el desgaste que tienen las maquinas que los fabrican
- El uso de maquinarias con plomo contaminó los dulces
- Las causas de la contaminación podrían ser diversas, desde una reacción química, la falla de alguna máquina, o contaminación durante el transporte
- Creemos que la empresa no tiene medidas de higiene necesarias.

En el nivel N2 se encuentran tres equipos del CB y dos de la ENP, lo que nos indica que los estudiantes elaboraron sus explicaciones utilizando su experiencia, es decir, en sus enunciados se reconoce un factor causal a los elementos que conforman a los dulces como son las envolturas o los ingredientes. Algunos ejemplos de los equipos de CB son:

- El metal se encuentra en los dulces por la manera de envolverlos o por el líquido de conservación.
- La empresa no está al tanto de que es lo que usan como ingredientes.
- Los productos tienen el metal por la envoltura.

Algunos ejemplos de los equipos de la ENP:

- El metal puede estar incluido en algún ingrediente o en el empaque que lo contiene
- El metal puede existir en un ingrediente en común
- Los ingredientes incluyen el uso del metal

En el nivel N3, se encuentran cinco equipos de la ENP y ningún equipo de CB, en este nivel los estudiantes consideran su experiencia y deducen factores causales infiriendo un patrón, ejemplo de lo anterior son los siguientes enunciados:

- Consideramos que el metal puede estar en los colorantes.
- Los dulces tienen en común una coloración rojiza y tienen azúcar.
- Puede ser que alguno de los ingredientes como el sabor o el colorante rojo tengan el metal
- El colorante de estos dulces puede estar altamente contaminado.

En el nivel cuatro (N4), se encuentra un equipo de la ENP, en este nivel los estudiantes elaboran su explicación utilizando su experiencia y deduciendo relaciones entre factores causales.

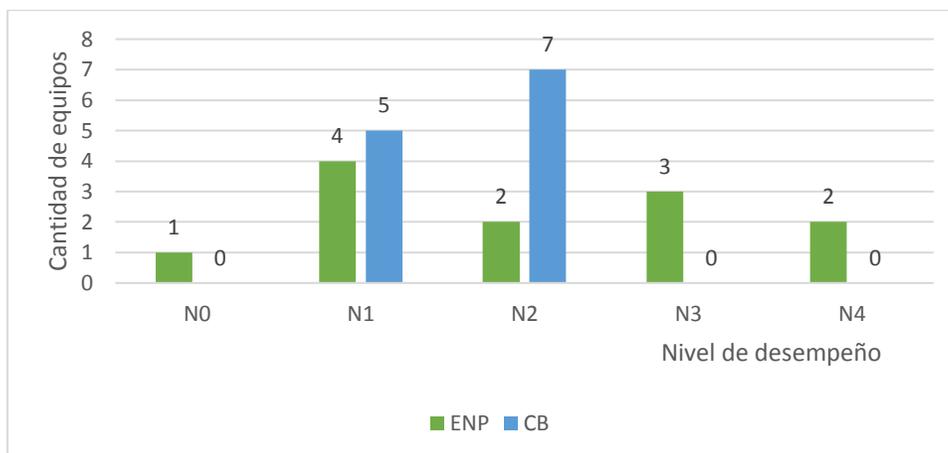
Por ejemplo:

- El suelo donde cultivan el chile pudiera estar altamente contaminado a causa de un insecticida.

En este ejemplo consideran al chile como el ingrediente contaminando, surge de la experiencia que tienen con los dulces, el factor causal es el uso de insecticidas que contaminan el suelo donde se cultiva el chile. Relacionan el suelo contaminado y la absorción de este a la planta de chile.

5.4 Formulación de objetivos de aprendizaje

En esta etapa, los estudiantes identifican los objetivos de aprendizaje, plantean lo que van a investigar. Se espera que los equipos identifiquen los materiales con los que fueron elaborados los dulces: empaque, ingredientes y tintas de empaque. En la gráfica 9 observamos la habilidad para elaborar objetivos de aprendizaje de los diferentes equipos de ambas poblaciones con base en la rúbrica de la tabla 10.



Gráfica 9. Habilidad para formular objetivos de aprendizaje

En el nivel cero N0, se ubican los equipos que no elaboran objetivos de aprendizaje. Un equipo de la ENP se encuentra en este nivel y ninguno de CB. En el N1 se ubican cuatro equipos de la ENP y cinco de CB. En este nivel los equipos formularon un objetivo de aprendizaje al identificaron un objeto de estudio (dulce, maquinaria o envoltura) pero no especificaron que se investigaría de este. Es ambiguo el objetivo. Algunos ejemplos son:

- Los ingredientes de todos los dulces encontrados
- La procedencia de los materiales para su elaboración
- Saber cómo funciona el producto
- La procedencia de los ingredientes
- Proceso de fabricación, medidas de higiene
- Tipo de materiales que utilizan para emplearlo

En el N2, se ubicaron dos equipos de la ENP y siete de CB. Formularon objetivos de aprendizaje reconociendo un objeto de estudio (materiales), especifican la acción a realizar como ver, checar y observar, sin embargo, son ambiguos o no pueden realizarse, ejemplo de estos se enlistan a continuación:

- Ir a la fábrica
- Ver el proceso de elaboración del dulce
- Ver los ingredientes
- Checar el proceso paso a paso
- Checar la maquinaria
- Observar la producción de la envoltura

Las acciones formuladas como ir, ver, checar, observar, no describen que es lo hay que ver u observar o checar. Lo que nos indica que los estudiantes consideran que al ir a una fábrica o ver el proceso de fabricación podría resolver el problema. En el nivel tres (N3), se encuentran tres equipos de la ENP y ningún equipo de CB. Aquí los estudiantes identifican un objeto de estudio y especifican acciones como investigar o conocer el objeto de estudio. Ejemplos de esto son los siguientes:

- Investigar los ingredientes de los dulces
- Conocer los ingredientes de los dulces
- Conocer la maquinaria empleada

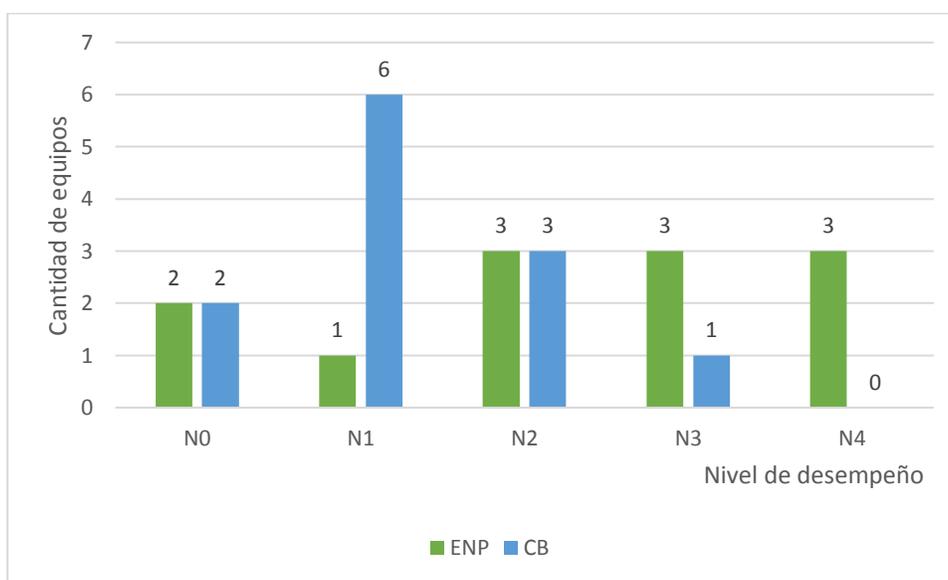
En el nivel cuatro (N4), se encuentran dos equipos de la ENP y ningún equipo de CB. Al igual que el nivel anterior se reconoce el objeto de estudio y las acciones a realizar como investigar y conocer. Los estudiantes especificaron que necesitaban conocer o investigar los componentes del material de estudio como:

- Investigar los componentes de la pintura
- Investigar los componentes del colorante

Al focalizar lo que se necesita investigar, nos podemos percatar que los equipos que llegaron al N4, presentan el término *componentes*, por lo que deducimos que tienen presente la definición de mezcla. Ningún equipo emplea términos químicos para especificar los objetivos como sustancias químicas o compuestos químicos.

5.5 Habilidad para buscar y seleccionar información

En esta etapa los estudiantes buscan información en la red sobre su objeto de estudio, la valoración de esta habilidad se encuentra en la gráfica 10, Habilidades para buscar y seleccionar información.



Gráfica 10. Habilidad para buscar información

Al emplear la rúbrica de la tabla 11. Habilidades para buscar y seleccionar información, obtuvimos los siguientes resultados presentados en la gráfica 10. En el nivel cero N0, que corresponde a los equipos que no buscaron ni seleccionaron información. Dos equipos de la ENP y dos equipos de CB se encuentran en este nivel.

En el nivel 1, identificamos a un equipo de la ENP y seis de CB. Esto nos indica que la información registrada por los alumnos no tiene relación con los objetivos de aprendizaje y con la pregunta formulada. Algunos ejemplos de la información que presentaron los equipos es la siguiente:

- “El metal toxico es el plomo y representa un riesgo para la salud en México, se evaluó una muestra de 171 niños de 2 a 6 años de edad desde el estudio de cohorte de exposición a la vida temprana en México hasta toxicidad ambiental”.
- “Se encontró que el colorante verde tiene cantidades de fosforo que es el posible contaminante del dulce; también se dice que el colorante verde es natural y no causa daño, se encuentra en: los medicamentos, productos de cuidado, productos cosméticos, dulces, bebidas, helados, sorbetes, medicamentos ingeridos, lápices etc.”
- “Marie Curie, en 1898 junto a su esposo un elemento nuevo extraído del uranio que tenía unas fascinantes propiedades curativas. Por este motivo, no tuvieron la menor duda de que sería beneficioso añadir el radio a la pasta de dientes, a los medicamentos e incluso al agua y la comida. Tal fue el impacto que tuvo en la sociedad de aquel entonces que, por su llamativo y brillante color **verde**, muchos diseñadores de joyas y de productos de belleza también se animaron a utilizarlo”

En el N2, encontramos tres equipos de la ENP y tres equipos de CB. Este nivel nos indica que la información registrada tiene poca relación con sus objetivos y su pregunta; no emplean lenguaje químico al referirse a las propiedades del objeto de estudio. Algunos ejemplos son:

- “Llama la atención que la mayoría de los caramelos citados por el equipo de la INSP en su estudio sobre el plomo tienen chile, chamoy o tamarindo. Aún no se sabe con exactitud por

qué, pero los productos de los que estos provienen —chiles o semillas de tamarindo, por ejemplo—, sobre todo si no son sometidos a un proceso de descontaminación, pueden presentar altos contenidos de plomo. A ello se suma que este tipo de dulces suelen presentarse en pequeños jarritos de barro, así como en envolturas de papel o plástico, todo lo cual pudo haber sido teñido con pinturas que contienen plomo y que es propenso a pulverizarse con el tiempo”.

En el N3 se encuentran tres equipos de la ENP y uno de CB; este nivel se caracteriza en que casi toda la información seleccionada y registrada por los alumnos corresponde con los objetivos de aprendizaje y con su pregunta formulada. Hacen uso de lenguaje químico. Son ejemplos:

- Las envolturas de dulces son de polietileno (PE). El polietileno (PE) es un polímero vinílico, hecho a partir del monómero etileno y es un material termoplástico transparente a translúcido, y es frecuentemente fabricado en finas láminas transparentes.

