

Vinculación: matemáticas, ciencias y aprendizaje.



Vinculación: matemáticas, ciencias y aprendizaje

Elia **Trejo** Trejo
 Universidad Tecnológica del Valle del Mezquital
 México
 elitret@hotmail.com
 Patricia **Camarena** Gallardo
 Instituto Politécnico Nacional
 México
 pcamarena@ipn.mx

Resumen

Se reporta una investigación en la cual se realiza un análisis del proceso cognitivo de los estudiantes ante la construcción de ciencias vinculadas. Específicamente de un grupo de estudiantes de la carrera técnica universitaria en tecnología de alimentos, a quienes se les da a resolver un evento contextualizado sobre sistemas de ecuaciones algebraicas lineales en el contexto del balance de materia en situaciones de mezclas químicas. El análisis cognitivo se fundamenta en las teorías de los Campos Conceptuales y la Matemática en el Contexto de las Ciencias. Para el análisis se atienden las representaciones que elaboran los estudiantes acerca de las invariantes en los esquemas que construyen cuando enfrentan un evento de matemáticas contextualizadas. Durante el actuar de los estudiantes surgen diferentes tipos de representaciones propias del contexto en el cual se desarrolla la investigación, con lo cual se establece una propuesta de clasificación para éstos.

Palabras clave: Matemáticas, química, campos conceptuales, matemática en contexto, teoría de la Matemática en el Contexto de las Ciencias.

Introducción

La necesidad de una formación integral en el estudiante, ha llevado a la Red Internacional de Investigación en Matemática en el Contexto de las Ciencias (MaCoCiencias) a realizar investigaciones de corte cognitivo que giran, entre otras, en torno a analizar los procesos cognitivos de los estudiantes ante la construcción de conocimientos de varias ciencias que se encuentren vinculados. Abordar eventos de las ciencias como un sistema químico, físico o un fenómeno natural, donde se deben aplicar las matemáticas para su resolución, es tarea compleja; porque es necesario por un lado integrar los conocimientos y por el otro realizar actividades de análisis ante conocimientos que se encuentran tanto explícitos como implícitos en el evento a abordar (Camarena, 1984: pp. 21-25), jugando un papel importante las representaciones que se puedan formular sobre los eventos a enfrentar, para favorecer la construcción del conocimiento.

Vinculación: matemáticas, ciencias y aprendizaje.

Moreira (2002: pp. 37) asume que no aprehendemos del mundo directamente, sino que lo hacemos a partir de las representaciones que de ese mundo construimos en nuestras mentes.

Aprender matemáticas, entre otros, implica que el aprendiz sea capaz de utilizarlas para resolver eventos específicos de su área de formación profesional y laboral (Camarena, 1993: pp. 78). Así, en la construcción del conocimiento de varias ciencias vinculadas, es importante conocer desde el punto de vista cognitivo qué ocurre con los estudiantes cuando trabajan una matemática contextualizada.

Problema de investigación.

Hay muchas acciones que favorecen la construcción del conocimiento en los estudiantes, una de ellas son las actividades de aprendizaje y de enseñanza con una matemática contextualizada. Las investigaciones que se hagan respecto al proceso cognitivo de los estudiantes dan pauta para el diseño y rediseño de estas actividades didácticas en estudiantes del nivel superior y carreras técnicas. Por otro lado, hay teorías específicas que abordan los procesos cognitivos, como la teoría de Piaget (1991), la teoría de las representaciones semióticas de Duval (1993), los campos conceptuales de Vergnaud (1991), las funciones cognitivas de Feuerstein (1980), entre muchas otras. El análisis que se realice con cada uno de los puntos de vista de cada teoría dan un panorama enriquecedor de la actividad cognitiva de los estudiantes ante una matemática contextualizada. En esta ocasión se reporta la investigación que hace uso de los campos conceptuales de Vergnaud.