Una molécula del polietileno no es nada más que una cadena larga de átomos de carbono, con dos átomos de hidrógeno unidos a cada átomo de carbono. También se emplean para las envolturas las películas de polipropileno metalizada, orientada en dos ejes, soldada solamente por el lado no metalizado.
- “Los metales más usados en el diseño de máquinas son: Materiales férricos (Fe): los aceros, de muy buenas características mecánicas, de fácil moldeo y vulnerables a la corrosión; y los aceros inoxidable, resistentes a la corrosión, pero de coste mucho más elevado. Aleaciones del aluminio (Al): muy ligeras y resistentes a la corrosión, pero de características mecánicas más moderadas y precio más elevado

- En el caso del cultivo del chile, existe una plaga producida por un gusano llamado “Picudo del chile”, el cual se devora el interior del chile impidiéndole madurar, y para el control de la plaga se utiliza arseniato de plomo, este es un polvo pesado y blanco utilizado para matar insectos, malezas y roedores. Se ha visto que las raíces de las plantas tienden a absorber del suelo los residuos de plaguicidas”
- El ácido cítrico es un ácido orgánico tricarbóxico que está presente en la mayoría sobre todo en cítricos como el limón y la naranja. Es un buen conservante y antioxidante natural que se añade industrialmente en el envasado de muchos alimentos. Por su sabor agradable, baja toxicidad y otras propiedades fisicoquímicas, el ácido cítrico tiene un sinnúmero de aplicaciones. Es uno de los principales aditivos alimentarios, usado como conservante, antioxidante, acidulante y saborizante de golosinas, bebidas gaseosas y otros alimentos. Se lo usa además en la industria farmacéutica, para lograr efervescencia y sabor, y también como anticoagulante de la sangre.

En el N4 se encuentran tres equipos de la ENP y ningún equipo de CB. Este nivel nos indica que los estudiantes buscaron y seleccionaron información relacionada con sus objetivos de aprendizaje y con su pregunta. Emplean lenguaje químico y simbólico para referir su investigación, algunos ejemplos son:

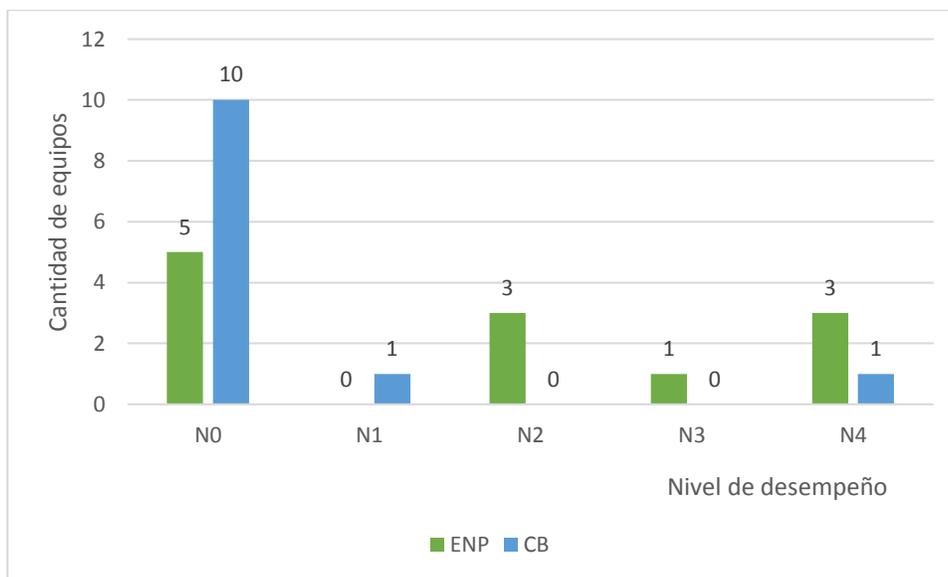
- “Existen diversos tipos de colorante rojo empleados en los productos alimenticios, como son: eritrosina (e-127), rojo allura ac (e-129). amaranto (e-123) y rojo ponceau 4r (e-124), de estos colorantes el colorante rojo allura ac (e-124) es el más común utilizado en dulces, es un colorante sintético que se trata de un compuesto azoderivado. Las fórmulas químicas de las sustancias que componen al colorante son: sal sódica del ácido 6-hidroxi-

5-((2-metoxi-5-4-sulfofenil)azo)-8-(2-metoxi-5-metil-4-sulfofenoxi) 2-naftalensulfónico
($C_{18}H_{14}N_2Na_2O_8S_2$, ($CH_3C_6H_4SO_3H$)”

- Para producir el “chamoy” comercial como tal, para producir este tipo de dulces se hacen uso de ingredientes como: sal yodada, goma xantana, rojo allura AC, carbonato y benzoato de sodio, ácido cítrico, glucosa o jarabe de maíz, derivados del almidón de maíz y chile. “Si observamos la fórmula química de estos ingredientes, veremos que algunas de ellas son: -Sal yodada ($NaCl$), -Ácido cítrico ($C_6H_8O_7$), -Goma xantana (un producto de la fermentación de la glucosa del maíz), -Rojo allura AC ($C_{18}H_{14}N_2Na_2O_8S_2$), -Benzoato de sodio ($NaC_6H_5CO_2$), -Glucosa ($C_6H_{12}O_6$) y -Chile ($C_{18}H_{27}NO_3$). “Como podemos observar, no hay presencia de plomo en la fórmula química de estos compuestos que forman los ingredientes para producir el sabor” chamoy” en los dulces.

5.5 Habilidad para organizar la información

La siguiente etapa del ABP es presentar la información en un organizador gráfico, sean tablas, mapas, cuadros. Se dio libertad a los estudiantes de elegir el organizador que mejor les funcionara. La valoración de esta habilidad se obtuvo al utilizar la rúbrica de la tabla 13 “habilidades para organizar la información”. Los resultados se encuentran en la gráfica 11.



Gráfica 11. Habilidad para organizar la información

El N0 se encuentran los equipos que no utilizaron un organizador gráfico para presentar su información, vemos que cinco equipos de la ENP y diez equipos de CB se encuentran en este nivel. El resto de los equipos utilizó algún organizador como mapa, diagrama, tablas, o cuadros conceptuales o sinópticos.

En el N1 se localiza un equipo de CB. Esto nos indica que los estudiantes emplearon un organizador para su información, sin embargo, está presentaba errores y no emplearon lenguaje químico, como nomenclatura química.

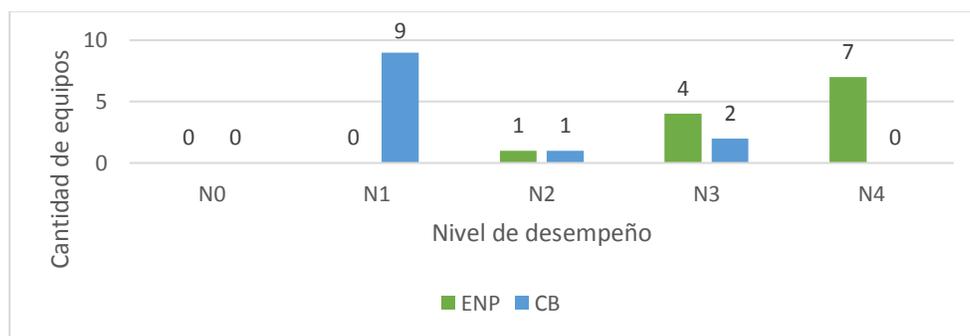
En el N2, se encuentran tres equipos de la ENP, aquí los estudiantes la información se organiza en tablas, cuadros sinópticos o esquemas, sin embargo, presentan algunos errores en la información y no emplean lenguaje químico.

En el N3, se encuentran los equipos que utilizan un organizador para presentar su información que contesta a su pregunta. No emplean lenguaje químico. En este nivel se encuentran un equipo de la ENP y ningún equipo de CB.

Finalmente, en el N4, además de utilizar un organizador, la información presentada contesta la pregunta de investigación y emplean lenguaje químico como formulas químicas y nombres de los compuestos químicos. En este nivel se encuentran tres equipos de la ENP y ningún equipo de CB.

5.6 Habilidad para comunicar resultados

En la gráfica 12 podemos observar los resultados de la valoración sobre la habilidad para comunicar resultados empleando la rúbrica de la tabla 15. Observamos que ningún equipo se encuentra en el nivel cero N0, es decir, que no comunicó sus resultados.



Gráfica 12. Habilidad para comunicar resultados

En el nivel 1 que indica que los equipos prepararon su discurso con deficiencias en la información para sustentar la pregunta de investigación y poca organización de los datos. Utilizaron láminas de lectura difícil, emplearon lenguaje poco asertivo, así como el volumen, tono, dicción y entonación dificultaron la transmisión del mensaje. El lenguaje no verbal fue poco asertivo en sus posturas y gestos. El mensaje no fue comprendido. Nueve de los equipos del CB se encuentran en este nivel y ninguno de la ENP.

En el nivel dos N2, se encuentra un equipo de ENP y otro de CB. Este nivel se caracteriza en que los estudiantes presentan sus resultados de su investigación poco documentado, el discurso

está poco organizado y el lenguaje es poco asertivo, falta manejo del tono de voz, volumen y dicción no permitió captar parcialmente el mensaje.

En el nivel tres, N3 se encuentran cuatro equipos de la ENP y dos equipos de CB. En este nivel los estudiantes muestran un discurso ordenado, su lenguaje es asertivo, el volumen, tono, dicción y entonación que facilitó la transmisión del mensaje. Lograron captar el interés la mayor parte del tiempo a sus compañeros.

En el nivel cuatro N4 se encuentran siete equipos de la ENP y ningún equipo de CB. Este nivel nos indica que los estudiantes prepararon en el discurso y siguieron una organización estructurada, consideraron los tiempos para su presentación. Emplearon un lenguaje asertivo, cuidando el volumen, entonación, dicción para transmitir el mensaje, lograron interesar a sus compañeros.

Discusiones

Si bien, la metodología del ABP es conocida desde hace años, su uso en el aula es poco frecuente, así lo constatamos al preguntar a los estudiantes que participaron en esta investigación, todos refirieron desconocer este tipo de actividad. Así, como primer momento de la etapa del ABP, nos dimos a la tarea de explicar cada paso que conforma la estrategia y les compartimos el propósito general de la actividad que consistió en evaluar las habilidades de pensamiento científico que utilizan al enfrentarse a la situación “Dulce Metálico”. En el cual se espera que hagan uso de sus conocimientos sobre lenguaje químico: elementos y compuestos químicos y formulas químicas.

La primera habilidad en utilizar los estudiantes fue el planteamiento de preguntas de carácter científico. Autores como Grasser y Person (1994) mencionan que esta habilidad no es un proceso espontaneo, sino se requiere un trabajo orientado para este fin y cobra relevancia al ser un componente fundamental en los procesos cognitivos como la comprensión de un texto y resolución de problemas. Si bien no es el propósito de esta investigación evaluar la comprensión lectora; si está ligada a la habilidad para formular preguntas. Como pudimos observar, las alumnas y los alumnos que lograron tener una mejor comprensión del problema, identificaron hechos relevantes que les permitió formular preguntas que los condujeron a la resolución del problema.

Montenegro (2002) nos indica que las preguntas expresan un vacío de información, pero a su vez nos indican el nivel de conocimiento de aquello que se desconoce. Los vacíos y conocimientos fueron diferentes para los equipos de ambas escuelas. Logramos identificar que los estudiantes que tenían conocimiento sobre contaminación por plomo en los dulces, realizaron

preguntas sobre la composición de ciertas pinturas que se utilizan en su elaboración, mientras los no tenían antecedentes de la noticia se preguntaron sobre la identidad del metal como era lo esperado. Sin embargo, solo una tercera parte de los estudiantes formuló preguntas que sugerían la búsqueda sobre el material que contaminó los dulces.

Como menciona Chin y Osborne (2008), las preguntas son un indicativo del interés de las alumnas y los alumnos. Podemos apreciar de acuerdo con el contenido de las preguntas formuladas por los estudiantes de CB, su interés se encuentra en el área de la salud (71%). De acuerdo con el mismo autor los estudiantes menores de 16 años, tienden a tener más interés en temas de biología mostrando un interés bajo en temas de química y física. Un poco más de la mitad del grupo de CB tienen 15 años y la otra mitad 16 años cumplidos. Mientras para los estudiantes de la ENP el 70% tiene 16 años cumplidos y el 30% tiene 17 años. La edad que tienen los estudiantes podría ser una explicación del porqué los estudiantes prestaron poco interés a la parte del problema que sugería conocer la procedencia del metal.

Preguntas como: ¿Cómo llegó el metal tóxico a los dulces? o ¿Por qué el metal se encuentra en los dulces? eran preguntas esperadas para la solución del problema, pero no las únicas. Esperábamos que las preguntas indicaran que los estudiantes estaban indagando sobre la composición de los materiales, así que también esperábamos preguntas sobre las características en común, es decir se esperaba que formularán preguntas de generalización. A esto el 10% de los equipos de la ENP formuló este tipo de preguntas, mientras ningún equipo del CB lo logró.

Ante estos resultados, se decidió volver a leer el problema en plenaria. Recordamos las características físicas de los dulces (envoltura, colorantes e ingredientes de dulces).

Posteriormente identificamos las relaciones causales presentes como: el consumo de dulces y los

síntomas presentados y la relación entre los estudios realizados en la sangre de los niños y en los dulces dónde se encontró el mismo metal tóxico. Finalmente se hizo hincapié en la duda que surgía en los investigadores: *la procedencia del metal*. De esta manera apoyamos a los estudiantes en la comprensión de la situación problema y reconocimiento de hechos relevantes. Volvimos a solicitar la formulación de preguntas que ayudaran a los investigadores a conocer la procedencia del metal. De esta manera los estudiantes formularon preguntas sobre algún material que posiblemente contenía el metal tóxico que era lo que tenían contemplado y se pidió que las contestaran con base en sus conocimientos previos.

En la etapa de explicación todos los equipos se dieron a la tarea de responder a las preguntas ¿Qué metal se encontró? y ¿Cómo llegó el metal a los dulces? Cada equipo respondió estas preguntas con base en sus conocimientos previos. Aunque en el ABP, no se considera una hipótesis este paso, la respuesta construida es lo que se investigará. Es así, que los alumnos que consideraron que el metal encontrado en los dulces fue el aluminio, investigaron si su suposición fue certera. Lo mismo ocurrió en el caso de proponer que el metal proviene del desgaste de las máquinas o de los envoltorios o de algún ingrediente de los dulces. Ningún equipo en esta primera explicación utilizó lenguaje químico (formulas, nombre de compuestos o símbolos de elementos químicos) para elaborar sus explicaciones.

En las respuestas de los estudiantes identificamos que el 17% de los equipos de la ENP conocían que el plomo era el metal tóxico en los dulces y que éste era parte de algunos ingredientes o de la envoltura. El 42% de los equipos identifican un patrón como todos tienen color rojo y tienen azúcar, lo cual alguno de estos materiales puede tener el metal tóxico, así como todos tienen envolturas y estas tienen diferentes colores donde posiblemente se encuentre el metal. Un equipo propuso específicamente que era el chile de los dulces el que estaba contaminado por el metal, y

que el metal se encontraba en los campos de cultivo por el uso de pesticidas. Para el 33% de los equipos resultó que las maquinas en donde se elaboran los dulces eran las causantes de la presencia del metal tóxico.

Observamos que casi el 60% de los equipos elaboraron una explicación a partir del conocimiento que tenían sobre los dulces como: colores, chile, azúcar y envolturas. Mientras que una tercera parte recurrió a una explicación atribuida a la maquinaria de la fábrica, es decir a un factor externo a los dulces. Para la mayoría de los equipos del CB, alrededor del 75% establecieron como principal causa de contaminación las máquinas y en segundo lugar a los productos de limpieza. En menor medida lo atribuyeron a algún ingrediente. Solo un equipo consideró la envoltura como posible fuente de contaminación.

A partir de las respuestas se establecieron los objetivos de aprendizaje de cada equipo, esta etapa fue la que presento mayor dificultad, ya que los alumnos no sabían que se iba a investigar o como lo iban hacer. Para ello, se trabajó de con cada equipo y se planteaban preguntas, por ejemplo, para los equipos que plantearon que la maquinaria era la fuente de contaminación, la pregunta era ¿de que estará hecha el recipiente donde colocan los ingredientes de los dulces?, ¿Cómo podríamos conocer la composición de un material?, ¿cómo lo buscaríamos? Se invito a las alumnas o y alumnos a recordar los apuntes donde se vio el tema de mezclas y su clasificación. Los alumnos buscaban los apuntes, poco a poco empezaban a surgir el concepto de mezcla.

Algunos alumnos recordaron la actividad practica en donde se identificaban los componentes de las mezclas como el café en polvo. Les volví hacer preguntas como: en química ¿Cómo se llaman los ingredientes de los materiales? La mayoría de los estudiantes no estaban seguros de nombrar compuestos químicos. Cuando los apuntes no parecían suficientes, les

mencionaba algún ejemplo como el agua de limón. A partir del agua empezábamos a recordar los términos.

Pude percatarme que en teoría ellos conocían los términos: sustancia química, elemento químico, compuesto químico y fórmula química porque se habían visto con anticipación estos temas, pero al momento de utilizarlos y de identificar los componentes de una mezcla en elementos o compuestos químicos, no pueden utilizar sus conocimientos sobre estos temas de manera autónoma.

Una vez que se comprendió que se requería investigar, solicité que escribieran en una hoja las palabras clave de cómo lo escribirían en algún buscador como Google. A esta etapa se le dio el nombre de ¿Qué necesito investigar? Reconocimos que el 42% de los equipos de ENP plantearon la necesidad de investigar o conocer el material que contaminó los dulces, pocos equipos especificaron investigar los componentes de las pinturas. Mientras los equipos que plantearon como causa las máquinas empleadas formularon objetivos de aprendizaje como ir o ver el proceso de fabricación. En estos objetivos se trabajó con los equipos para que reconocieran que no era necesario ir a la fábrica, debido a que lo que estamos buscando no se puede ver. Les mencioné diversos ejemplos que lo que vemos no podemos reconocer de que están hechos, sino que necesitamos de aparatos y análisis químicos; por ejemplo, si queremos saber ¿de qué está hecha la sangre?, no basta sacarnos la sangre y mirarla para ver que está hecha. Si queremos saber de qué está hecha la sangre, tenemos dos opciones: llevar una muestra de sangre a un laboratorio clínico y que nos indiquen la composición o hacer una búsqueda en referencias bibliográficas o sitios de internet confiables que nos indiquen la composición de la sangre humana.

Reconocidos los objetivos, los estudiantes iniciaron la búsqueda de información sobre la composición química de su material. En este paso, empezamos a trabajar con la plataforma EDMODO para la ENP y CLASSROOM para CB. Consideramos que estas plataformas serían de gran apoyo para compartir documentos y no esperar una semana para revisar los avances de los equipos. Desde la plataforma podíamos revisar el avance y las dificultades presentadas.

Durante esta etapa la mitad de los grupos del CB presentaron dificultades para saber cómo y dónde buscar información fiable. La información que seleccionaron no tenía relación con los objetivos de búsqueda y con la pregunta. Por ejemplo, una vez definido que era el plomo el metal tóxico presente en los dulces, algunos equipos presentaron información de otro metal o si la investigación estaba asociada a los ingredientes del color rojo, mostraron información sobre las propiedades físicas del color rojo como la longitud de onda. Esta misma situación se observó con un equipo de la ENP, mientras que la mitad de los equipos de esta escuela mostraron tener las habilidades para seleccionar información sobre el material a investigar en diferentes documentos electrónicos logrando reconocer las sustancias que forman los materiales, pero solo la mitad de esos equipos identificó las fórmulas químicas de las sustancias químicas que componen los materiales. Un equipo de CB mostró tener habilidades de investigación para identificar la composición del material y usar el lenguaje químico.

Para los equipos que presentaron dificultades en la búsqueda de información les compartimos archivos mediante la plataforma para que seleccionaran información que aportara sobre la composición del material por investigar y escribieran en los documentos indicados la información que encontraron y la hicieran llegar para su revisión. La dinámica con los grupos de la ENP fue muy fluida, casi el 90% de los equipos enviaron información de los que iban encontrando, de la misma manera, les enviaba documentos que les ayudaba a construir su respuesta. La situación

con los estudiantes de CB fue muy diferente, al inicio solo una tercera parte realizaba las actividades. La mayoría no las hacía. Con ellos solicite que llevaran información impresa de lo que iban encontrando y lo analizaríamos por equipo. Así lo trabajamos, pero la mayoría la información que llevaba no era congruente con las necesidades de búsqueda que habían identificado con anterioridad y con la misma pregunta.

Al ver que los equipos de CB continuaron con dificultades para identificar los componentes de los materiales en la investigación, opte por hacer un repaso los conceptos de mezcla, compuesto químico, elemento químico y fórmula química. Realizamos una actividad práctica cuyo propósito era identificar el tipo de material por estudiar a partir del reconocimiento de sus componentes y aspecto físico. Seleccionar un componente e identificar qué tipo de sustancia química es (compuesto químico o elemento químico) y escribir sus fórmulas químicas. Esta actividad favoreció que más de la mitad de los equipos reconocieran las necesidades de búsqueda del material que iban a investigar y presentaron información de acuerdo con el material de su investigación.

Cabe mencionar que el trabajo en plataforma con la mayoría de los equipos de CB fue poco fluida, solamente tres equipos respondían las actividades de la plataforma y los retroalimentaba, por lo que decidimos solicitar de manera impresa los formatos de trabajo, así como llevar la información impresa de lo que iban encontrando. Para algunos equipos se llevó información impresa sobre el material de investigación para que en clase en equipo seleccionaron la información pertinente. Sin embargo, para un número alto de estudiantes pudimos observar que se cansan de leer una o dos cuartillas, releen varias veces, para muchos les resulta aburrido, consideramos que este comportamiento se debe a los hábitos de lectura que tienen, del cuestionario que se aplicó al inicio de la investigación reconocimos que el 60% de los alumnos del CB refirieron que dedican menos

de una hora a la semana a leer textos no escolares, mientras que el 40% de los alumnos indican que le dedican tres o más horas a esta actividad a la semana.