Así, el problema de investigación trata la problemática de indagar cómo se lleva a cabo el proceso cognitivo de los estudiantes cuando afrontan eventos contextualizados de la Matemática en Contexto, desde la perspectiva de los campos conceptuales de Vergnaud. El *objetivo de la investigación* persigue analizar el proceso cognitivo de un grupo de estudiantes a través de analizar las representaciones que elaboran acerca de las invariantes en los esquemas que construyen cuando abordan las actividades de aprendizaje asociadas a eventos contextualizados en donde se vinculan los sistemas de ecuaciones algebraicas con el balance de materia; es decir se abordan eventos de mezclado de soluciones químicas. La Matemática en el Contexto de las Ciencias y los Campos Conceptuales de Vergnaud son las teorías que fundamentan la investigación.

Marcos teóricos

Matemática en el Contexto de las Ciencias

La teoría de la Matemática en el Contexto de las Ciencias (Camarena, 1984: pp. 21-25; 2000: pp. 1-70) se ha desarrollado desde 1982 a través de investigaciones en el Instituto Politécnico Nacional de México. La teoría de la Matemática en el Contexto de las Ciencias (MCC) reflexiona acerca de la vinculación que debe existir entre la matemática y las ciencias que la requieren, entre la matemática y las situaciones de la vida cotidiana, así como su relación con las futuras actividades profesionales y laborales.

La teoría se fundamenta en tres paradigmas: La matemática es una herramienta de apoyo y materia formativa; La matemática tiene una función específica en el nivel superior; Los conocimientos nacen integrados. El supuesto filosófico educativo de esta teoría es que el estudiante esté capacitado para hacer la transferencia del conocimiento de la matemática a las áreas que la requieren y con ello las competencias profesionales y laborales se vean favorecidas,

Vinculación: matemáticas, ciencias y aprendizaje.

porque se pretende contribuir a la formación integral del estudiante y a construir una matemática para la vida (Camarena, 1984: pp. 21-25; 2000: pp. 1-70).

La teoría de la Matemática en el Contexto de las Ciencias aborda la problemática del aprendizaje y la enseñanza de la matemática en carreras del nivel superior en donde la matemática no es una meta por sí misma, sino una herramienta de apoyo a las ciencias y una materia formativa para los estudiosos de ésta. Para ello, concibe al proceso del aprendizaje y de la enseñanza como un sistema donde intervienen las cinco fases de la teoría: curricular, cognitiva, didáctica, epistemológica y docente; además, hacen presencia factores de tipo emocional, social, económico, político, y cultural (Camarena, 1993: pp. 75). Todas las fases son necesarias para que se cumpla el supuesto filosófico planteado, además, todas las fases se relacionan entre sí, ninguna es ajena a las demás. Como teoría, en cada una de sus fases se incluye una metodología con fundamento teórico, acorde a los paradigmas en los que se sustenta, donde se guían los pasos para el diseño curricular, se describe la didáctica a seguir, se explica el funcionamiento cognitivo de los alumnos y se proporcionan elementos epistemológicos acerca de los saberes matemáticos vinculados a las actividades de los profesionistas, entre otros.

El análisis cognitivo que se aborda en esta investigación incide directamente en la fase cognitiva de la teoría, donde un concepto matemático contextualizado adquiere sentido mediante las actividades propias del contexto, porque los conceptos no están aislados, están constituidos en forma de red y mantienen relaciones entre ellos (Camarena, 1999: pp. 950-960). Por lo cual, para el análisis cognitivo es importante establecer los eventos contextualizados y a partir de éstos definir las actividades de aprendizaje que conducen a la construcción del conocimiento, tanto de los conceptos de cada ciencia que interviene en el evento como de la vinculación entre éstos, etapas 4 y 9 de la estrategia didáctica de la Matemática en Contexto, mostradas en el siguiente párrafo; situación que es congruente con la teoría de los Campos Conceptuales de Vergnaud. Así, la fase didáctica es el medio para que se logren los procesos cognitivos; la fase didáctica posee una estrategia didáctica que apoya el desarrollo de las competencias en los estudiantes dentro del ambiente de aprendizaje, la cual se denomina Matemática en Contexto (Camarena, 2000: pp. 1-70).