Como menciona Flores (2012) buscar información, requiere que el alumno necesite identificar lo que se va a buscar y posteriormente filtrar información, extraer y hacer un resumen de lo que se encontró. como vimos en esta actividad la mitad de los equipos de la ENP lograron estos procesos, la otra mitad presentó dificultades al necesitar lo que se tenía que buscar y 11 equipos de CB tuvieron la misma dificultad a pesar que habían reconocido los objetivos de búsqueda. Para solucionar lo anterior, se proporcionaron documentos a los equipos para que pudieran filtrar y extraer la información solicitada, logrando que cinco equipos más de ENP reconocieran la composición de su material. Mientras para los equipos de CB se les proporciono un resumen de la información de su material de estudio, de esta manera identificaron la composición de su material 9 equipos.

La siguiente etapa solicitó a los estudiantes organizar su información en una tabla o esquema. alrededor del 68% de los grupos de la ENP emplearon tablas, mapas o diagramas para presentar los resultados de su investigación. Los equipos restantes no utilizaron ningún organizador, y en esta misma situación se encuentra el 83% de los equipos de CB. Los estudiantes que emplearon un organizador grafico como tablas, se observó que rescataban los aspectos más importantes al centrarse en la composición química del material estudiando, colocando en las tablas el nombre químico de las sustancias que lo forman y sus fórmulas químicas. Mientras aquellos equipos que no colocaron sus resultados en tablas o esquemas presentaban dificultades para extraer la composición de los materiales de investigación. Finalmente solicitamos que hicieran un resumen de su investigación y la presentarán en un diagrama heurístico, el cual les ayudaría en la

presentación de sus resultados. Once equipos de la ENP lograron resumir su información y cuatro equipos de CB.

El uso del diagrama heurístico en la organización del proceso de investigación es relevante, pero el punto que nos interesa es la construcción de la respuesta a la pregunta de investigación, ¿cómo llegó el metal tóxico a los dulces? Identificaron que fue el plomo el metal tóxico que se encontraba en los dulces. La mayoría de los equipos reconocieron que el material que supusieron en un inicio como el causante de la contaminación no contenía compuestos con plomo. No se encontró este metal en el azúcar, ni en colorantes de grado alimenticio, picante; tampoco se encontró en los recipientes de las máquinas donde se lleva a cabo la mezcla y ni en los productos de limpieza, tampoco en el plástico de la envoltura ni en el esmalte que la recubre (ya que se dieron cuenta que no tiene esmalte la envoltura). Dos equipos identificaron las tintas o pigmentos como causantes de la contaminación uno en las envolturas que contienen plomo como el blanco plomo, carbonato de plomo, $PbCO_3$ y el otro el color fue el color amarillo conocido como tartrazina con fórmula molecular $C_{16}H_9N_4Na_3O_9S_2$, si bien no tiene compuestos de plomo, el equipo identificó que contenía 10 ppm de plomo y FDA permite 0.1 ppm

Si bien los demás materiales no contienen compuestos de plomo, la mayoría de los equipos reconoció que en su investigación mencionaban que se encontraban trazas de plomo, pero que no representaba peligro al no rebasar los límites permitidos por las normas mexicanas. Este mismo desarrollo observamos en menor proporción en los equipos de CB donde lograron determinar si su material de investigación contenía el plomo, pero solo tres equipos utilizaron fórmulas químicas para identificar los componentes de los materiales.

En esta parte del trabajo, seis equipos de la ENP hacían uso de nombre de compuestos químicos, pero no utilizaban las sus fórmulas químicas con el propósito que identificaran a partir de ellas la presencia o ausencia de algún compuesto con plomo, también se solicitó el uso de tablas u organizadores para presentar los componentes de su material. Como pudimos ver en la etapa final, comunicación de resultados del trabajo hubo un avance significativo por la mayoría de los equipos de ambas escuelas.

Como última etapa del proceso de ABP se encuentra la comunicación de resultados. Para los equipos de la ENP se presentó dos opciones de comunicar sus resultados, una fue mediante la elaboración de una infografía que mostrara el proceso de investigación y la otra una presentación en power point con la misma información que la infografía. Se presentaron las dos opciones y en ambas se observa dominio del uso de paquetería para su elaboración, se presentaron los puntos indicados como se muestra en el ejemplo del Anexo 10. Mostraron sus resultados, indicando nombre de los componentes químicos, presentando formulas química, concluyendo su investigación. Al final de la investigación se observó un mejor desempeño por todos los equipos.

Además de la habilidad para elaborar explicaciones utilizando el lenguaje químico (nombre de compuestos y formulas químicas) los estudiantes de ENP mejoraron su habilidad en buscar información y seleccionarla en textos específicos como artículos, tesis y documentos oficiales (normas mexicanas), si bien el trabajo autónomo a distancia (mediante la plataforma EDMODO) no es el objetivo de este trabajo, los equipos de la ENP mantuvieron comunicación constante para retroalimentar sus avances de investigación en esta plataforma educativa sin la cual la investigación hubiera llevado más tiempo.

Con los equipos de CB, logramos llegar a la última etapa, comunicación de resultados, observamos también un avance en seguir los pasos indicados de la investigación. También se consideró agregar más pistas a la situación problema para enfocar en un material como mencionar al plomo como el elemento químico causante de la contaminación de los dulces y que es parte de algunos pigmentos de las tintas de las envolturas enfocaría la investigación a un solo material. De esta manera, podríamos centrar la atención de los estudiantes solamente en los colores y buscar que colorante es el que tiene el plomo. Así, bajamos la carga cognitiva que resulta para los estudiantes más jóvenes y los ayudamos en centrarse en un sólo material.

Los alumnos al hacer preguntas basada en sus intereses como es el área de la salud, se da la oportunidad que hagan planteamientos como: ¿Cómo lograron saber que era un metal tóxico? o ¿Cómo se extrae o se desintoxica la sangre que está contaminada por este metal?, no son parte de la solución del problema, por lo que tenemos que regresarlos a los propósitos de la actividad didáctica. Para los docentes es una decisión difícil, enfrentarse ante la disyuntiva de seguir un programa de estudios o dar la oportunidad de que los estudiantes respondan a su curiosidad e interés.

Dar un espacio para que sean los propios alumnos que generen sus preguntas y explicaciones puede resultar un trabajo más arduo para el docente en el cómo guiar su clase, pero para el alumno puede convertirse en un motivo de aprendizaje, ya que sé parte de sus intereses como lo refieren García González, S. M., & Furman, M. G. (2016), el contenido de las preguntas es lo que los estudiantes quieren conocer.

Al ser los estudiantes de CB un año más joven que los de la ENP, es posible que las habilidades presentadas en el transcurso de la educación media superior se vean fortalecidas, sin embargo, lo que nos llama la atención es el tema de compuestos y elementos químicos. Para ambos grupos es

requisito estudiar el tema de compuestos y elementos químicos. En preparatoria lo colocan un año antes de concluir la EMS y en colegio de bachilleres se imparte en segundo semestre. Cabe la pregunta si es mejor esperar que el curso de química se imparta en semestre donde la madurez y el desarrollo de habilidades de pensamiento científico estén más desarrolladas para que los alumnos puedan posiblemente interesarse más sobre estos temas. Como lo mencionan Chin y Osborne (2008) los alumnos más jóvenes de quince años su interés está más inclinado por temas de biología y menos de física y química.

Conclusiones

Podemos concluir que el ABP es una estrategia de enseñanza -aprendizaje que permitió a las alumnas y los alumnos utilizar sus habilidades de investigación para formular preguntas, elaborar hipótesis, buscar y seleccionar información pertinente, organizar la información y comunicar resultados, como pudimos constatar en este trabajo. Esta estrategia nos permitió reconocer el grado de desempeño que los estudiantes muestran al resolver un problema en el cual tienen que hacer uso de los conocimientos sobre elementos y compuestos químicos, específicamente de lenguaje químico.

Para algunos estudiantes esta actividad representó una gran carga cognitiva debido a que no estaban acostumbrados a realizar este tipo de actividades, también es cierto que a muchos les agrado la actividad en especial en la ENP, ya que vieron que los conocimientos que se desarrollan en la escuela les sirve para realizar búsqueda de información específica sobre un tema y comprender alguna situación como la que se presentó como dulce metálico.

Este ejercicio nos permite apreciar que, para comprender un fenómeno o una situación, no sólo se requiere del conocimiento de un área del saber cómo es la química, sino se requiere de varios conocimientos y habilidades para su comprensión. Así, desde la lectura de un texto, hasta la formulación de una explicación final de un fenómeno implica el uso de habilidades que solamente en un ambiente escolar se pueden aprender.

Es por ello, que reconocemos al ABP como una estrategia clave en el desarrollo de habilidades y conocimientos de manera integral en los estudiantes que además de desarrollar sus habilidades, les permite hacer una evaluación sobre sus saberes al inicio de una actividad y al final de esta e identificar que conocimientos hace falta fortalecer como comprensión lectora, filtrar

información relevante, seleccionar fuentes de información, organizar datos, sintetizar información y comunicar resultados.

Para los docentes el uso de esta metodología resulta una herramienta indispensable para que los estudiantes utilicen lo que están aprendiendo, pero podría resultar muy difícil el seguimiento del desempeño a grupos numerosos, es decir por lo general un docente de EMS tiene seis a siete grupos o más cada uno con un mínimo de 40 estudiantes, darles seguimiento a todos los equipos con esta metodología se volvería abrumadora para un docente. Es posible que esta sea una de las cosas por las cuales esta metodología es poco empleada en las aulas por los docentes de manera frecuente.

Otro de los factores que los docentes tendríamos que considerar en el uso de la metodología es la propuesta de la situación problema. la situación se tendría que validar en los grupos de alumnos en que se aplicará ya que la edad, los intereses y los conocimientos previos de las alumnas y los alumnos pueden llevar por diferentes caminos la misma situación problema. Es así, que consideramos que un punto sensible de la metodología es el diseño del problema.

Referencias

- Antunes, C. (2003). Vygotsky en el aula... ¿Quién diría? Colección En el aula. Fasc.12. Editorial Sb. Argentina, p.18-19.
- Araújo, U. y Sastre, G. (2008). El aprendizaje Basado en Problemas. Una nueva perspectiva en la universidad. España. Gedisa. 9-32pp
- Arévalo, T. (2015). Uso de organizadores gráficos como estrategia de aprendizaje por parte de los estudiantes de sexto grado de primaria del colegio Capouilliez. Guatemala de la Asunción. Facultad de Letras y de la Educación. Universidad de la Rioja. Tesis de Licenciatura.
- Álzate, M. (2006) Aprender significativamente y clasificar en química. Investigações em Ensino de Ciências-V11(3), 99.285-302,2006
- Azcona, R., Furió, C., Intxausti, S. y Álvarez, A. (2004). ¿Es posible aprender los cambios químicos sin comprender qué es una sustancia? Importancia de los prerrequisitos, Alambique. Didáctica de las Ciencias Experimentales, No. 40, 7-17.
- Benito, C. (2016). La enseñanza de habilidades comunicativas en el aula de educación primaria. Tesis de licenciatura
- Carle, G., Bruno, J. y DiRisco, C. (2014). ¿Qué piensan nuestros alumnos de la química? Una experiencia de indagación a estudiantes de la escuela media en la provincia de Buenos Aires (Argentina) para el diseño de estrategias didácticas.
- Chamizo, J. (2007). La esencia de la química. Reflexiones sobre filosofía y educación. Análisis y síntesis. Operaciones interdependientes entre la práctica y el lenguaje químico. Jacob, C (2001) HYLE-International Journal for Philosophy of Chemistry, **2001**, 7, 31-50. Universidad Nacional Autónoma de México. Facultad de Química.
- Chamizo, J. (2017). Habilidades de pensamiento científico. Los diagramas heurísticos. Universidad Nacional Autónoma de México. Facultad de Química.
- Chin, C. y Osborne, J. (2008). Students' questions: A potential resource for teaching and learning science. Studies in Science Education, 44(1), 1–39.
- COMIPEMS (2019) <https://comipems.wixsite.com/informacion/aciertos-por-plantel>
- De la Fuente, J., Asensio, E., Smalec, I. y Blanco, A. (2015). Autoevaluación y desarrollo de habilidades comunicativas en profesores universitarios mediante e-rúbircas y

grabaciones. Vol.13, enero- abril. Universidad Europea de Madrid. Revista de Docencia Universitaria.

- Delors, J. (1996). Los cuatro pilares de la educación en La educación encierran un tesoro. Informe a la UNESCO de la Comisión internacional sobre la educación para el siglo XXI, Madrid, España: Santillana/UNESCO. pp. 91-103.
- Díaz, F. (2006). Enseñanza Situada: Vínculo entre la escuela y la vida. Ed. Mc Graw Hill.
- Diaz, F. (2010). Estrategias docentes para un aprendizaje significativo. Una interpretación constructivista. Tercera Edición. Ed. Mc Graw Hill. Editores. México, p.154.
- Dostál, J. (2015). Theory of Problem Solving. Procedia - Social and Behavioral Sciences, 174, 2798–2805. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2015.01.970>
- EDUTEKA. (2006). Modelo Gavilán 2.0 Una Propuesta Para El Desarrollo De La Competencia Para Manejar Información (CMI). Eduteca, (Cmi). 4.
- Fernández, M. (2013). La formulación química en la formación inicial del profesorado: concepciones y propuestas. Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias, vol. 10, noviembre, 2013, pp.678-693. Cádiz España
- Flores, S. (2012). El desarrollo de habilidades cognitivas e instrumentales para la búsqueda y selección de información en internet. Tesis de maestría en desarrollo educativo. Universidad Pedagógica Nacional.
- Frade, L. (2012). Elaboración de rúbricas. Metacognición y aprendizaje. Inteligencia educativa. Segunda edición, pp.60-84.
- Frade, L. (2012). Competencias en el aula. Conceptos básicos, planeación y evaluación. De acuerdo con los nuevos planes y programas de la SEP de 2011 y del Marco Curricular común 2008 del SNB. Inteligencia educativa. Primera edición.
- Frade, L. (2014). Aprender desde el cerebro. Ciudad de México. Inteligencia Educativa, pp.331-332.
- Furió, M. y Domínguez, C. (2007). Problemas históricos y dificultades de los estudiantes en la conceptualización de sustancia y compuesto químico, Enseñanza de las Ciencias, 25(2), pp.241–258.

- Furman, M. (2016). Educar mentes curiosas: la formación del pensamiento científico y tecnológico en la infancia. XI Foro Latinoamericano de Educación. Fundación Santillana. Ciudad Autónoma de Buenos Aires, p.88.
- Furman, M y García, S. (2014). Categorización de preguntas formuladas antes y después de la enseñanza por indagación. *Praxis y Saber*, Vol. 5 Núm.10. pág. 75-91.
- Gómez, A. (2006). Construcción de explicaciones científicas escolares, *Revista Educación y Pedagogía*, Medellín, universidad de Antioquia, Facultad de Educación, vol. XVIII, núm. 45, pp. 73-83
- Graesser, A., y Person, N. (2008). Question Asking During Tutoring. *American Educational Research Journal*, 31(1), 104–137.
- Hernández, G. (2011). Paradigmas en psicología de la educación. México. Paidós, pp.117-241.
- INEE (2012) ¿Cómo se leen? Textos continuos. La competencia lectora desde PISA. Instituto Nacional para la Evaluación de la Educación. México.
- INEE (2018) La educación obligatoria en México. Informe 2018.
- Instituto Nacional de Evaluación Educativa, M. (2015). La resolución colaborativa de problemas. PISA2015_Informe nacional.pdf
- Jacobs, A., Dolmans, D., Wolfhagen, I. y Scherpbier, A. (2003). Validation of a short questionnaire to assess the degree of complexity and structuredness of PBL problems. *Medical Education*, 37(11), 1001–1007. <https://doi.org/10.1046/j.1365-2923.2003.01630.x>
- Kind, V. (2005). Más allá de las apariencias. Ideas previas de los estudiantes sobre conceptos básicos de química. Editorial Santillana. Primera edición en español, pp 47-50.
- Machado, E y Montes, N. (2009). El desarrollo de habilidades investigativas en la Educación Superior: un acercamiento para su desarrollo. Centro de Estudios de la Educación. Universidad de Camagüey. Cuba.
- Montenegro, I. (2002). Preguntas Cognitivas Y Metacognitivas En El Proceso De Aprendizaje. *Tecné Episteme Y Didaxis TED*, (11). Retrieved from
- Perkins, D. (2003). La escuela inteligente. Del adiestramiento de la memoria a la educación de la mente. Ed. Gedisa. Barcelona España.

- Preciado, G. (2019). Organizadores gráficos. Recopilación.
http://prepajocotepec.sems.udg.mx/sites/default/files/organizadores_graficos_preciado_0.pdf
- Raviolo, A., Garritz, A. y Sosa, P. (2011) Sustancia y reacción química como conceptos centrales en química. Una discusión conceptual, histórica y didáctica. Revista Eureka sobre la enseñanza y divulgación de las ciencias. V (8).No.3 págs. 240-254
- Restrepo, B. (2005). Aprendizaje basado en problemas (ABP): una innovación didáctica para la enseñanza universitaria. Educación y Educadores, V(8) 9-19 En
<https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=83400803>
- Rivera, A. y Ruíz, E. (2006). La habilidad argumentar y el adecuado desempeño del profesor, Edusol, vol.6, núm. 14, enero-marzo. Centro Universitario de Guantánamo, Cuba. pp.1-11.
- Roca, M., Márquez, C. y Sanmartí, N. (2012). Las preguntas de los alumnos: Una propuesta de análisis. Enseñanza de las Ciencias, 31(1), pp. 95-114.
- Sanmarti, N. y Márquez, C. (2012). Enseñar a plantear preguntas investigables. Alambique. Didáctica de las Ciencias Experimentales, núm. 70.
- SEP (1982) Acuerdo por el que se adiciona el diverso No. 71 que determina objetivos y contenidos del ciclo de Bachillerato.
- SEP (2008) Acuerdo número 444 por el que se establecen las competencias que constituyen el marco curricular común del Sistema Nacional de Bachillerato. Diario Oficial de la Federación (2008, 21 de octubre). México: SEP.
- SEP (2014). Química I. Programa de la asignatura del Colegio de Bachilleres. Segundo semestre.
- SEP (2017) Programa de estudio de referencia del componente curricular común de la Educación Media Superior. En <http://sems.gob.mx/curriculoems/planes-de-estudio-de-referencia>
- SIIAA (2019) Sistema de información integral Académico-Administrativo. Fecha de corte septiembre 2019.
https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/499174/Matricula_Oficial_del_Periodo_Escolar_2019-B.pdf

- Vizcarro, C., y Juárez, E. (2008). La metodología del Aprendizaje Basado en Problemas. El Aprendizaje Basado En Problemas En La Enseñanza Universitaria, 9–32.
- Sosa, P. (2005). Estrategias para introducir el concepto sustancia y para distinguir cambio químico y cambio físico en alumnos de Nivel Bachillerato. Enseñanza de las ciencias. VII Congreso.
- Tejeda, R. (2011). Las competencias y su relación con el desempeño y la idoneidad profesional. Revista Ibero-americana de Educación. No.55/4-15/05/11
- Torp, L. y Sage, S. (1999) El aprendizaje basado en problemas. Desde el jardín de infantes hasta el final de la escuela secundaria. Buenos Aires-Madrid. Amorrortu, p.37.
- Toro, M. (2018). Organizadores Gráficos para afianzar competencias lectoras en estudiantes universitarios de primer semestre. Universidad Libre, Medellín, Colombia.
- UNESCO (2015) Tercer Estudio Regional Comparativo y Explicativo (TERCE). Aportes para la Enseñanza de las Ciencias Naturales. Repositorio UNESCO de acceso abierto (www.unesco.org/open-access/terms-use-ccbysa-sp).
- Vizcarro, C. y Juárez, E. (2006). La metodología del Aprendizaje Basado en Problemas. Capítulo 1 ¿Qué es y cómo funciona el aprendizaje basado en problemas? En http://www.ub.edu/dikasteia/LIBRO_MURCIA.pdf

Anexo 1. Encuesta

ESCUELA NACIONAL PREPARATORIA 9 "PEDRO DE ALBA" CUESTIONARIO DE CONTEXTO

Con este cuestionario se obtendrán datos importantes para conocer las características sobre el entorno personal del estudiante que cursa el quinto año de preparatoria. Los datos obtenidos serán procesados de manera que garanticen su confidencialidad.

Edad: 16

Sexo: Hombre Mujer

¿Cuál fue tu calificación en español en el bimestre anterior?

- De 9 a 10
- De 8 a 8.9
- De 7 a 7.9
- De 6 a 6.9
- 5 ó menos

¿Cuál fue tu calificación en Matemáticas en el bimestre anterior?

- De 9 a 10
- De 8 a 8.9
- De 7 a 7.9
- De 6 a 6.9
- 5 ó menos

¿Cuál fue tu calificación en Química en el bimestre anterior?

- De 9 a 10
- De 8 a 8.9
- De 7 a 7.9
- De 6 a 6.9
- 5 ó menos

¿Cuál fue tu Promedio General en el bimestre anterior?

- De 9 a 10
- De 8 a 8.9
- De 7 a 7.9
- De 6 a 6.9
- 5 ó menos

¿Hasta qué nivel educativo te gustaría estudiar?

- Bachillerato o preparatoria.
- Carrera técnica.
- Licenciatura (carrera universitaria).
- Posgrado (maestría o doctorado).

Cuando obtienes calificaciones de 7 ó menos, ¿a qué se debe? (Señala el motivo principal).

- Nunca obtengo calificaciones de 7 ó menos.
- A problemas económicos.
- A problemas familiares.

- A problemas para entender a los profesores.
- A la flojera que me da estudiar.

1 En general, ¿cuántas horas al día dedicas a estudiar o hacer tareas fuera de la escuela?

- 4 horas o más.
- 3 horas.
- 2 horas.
- 1 hora o menos.
- No hago tareas ni estudio.

2 Cuántas tareas hiciste el bimestre pasado?

- Todas las tareas.
- La mayoría de las tareas.
- Algunas de las tareas.
- No hice las tareas.

3 Aproximadamente, ¿cuántos días a la semana haces tareas o estudias?

- 6 ó 7 días.
- 4 ó 5 días.
- 2 ó 3 días.
- 1 día.
- No hago tareas ni estudio.

4 Cuántos días faltaste a la escuela en el último bimestre?

- Ninguno.
- De 1 a 3 días.
- De 4 a 7 días.
- De 8 a 15 días.
- 16 días o más.