Con la Matemática en Contexto el estudiante trabaja con una matemática contextualizada en las áreas del conocimiento de su futura profesión en estudio, en actividades de la vida cotidiana y en actividades profesionales y laborales, todo ello a través de eventos contextualizados, los cuales pueden ser problemas o proyectos. En general el hablar de la Matemática en Contexto es desarrollar la teoría matemática a las necesidades y ritmos que dictan los cursos de la ingeniería. La Matemática en Contexto contempla 9 etapas, que se desarrollan en el ambiente de aprendizaje en equipos de tres estudiantes: Líder académico, líder emocional, líder de trabajo.

Etapas de la Matemática en Contexto: 1.- Identificar los eventos contextualizados que desarrollen las competencias en cuestión. 2.- Plantear el evento contextualizado. 3.- Determinar las variables y las constantes del evento. 4.- Incluir los temas y conceptos matemáticos necesarios para el desarrollo del modelo matemático y solución del evento. 5.- Determinar el modelo matemático. 6.- Dar la solución matemática del evento. 7.- Determinar la solución requerida por el evento. 8.- Interpretar la solución en términos del evento y disciplinas del contexto. 9.- Presentar una matemática descontextualizada.

Vinculación: matemáticas, ciencias y aprendizaje.

La Matemática en Contexto además de fungir como estrategia didáctica, permite seguir un proceso metodológico para contextualizar la matemática a través de las etapas 2, 3, 5, 6, 7 y 8, con lo cual se vincula la matemática con las demás ciencias de las carreras profesionales y técnicas en tratamiento. El tipo de evento contextualizado que se elija deberá tener historial, es decir, debió haber sido trabajado previamente por un grupo de docentes para identificar el tipo de componentes de las competencias que entran en acción, así como las preguntas tipo que realizan los estudiantes al momento de abordar los eventos, entre otras más. El éxito del evento contextualizado para que pueda desarrollar las competencias en los estudiantes tiene que ver con su elección adecuada y con la guía del profesor al momento de que los estudiantes resuelvan el evento.

Los Campos Conceptuales

La teoría de los Campos conceptuales aborda la formación de conceptos matemáticos desde un enfoque psicológico y didáctico, donde lleva a considerar al aprendizaje de un concepto como el conjunto de “situaciones problema” que constituyen la referencia de sus diferentes propiedades y al conjunto de esquemas puestos en práctica por los sujetos en esas situaciones problema (Vergnaud, 1996, p. 145). El sentido del concepto matemático se adquiere a través de los esquemas evocados por el sujeto individual para resolver una situación problema.

Vergnaud (1991, p. 147) define los Campos Conceptuales como “un conjunto de situaciones problema, conceptos, invariantes, esquemas y operaciones del pensamiento que se encuentran relacionadas entre sí para un área de conocimiento específica”. La teoría de los Campos Conceptuales (CC) permite el análisis cognitivo en las situaciones problema propuestas a los estudiantes mediante el análisis de las dificultades conceptuales, el repertorio de procedimientos disponibles y de formas de representación posibles.

Bajo la óptica de la teoría de Campos Conceptuales el entendimiento de la acción del estudiante relativo a los conceptos involucrados y la estructura de sistemas de ecuaciones algebraicas lineales en el contexto de un fenómeno de balance de materia, se centra en estudiar algunos aspectos de las operaciones del pensamiento que hacen de las invariantes en los esquemas que construyen los estudiantes, las cuales inciden directamente o indirectamente en el conocimiento acerca de esta estructura matemática en situación problema donde tiene lugar la vinculación de dos contextos: matemáticas y química.

Para las representaciones que son una de las operaciones del pensamiento, Vergnaud menciona que el estudiante transforma una acción sobre el objeto matemático, estableciendo control sobre él mismo por medio de las relaciones y clasificaciones en su realidad, de tal forma que se van presentando invariantes en el desarrollo del conocimiento, de esta forma las representaciones para Vergnaud son todas aquellas herramientas cualquier notación, signo o conjunto de símbolos que representa alguna cosa que es típicamente algún aspecto del mundo exterior o de nuestro mundo interior (o sea, de nuestra imaginación).