5 Cuando tienes un examen de Español en la escuela, ¿principalmente qué haces para estudiar?

- Sólo pongo atención en las clases.
- Leo mis apuntes o el libro de texto.
- Memorizo mis apuntes o el libro de texto.
- Repito los ejercicios del cuaderno o del libro de texto.
- Hago ejercicios diferentes a los del libro de texto.
- Pregunto a otras personas.
- Hago esquemas, resúmenes o guías.
- No estudio.

6 Cuando tienes un examen de Matemáticas en la escuela, ¿principalmente qué haces para estudiar?

- Sólo pongo atención en las clases.
- Leo mis apuntes o el libro de texto.
- Memorizo mis apuntes o el libro de texto.
- Repito los ejercicios del cuaderno o del libro de texto.
- Hago ejercicios diferentes a los del libro de texto.
- Pregunto a otras personas.
- Hago esquemas, resúmenes o guías.
- No estudio.

7 Usas internet para hacer tareas

- Sí No

¿Cuántos años fuiste a la escuela antes de entrar a la primaria?

- Ninguno
 1 año
 2 años
 3 años
 4 años

¿A qué edad entraste a la primaria?

- 5 años
 6 años
 7 años
 8 años o más.

¿A qué edad entraste a la secundaria?

- 11 años
 12 años
 13 años
 14 años
 15 años

Aproximadamente, ¿cuántas veces al año vas a los siguientes lugares o eventos?

| | Nunca | 1 vez | 2 a 5 veces | 6 veces o más |
|------------|--------------------------|--------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|
| Cine. | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> |
| Museo. | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| Teatro. | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| Concierto. | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

8 ¿Te gusta leer?

- Sí, mucho
 Sí, poco
 No me gusta

9 En la última semana, ¿Cuánto tiempo dedicaste a leer algo que no fuera para la escuela?

- No leí
 Menos de 1 hora
 Entre 1 y 2 horas
 Entre 3 y 4 horas
 5 horas o más

Sin considerar las tareas de la escuela, ¿qué leíste la última semana?

| | Sí | No |
|--|-------------------------------------|-------------------------------------|
| Historietas, revistas cómicas, etc. | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> |
| El periódico o un diario deportivo. | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| Una novela, un libro de aventuras, poesía, etc. | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> |
| Un libro o revista de geografía, historia, ciencias. | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> |

10 ¿Hasta qué nivel educativo les gustaría a tus padres que estudiaras?

- Bachillerato
 Licenciatura (carrera universitaria)
 Posgrado (maestría o doctorado)
 No sé

11 ¿Cuál es el nivel máximo de estudios que termino tu mamá o tutora?

- a No fue a la escuela
 b Primaria incompleta
 c Primaria completa
 d Secundaria
 e Bachillerato o preparatoria
 f Licenciatura (carrera universitaria)
 g Posgrado (maestría o doctorado)
 h No sé/ no tengo mamá o tutora

¿Cuál es el nivel máximo de estudios que termino tu mamá o tutora?

- No fue a la escuela
 Primaria incompleta
 Primaria completa
 Secundaria
 Bachillerato o preparatoria
 Licenciatura (carrera universitaria)
 Posgrado (maestría o doctorado)
 No sé/ no tengo mamá o tutora

12 ¿Cuál es el nivel máximo de estudios que termino tu papá o tutora?

- a No fue a la escuela
 b Primaria incompleta
 c Primaria completa
 d Secundaria
 e Bachillerato o preparatoria
 f Licenciatura (carrera universitaria)
 g Posgrado (maestría o doctorado)
 h No sé/ no tengo papá o tutor.

13 ¿Recibes alguna beca?

- Sí
 No

ANEXO 2.

SITUACIÓN PROBLEMA

Majo, una adolescente de 16 años escuchaba la radio en su casa, mientras saboreaba una paleta “Ricaleta”. De repente le llamó la atención la siguiente noticia:

-Tenemos en el programa la presencia de la Dra. en epidemiología ambiental, Marcela Tamayo, quien viene a informarnos sobre la situación que presentó el consumo de algunas golosinas fabricadas en nuestro país. –Adelante, Doctora Tamayo-

Así es, en el Centro de Investigación en Nutrición y Salud del Instituto Nacional de Salud Pública, un grupo de investigadores del que formo parte nos dimos a la tarea de corroborar la información emitida en los Estados Unidos, sobre la presencia de un metal tóxico en algunos dulces mexicanos.

En este país la alerta fue activada cuando un grupo de niños en diferentes ciudades de aquel país, presentaron síntomas similares: dolor de cabeza, cólicos estomacales, fatiga y náuseas y en algunos casos la presencia de vómito.

Al preguntarle a las madres de estos niños, lo que habían ingerido, se encontró que todos ellos habían comido alguna de estas golosinas.

Laboratorios en E.U realizaron estudios de sangre en los niños y en los dulces, encontrando en la sangre de los niños la presencia del mismo metal tóxico encontrado en los dulces, por lo que los investigadores comenzaron a cuestionarse la procedencia de dicho metal ...

ANEXO 3.

Instrucciones. Reúnete con tu equipo y en los recuadros de abajo, contesta lo que se solicita.

IDENTIFICACIÓN DE PISTAS

Enlista los hechos que nos ayuden a identificar la situación problema.

FORMULACIÓN DE PREGUNTAS

¿Qué preguntas nos podrían ayudar a resolver la situación problema?

EXPLICACIÓN

Elabora una explicación a las preguntas formuladas.

OBJETIVOS

¿Qué necesitaríamos saber para contestar las preguntas formuladas?

ANEXO 4.

EQUIPO:

INTEGRANTES:

1. _____
2. _____
3. _____
4. _____

Instrucciones. Escribe solo una pregunta que te ayude a resolver el problema y que palabras clave utilizarías en Google para tratar de buscar una respuesta a tu pregunta.

Mi pregunta es:

¿QUÉ NECESITO CONOCER?

PALABRAS CLAVE

| | |
|--|--|
| | |
| | |
| | |

ANEXO 5. Evalúo mis fuentes de información

Instrucciones. De las fuentes que elegiste, realiza su evaluación con base en la siguiente lista. Tienes hasta el día sábado 16 de febrero a las 20 horas para subir este archivo a la plataforma EDMODO. (Puedes subirlo antes si lo tienes concluido).

Dirección

Dirección

Dirección

Características del Sitio Web que realiza la publicación.

¿Quién publica el sitio Web?

(institución, persona, o entidad)

¿Cuál es el propósito?

(informar, vender, servicio, etc.)

¿A qué audiencia se dirige?

(Clientes, personas interesadas en conocer el tema)

Información sobre el autor de los contenidos

¿se citan otras fuentes y se respeta derechos de autor?

¿Está calificado para dar la información que está dando? ¿Cuáles son los créditos?

¿En qué fecha se publicaron los contenidos?

¿Quién es el autor de los contenidos?

¿Son vigentes?

Confiabilidad y pertinencia de la fuente

ANEXO 6. Plantilla para analizar información

Instrucciones. Escribe tu pregunta en el espacio correspondiente. En el recuadro ¿Qué encontré escribe la información que responde a la pregunta y la fuente donde lo encontraste?

| PLANTILLA PARA ANALIZAR INFORMACIÓN | |
|-------------------------------------|--|
| Escribe nuevamente tu pregunta | |
| ¿Qué encontré? | |
| | |

ANEXO 7. DIAGRAMA HEURÍSTICO

Instrucciones. Escribe la información que se te solicita en cada recuadro de acuerdo con lo que has investigado

| TITULO | |
|-----------------------|--|
| PISTAS | |
| PREGUNTA | |
| EXPLICACIÓN | |
| CONCEPTOS | METODOLOGIA |
| | Procedimiento para la obtención de datos |
| | Procesamiento de los datos para obtener un resultado |
| Análisis y conclusión | |
| RESPUESTA | |
| REFERENCIAS | |

ANEXO 8. EJEMPLO DEL TRABAJO DEL EQUIPO 5 DE LA ENP

I. PISTAS

- Todos son caramelos
- Todos contienen azúcar
- " mantienen una coloración roja
- Son dulces mexicanos

II. PREGUNTAS

- ¿Cómo es el ambiente de la ciudades?
- ¿Procedencia de los ingredientes?
- ¿Cantidad de los dulces?
- ¿Qué metal se encontró?
- ¿Calidad de las fábricas donde se hacen los dulces?
- La cantidad de dulce que comieron
- Características en común de los dulces
- ¿Solo se da a niñas?

III. HIPÓTESIS

- Encontramos que todos los dulces encontrados tienen en común una coloración rojiza y obviamente contienen azúcar
- Pensamos que ese pequeño grupo de niñas es alérgico al metal encontrado en las golosinas, pues en México no se presentan esos casos

IV. OBJETIVOS

- Que metal es el que se encontró
- Los ingredientes de todos los dulces en listados
- Si los niños presentan alergias

QUIPO: 5

INTEGRANTES:

1. Alonso Solorio Alethia Xally

2. Alvarado Cortés Oscar

3. Díaz López Marco Antonio

4. Medina Jaimes Nikté

ACTIVIDAD 1

Instrucciones. Escribe la pregunta secundaria y los aspectos que necesitas saber en los espacios correspondientes, así como las palabras claves que utilizarías en el buscador google o google búsqueda avanzada. Tienes hasta el día miércoles 13 de febrero y 23:00 horas para subir este archivo a la plataforma EDMODO. (Puedes subirlo antes si lo tienes concluido).

1. Plantear una pregunta
¿Cómo llegó el plomo a los dulces?

2. Pregunta secundaria

¿Pudo haber llegado el plomo mediante el colorante rojo de los dulces?

| | |
|--|---------------------------------|
| ¿Qué necesito saber? | Palabras clave |
| ¿Cuánto plomo está permitido en los alimentos? | Normas secretaria de salud. |
| ¿Cuáles son los tipos de colorante rojo? | Tipos y colorante rojo. |
| ¿Cuáles son los ingredientes del colorante rojo? | Ingredientes y colorante rojo. |
| ¿Cuáles son las sustancias de esos ingredientes? | Sustancias y colorante rojo. |
| ¿Cuáles son las fórmulas químicas de las sustancias? | Fórmulas químicas y sustancias. |
| ¿Qué compuestos tienen esas fórmulas? | Compuestos y fórmulas químicas. |

3. Evaluación de las fuentes encontradas

Instrucciones. De las fuentes que elegiste, realiza su evaluación con base en la siguiente lista. Tienes hasta el día sábado 16 de febrero a las 20 horas para subir este archivo a la plataforma EDMODO. (Puedes subirlo antes si lo tienes concluido).

| | | Dirección Fuente 1 | Dirección Fuente 2 | Dirección Fuente 3 |
|--|---|---|--|---|
| Características del Sitio Web que realiza la publicación | ¿Quién publica el sitio Web? (institución, persona, o entidad) | WebconsultasHealthcare S.A (Institución). | Hablemos Claro (Página web). | SINCO. (Institución). |
| | ¿Cuál es el propósito? (informar, vender, servicio, etc.) | Su propósito es informar. | Su propósito es divulgar inf. científica sin fines de lucro. | Informar sobre las sustancias contenidas en productos. |
| | ¿A qué audiencia se dirige? (Clientes, personas interesadas en conocer el tema) | Personas interesadas en conocer el tema. | Personas interesadas en conocer el tema. | A empresas que deseen conocer las sustancias y como y sus características. |
| Información sobre el autor de los contenidos | ¿Quién es el autor de los contenidos? | Dra. María Alba Jiménez. | Su inf. proviene de fuentes científicamente validadas, de revistas indexadas y de expertos en los campos correspondientes. | Centro de bioinformática- instituto de biotecnología de la Universidad Nacional de Colombia. |
| | ¿Está calificado para dar la información que está dando? ¿Cuáles son los créditos? | Si, es Lda. en Medicina y residente de pediatría en el hospital La Paz de Madrid. | Si, tiene diversos colaboradores y un consejo editorial, además de estar asociado a diversas instituciones académicas. | Está sustentado por la U.S National Library of Medicine y la TOXNET (toxicology data network). |
| | ¿En qué fecha se publicaron los contenidos? ¿Son vigentes? | 23 de julio de 2014 Sigue vigente ya que no ha cambiado la regulación de plomo. | Septiembre 05 del 2017. Sigue vigente ya que no ha sufrido modificaciones. | La información se actualizó en junio de 2017 y sigue vigente |
| | ¿Se citan otras fuentes y se respeta derechos de autor? | Si, a la Comisión del Codex Alimentarius, la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO) y la Organización Mundial de la Salud (OMS). | Si, como por ejemplo: "Fuente: FAO/WHO Joint Expert Committee on Food Additives " | Si se cita la página web: https://chem.nlm.nih.gov/chemidplus/ProxyServlet?objectHandle=DBMaint&actionHandle= |
| Confiabilidad y pertinencia de la fuente | De acuerdo con los datos recopilados sobre la fuente, ¿sus contenidos son confiables? | Si, son completamente confiables y el equipo de redacción es exclusivo de médicos. | Si, es avalada por instituciones destacadas, como por el Tec de Monterrey. | Si, la información está sustentada en dos universidades importantes. |

Instrucciones. Escribe la pregunta secundaria en el espacio correspondiente, la información que responde a la pregunta secundaria. Debajo de ésta, pega la dirección de la fuente consultada. Mínimo media cuartilla, máximo una cuartilla. Día de entrega, lunes 18 de febrero del 2019, hasta las 23: 00 horas. (Puedes subirlo antes si lo tienes concluido).

| PLANTILLA PARA ANALIZAR INFORMACIÓN | |
|---|--|
| ¿Qué necesito saber? | ¿Pudo haber llegado el plomo mediante el colorante rojo de los dulces? |
| ¿Qué encontré? | |
| <p>En los alimentos destinados a los bebés o infantes se permitía hasta ahora la presencia de 0,02 miligramos de plomo por cada kilo de producto, pero esta cantidad se limitará a la mitad, es decir, 0,01 miligramos por kilo, de acuerdo con un nuevo estándar establecido por la Comisión del Codex Alimentarius.</p> <p>https://l.facebook.com/l.php?u=http%3A%2F%2Fwww.farbe.com.mx%2Ftipos-de-colorantes-artificiales-para-alimentos-y-sus-usos%2F%3Ffbclid%3DlwAR3kvxJSz5Dws9hw6fqkeEW-cWAjt_9-pYvLv-jHaP3CaIDh6JcxmtcxePA&h=AT0UtsBpPqx-1cu562RMMHUq0HA32Gwt4lw1RPaTGRvkrmdR8UvFhCwdyrlL2eWWzd0qfMa7fsK-B01xAD1BQKKgO4t9V-9SE9uHFdI9YMA5eeqcENOGwVCQeLU2uafK2ilxWDJVv_RQtDWPAYI8Zw</p> <p>Existen diversos tipos de colorante rojo empleados en los productos alimenticios, como son:</p> <p>a.- Eritrosina (E-127). No se ha demostrado que tenga efectos sobre la salud. Es muy común en los alimentos con aroma de fresa, como lácteos, mermeladas y carameros. También se usan en derivados cárnicos, patés de atún o de salmón, y en muchas otras aplicaciones.</p> <p>b.- Rojo Allura AC (E-129). Se utiliza desde la década de 1980 para sustituir al amaranto. Es utilizado en los dulces.</p> <p>c.- Amaranto (E-123). Da un tono rojo y se ha utilizado como aditivo alimentario desde principios de siglo. Debido a distintas controversias de salud, su uso está limitado a algunas bebidas alcohólicas.</p> <p>d.- Rojo Ponceau 4R (E-124). Da un tono similar al rojo cochinita, que es un colorante natural. Es usado para dar color “fresa” a los caramelos y productos de pastelería, y también en sucedáneos de caviar y derivados.</p> <p>https://l.facebook.com/l.php?u=https%3A%2F%2Fwww.webconsultas.com%2Fdieta-y-nutricion%2Falimentacion-en-las-etapas-de-la-vida%2Ffa-fao-limita-la-cantidad-de-plomo-en%3Ffbclid%3DlwAR0Wp178nwOa2Frm-LbnARTm4Wnq8JhPQZ21wSXPqJvVBOGsSRbhIDMkWel&h=AT0UtsBpPqx-1cu562RMMHUq0HA32Gwt4lw1RPaTGRvkrmdR8UvFhCwdyrlL2eWWzd0qfMa7fsK-B01xAD1BQKKgO4t9V-9SE9uHFdI9YMA5eeqcENOGwVCQeLU2uafK2ilxWDJVv_RQtDWPAYI8Zw</p> <p>De estos colorantes hemos deducido que el colorante Rojo Allura AC (E-124) podría ser el portador del plomo, ya que es el más común utilizado en dulces, tales como los mencionados en la problemática inicial.</p> <p>El Rojo Allura AC es un colorante sintético de color rojo que se trata de un compuesto azoderivado. Es una sal disódica del ácido 6-hidroxi-5-[(2-metoxi-5-metil-4-sulfopenil) azo]-2-naftalensulfónico, que se presenta en forma de polvo rojizo oscuro muy soluble en agua. El Allura Red AC se presenta como un polvo de granular a fino, de color rojo oscuro. Es soluble en agua e insoluble en etanol. Puede modificarse químicamente incorporando aluminio a su estructura para generar una laca. Las lacas son insolubles en agua y son utilizadas ampliamente por su afinidad a medios oleosos.</p> <p>http://hablemosclaro.org/ingrepedia/allura-red-ac-rojo-no-40/#1502295043079-a670ed68-b14f</p> <p>El compuesto (sal disódica del ácido 6-hidroxi-5-[(2-metoxi-5-metil-4-sulfopenil) azo]-2-naftalensulfónico), está formado por las siguientes sustancias:</p> <p>Material volátil a 135°C 14%, material insoluble en agua 0,2%, sal sódica del ácido 6-hidroxi-5-[(2-metoxi-5-4-sulfopenil)azo]-8-(2-metoxi-5-metil-4-sulfopenoxi) 2-naftalensulfónico 0,3%, toluensulfónico 0,2%, plomo 10%, arsénico 3 ppm colores subsidiarios sulfonados 1%, colorante puro 85% min.</p> <p>http://bioinf.ibun.unal.edu.co/SINCO/ficha.php?formIDColorante=37</p> <p>Las formulas químicas de las sustancias que componen el colorante son:</p> <ul style="list-style-type: none"> •SAL SODICA DEL ACIDO 6-HIDROXI-5-((2-METOXI-5-4-SULFOFENIL)AZO)-8-(2-METOXI-5-METIL-4-SULFOFENOXI) 2-NAFTAENSULFONICO: --- •TOLUENSULFONICO:H3AsO4 (CH3C6H4SO3H). •PLOMO:Pb₂ •ARSENICO:H3AsO4 <p>http://www.elsevier.es/es-revista-educacion-quimica-78-articulo-arsenico-el-elemento-inclasificable-S0187893X13725199</p> | |

| TITULO: DULCE METÁLICO | | Pts |
|---|---|-----|
| HECHOS 1.- Síntomas presentados en la problemática. 2.- Metal tóxico causante de los síntomas. 3.- Dulces específicos por los cuales se presentaron los síntomas. | | |
| PREGUNTA ¿Cómo llegó el plomo a los dulces? | | |
| HIPOTESIS (EXPLICACIÓN) El plomo pudo llegar en los dulces por su colorante rojo | | |
| CONCEPTOS | METODOLOGIA | |
| Lenguaje. <ul style="list-style-type: none"> • Fórmulas químicas • Compuestos • Sustancias • Concentración | Procedimiento para la obtención de datos Basándonos en nuestra hipótesis, y de estas preguntas resaltamos sus preguntas clave para que después con ellas se nos facilitara la investigación de la información necesaria. En esta investigación comparamos distintas fuentes y seleccionamos las más recomendables. | |
| | Procesamiento de los datos para obtener un resultado <div style="text-align: center; margin: 10px 0;"> <div style="background-color: #4a86e8; color: white; padding: 5px; display: inline-block; border-radius: 5px;">Colorante Rojo Allura AC</div> </div> <div style="text-align: center; margin: 10px 0;"> <div style="background-color: #4a86e8; color: white; padding: 5px; display: inline-block; border-radius: 5px;">Fórmula química: C₁₈H₁₄N₂O₈S₂-Na₂</div> </div> <div style="display: flex; justify-content: space-around; margin-top: 10px;"> <div style="background-color: #4a86e8; color: white; padding: 5px; border-radius: 5px; width: 30%;"> -Material volátil a 135°C 14% -Material insoluble en agua 0.2% -Sal sódica </div> <div style="background-color: #4a86e8; color: white; padding: 5px; border-radius: 5px; width: 30%;"> -Toluensulfónico 0,2% -Plomo 10ppm (derivado del petróleo) -Arsénico 3ppm </div> <div style="background-color: #4a86e8; color: white; padding: 5px; border-radius: 5px; width: 30%;"> -2-naftalensulfónico 0,3% -Colores subsidiarios sulfonados 1% -Colorante puro 85% min. </div> </div> | |
| Análisis y conclusión Analizando la fórmula del colorante seleccionado (rojo allura ac) en la cual entre sus componentes encontramos 10 ppm de cantidad de plomo. Nosotros concluimos que el plomo no es un agregado del colorante, sino que se encuentra ya que se contaminó el producto por causas externas. | | |
| RESPUESTA Mediante la investigación podemos corroborar que efectivamente el colorante cuenta con una cierta cantidad de plomo (10 ppm), sin embargo, la cantidad que contiene es muy poca y no resulta tóxico. | | |
| REFERENCIAS <ul style="list-style-type: none"> - https://chem.nlm.nih.gov/chemidplus/ProxyServlet?objectHandle=DBMaint&actionHandle= - FAO/WHO Joint Committee on Food Additives. - OMS Organización Mundial de la Salud. | | |

ANEXO 10. EJEMPLO. EQUIPO 5 COLEGIO DE BACHILLERES

| 1) Pistas | 2) Formulación de preguntas |
|--|---|
| <p>Has una lista de las pistas o los hechos o datos que consideraron relevante.</p> | <p>Con base en las pistas seleccionadas, formula preguntas que te ayuden a resolver la situación.</p> |
| <p>1º Los dulces mexicanos más consumidos resultaron dañinos.</p> <p>2º El problema fue la presencia de un metal tóxico en los dulces.</p> <p>3º Niñas con los mismos síntomas se dieron cuenta del problema.</p> <p>4º Cuando realizaron estudios de sangre todos eran por los dulces.</p> | <p>1º ¿Cómo surge lo tóxico?</p> <p>2º ¿Cuál es el menor riesgo?</p> <p>3º ¿Puede provocar la muerte?</p> <p>4º ¿Qué metal es?</p> <p>5º ¿Cuál es el mayor riesgo?</p> <p>6º ¿Por qué está el metal en los dulces?</p> <p>7º ¿Qué tan higiénicos son?</p> <p>8º ¿Qué es la toxicidad?</p> |
| <p>3) Explicación. Planteamiento de hipótesis</p> | |
| <p>Escribe una respuesta a las preguntas planteadas en el inciso dos.</p> | |
| <p>Surge por la higiene y el entorno que se encuentre la fábrica podría llegar a provocar la muerte por el tipo de metal y si podemos llegar a tener alguna reacción mala de alergias.</p> <p>el mayor riesgo podría ser la muerte y el menor riesgo la alergia el metal está en los dulces por el líquido de conservación, enlatado o la manera de envolverlos, eso hace que casi no sean higiénicos por sus máquinas que no están en mantenimiento.</p> <p>el metal que puede llegar a traer puede ser aluminio.</p> <p>La toxicidad es la reacción que da el sistema inmunológico al rechazo de sustancias que entran al cuerpo y las expulsa de manera espontánea.</p> | |
| <p>4) Objetivos</p> | |
| <p>¿Qué necesitarías saber para contestar a tus preguntas?</p> | |
| <p>Ir a una fábrica al área de empaquetado y ver todo el proceso por el que pasa.</p> | |

Equipo 5: Teens

Integrantes:

1. Chantes Olivares Lizbeth
2. Méndez Hernández María Fernanda
3. Rosas Benítez Fernanda
4. Zarate Parra Ariadna

ACT 2. DULCE METÁLICO

Instrucciones. Escribe la pregunta secundaria y los aspectos que necesitas saber en los espacios correspondientes, así como las palabras claves que utilizarías en el buscador google o google búsqueda avanzada. sube este archivo a la plataforma, la fecha límite es el miércoles 20 de febrero a las 23:00 horas

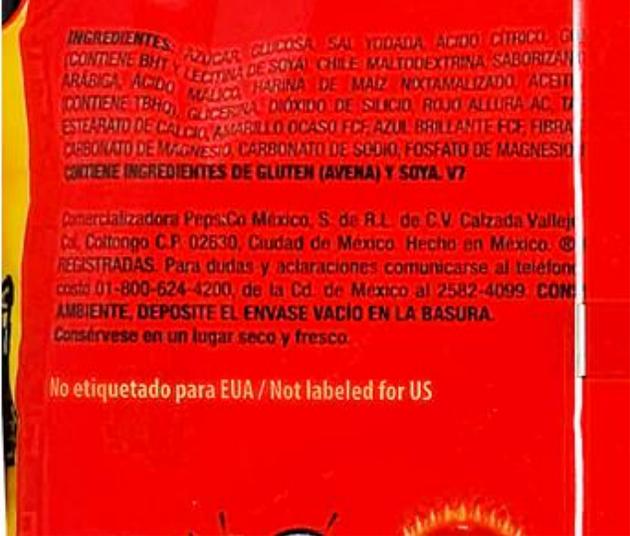
ACTIVIDAD 2

2. Pregunta secundaria

¿Qué sustancias tiene el conservador?

¿Qué necesito saber?

Qué tipo de conservador tiene la paleta, En que parte se encuentra el conservador, Cuánto dura el conservador, De dónde sacan los conservadores, El conservador que contiene es dañino

| ¿Qué encontré? | |
|---|--|
| Pregunta secundaria | ¿Qué sustancias tiene el conservador? |
| <h2><u>Elementos</u> de la paleta:</h2> | |
| Azúcar |  |
| Glucosa | |
| Sal yodada | |
| Ácido cítrico | |
| Lecitina de soya | |
| Chile | |
| maltodextrina | |
| Saborizante | |
| Harina de maíz nixtamalizado | |
| Aceite | |
| Dióxido de silicio | |
| Fibra | |
| Carbonato de magnesio | |
| Carbonato de sodio | |
| Fosfato de magnesio | |

| PLANTILLA PARA ANALIZAR INFORMACIÓN | |
|---|--|
| ¿Qué necesito saber? | ¿Qué sustancias contiene el conservador? |
| ¿Qué encontré? | |
| <p>Paleta Rockaleta.</p> <p>Lista de ingredientes:</p> <p>Azúcar, glucosa, sal yodada, ácido cítrico, goma base (contiene BHT y lecitina de soya, chile, maltodextrina, saborizantes, goma arábica, ácido málico, harina de maíz nixtamalizado, aceite vegetal (contiene TBHQ), glicerina, dióxido de silicio, rojo allura AC, tartrazina, estereato de calcio, amarillo ocaso FCF, azul brillante FCF, fibra de avena, carbonato de magnesio, carbonato de sodio, fosfato de magnesio, BHT. Contiene ingredientes de gluten (avena) y soya</p> <p>https://mx.openfoodfacts.org/producto/01011145566/rockaleta-pepsico</p> <p>El ácido cítrico es un ácido orgánico tricarboxílico que está presente en la mayoría sobre todo en cítricos como el limón y la naranja. Es un buen conservante y antioxidante natural que se añade industrialmente en el envasado de muchos alimentos.</p> <p>http://www.bristhar.com.ve/acidocitrico.html</p> <p>Por su sabor agradable, baja toxicidad y otras propiedades físico-químicas, el ácido cítrico tiene un sinnúmero de aplicaciones. Es uno de los principales aditivos alimentarios, usado como conservante, anti-oxidante, acidulante y saborizante de golosinas, bebidas gaseosas y otros alimentos. Se lo usa además en la industria farmacéutica, para lograr efervescencia y sabor, y también como anticoagulante de la sangre.</p> <p>http://www.argenbio.org/index.php?action=novedades&note=433&opt=11</p> | |

| Plomo en los conservadores | | Pts |
|---|---|-----|
| Presencia de plomo en los dulces, que afecta a la salud de niños | | |
| PREGUNTA ¿Porque había plomo en los dulces? SEC: ¿Qué sustancias contiene el conservador? | | |
| HIPOTESIS (EXPLICACIÓN) Nuestra hipótesis fue errónea porque la fórmula del ácido cítrico es C ₆ H ₈ O ₇ y claramente se observa que la formula no tiene el símbolo de plomo que es Pb. | | |
| CONCEPTOS | METODOLOGIA | |
| Lenguaje. Mezcla Composición Fija Formula química Composición Elemental Elemento Sustancia | Procedimiento para la obtención de datos Procedimiento para la obtención de datos Gracias a nuestras dudas compramos la paleta y observamos los ingredientes que contiene la paleta y se encontró ácido cítrico y al no saber su significado buscamos su composición y encontramos que es un conservante y antioxidante natural | |
| | Procesamiento de los datos para obtener un resultado Pensamos que el ácido Cítrico era el que contenía el plomo al investigar su composición química encontramos que era errónea nuestra hipótesis y que los conservadores no tienen plomo | |
| Análisis y conclusión Investigando a fondo con la envoltura de la paleta encontramos ácido cítrico y en la composición del ácido cítrico no contiene plomo y la fórmula del ácido del ácido cítrico es C ₆ H ₈ O ₇ lo cual podemos ver que no contiene plomo ya que su símbolo es Pb | | |
| RESPUESTA El conservador de la paleta no contiene plomo, el principal conservador es el ácido cítrico | | |
| REFERENCIAS En la envoltura de la paleta en la parte de atrás notamos los ingredientes y de ahí nos basamos para obtener la formula nos basamos en https://wikipediaorg.com | | |

ANEXO 10. COMUNICACIÓN DE RESULTADOS ENP

Grupo 519
Equipo 3

Integrantes:
González Sánchez Alejandra
Morales León Karla Juliana
Oliva Valdivia Valeria
Rodríguez Flores Itzel

DULCE METÁLICO

PROBLEMA

Se registraron diversos síntomas iguales en algunos niños de E.U.
La causa...ciertos dulces mexicanos.





HIPÓTESIS

Los envoltorios de los dulces mencionados tienen pintura en su mayoría roja, la cual contiene plomo y de alguna manera pudo desprenderse.

¿CÓMO LLEGO ESE PLOMO A LOS DULCES?

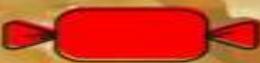


El plomo se puede introducir al organismo por diversas vías, entre ellas por la piel.

Dentro de los componentes de la pintura se encuentra el pigmento, que es el que le dará color a nuestra pintura.



EL BLANCO DE PLOMO ES UN DIHIDROXIBISCARBONATO DE PLOMO (II)
[$Pb_3(CO_3)_2(OH)_2$].

| | | |
|--|---|---|
| <p>MINIO: ES UN PIGMENTO ARTIFICIAL INORGÁNICO. SU FÓRMULA DETALLADA ES Pb_2HPO_4 Y SU NOMBRE SISTEMÁTICO, TETRAÓXIDO DE TRIPLOMO.</p> |  | <p>BERMELLÓN: ES UN PIGMENTO ARTIFICIAL INORGÁNICO. SU FÓRMULA ES HgS Y SU NOMBRE SISTEMÁTICO, SULFURO DE MERCURIO.</p> |
|--|---|---|

Como respuesta a la hipótesis, sea cual sea el pigmento utilizado, no es la pintura roja de los envoltorios la causante de las molestias en los niños.

Dulce metálico

Álvarez Velázquez Norma Shadai, Hernández Martínez Odalys Victoria, Leal Martínez Sandra,
Mendoza Fragoso Itsi teri Adriana, Perez Avila Gina Lizeth

Tras la presencia de casos médicos con síntomas de malestar estomacal, muy similares en niños de estados unidos, concluyeron que sus malestares se relacionaban por el consumo de dulces mexicanos como rokaleta, tutsi-pop, ricaleta, etc. Lo que conllevó el descubrimiento de niveles no permitidos de plomo en dichos dulces. Planteando se ¿Cómo llegó el plomo a los dulces?

Nuestra hipótesis gira entorno a que estos dulces comparten colorantes y en este caso creemos que el colorante amarillo ocaso o número 6 es el medio por el cual llegó el plomo.

Al identificar la Tartrazina como el colorante amarillo que comparten la mayoría de los dulces, se logra plantear que es un colorante que produce reacciones alérgicas, con fórmula molecular $C_{16}H_9N_4Na_3O_9S_2$ la cual conforma el 87% del material total del colorante. (Sánchez Juan, R. 2013. **LA QUIMICA DEL COLOR EN LOS ALIMENTOS. Química Viva, 12 (3), 234-246**) Si bien en su fórmula química no está presente el plomo; el colorante es una mezcla y entre el otro 13% de los demás componentes encontramos 10ppm de plomo (Villarreal, C., & Mauricio, S. 2016. **Sustitución de colorantes en alimentos Bachelor's thesis**) que en contraste a la norma de la FDA de 0.10ppm de plomo como máximo concluye claramente que este rebasa por mucho dicha normativa convirtiéndose en algo nocivo para la salud.

(Villalobos, C. (2017, agosto 21). Niños, los más vulnerables al plomo en golosinas. *Gaceta Politécnica*, 18, 4-5. 2019, Febrero 15, De <https://www.repositoriodigital.ipn.mx/bitstream/123456789/23134/1/G-sem1349.pdf>)

La hipótesis es correcta ya que el colorante amarillo si aporta una cantidad alta de plomo a los dulces, además se puede deducir que otros colorantes también pueden tener plomo.

Al estar informados podemos tomar la postura responsable de dejar de consumir dichos dulces, ya que además de los altos niveles de plomo, únicamente el colorante amarillo tiene otras consecuencias a largo plazo relacionadas con alergias principalmente.