Para finalizar con esta sección es importante mencionar que las “situaciones problema” a las que hace referencia el marco teórico de Vergnaud corresponden a los “eventos contextualizados” y las “actividades de aprendizaje” que propone la teoría de la Matemática en el Contexto de las Ciencias.

El fenómeno de estudio

Vinculación: matemáticas, ciencias y aprendizaje.

El fenómeno de balance de materia se presenta en diversas actividades tanto del campo profesional como durante la formación del técnico superior universitario en tecnología de alimentos. Algunas de las actividades se localizan en la elaboración de productos como estandarización de jugos, leche, mermeladas, néctares, por citar algunos. En estas actividades se tiene la misma base teórica, la ley de la conservación de la materia (Marrique, 2005, pp. 128; Valiente, 2001, pp. 231), que indica que la masa es constante y por lo tanto la masa entrante en un proceso, debe ser igual a la masa saliente, a menos que haya acumulación dentro del proceso. Dichos balances son una contabilidad de entradas y salidas de materiales de un proceso o de una parte de éste. Estos balances son importantes porque pueden ser utilizados para el diseño del tamaño de aparatos que se emplean y para calcular costos. Si la planta de producción trabaja, los balances proporcionan información suficiente sobre la eficiencia de los procesos.

Dentro de los procesos más comunes en donde se debe realizar un balance de materia, se tiene la operación de mezclado, utilizada para preparar una combinación uniforme de dos o más sustancias que pueden ser sólidas, líquidas o gases, o combinación de éstas, con lo que se pueden obtener productos que pueden ser los finales o los de punto de partida en la elaboración de alimentos, ver figura 1.

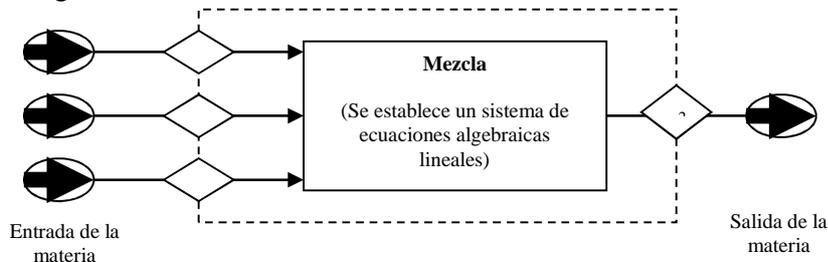


Figura 1. Balance de la materia para un mezclado de sustancias.

Justamente en esta investigación se trabaja con una operación de mezclado de sustancias químicas azucaradas con una concentración porcentual, misma que puede modelarse a través de sistemas de ecuaciones algebraicas lineales, estableciéndose la vinculación entre las áreas del conocimiento: matemáticas y química.

Metodología

La metodología empleada para llevar a cabo el análisis del proceso cognitivo de los estudiantes en torno al contenido conceptual de sistemas de ecuaciones algebraicas lineales en el contexto del balance de materia conlleva los siguientes tres bloques: Contextualización de sistemas de ecuaciones algebraicas lineales en el balance de materia. Determinación de las actividades de aprendizaje a ser aplicadas al grupo de estudiantes. Análisis del proceso cognitivo de los estudiantes a través de las operaciones del pensamiento que hacen sobre las invariantes en los esquemas que construyen, constituyendo, este bloque, la sección de resultados y discusión.

La muestra. Por tratarse de un análisis de tipo cualitativo, se trabaja con un grupo de dos estudiantes del primer cuatrimestre de la carrera de Técnico Superior en Tecnología de Alimentos, quienes se encuentran cursando una asignatura de matemáticas que incluye el tema de sistemas de ecuaciones algebraicas lineales, así como un curso de química en donde se aborda el tema de balance de materia mediante el mezclado de soluciones químicas; ambos cursos están desvinculados curricularmente. Las actividades las realizan los estudiantes en el laboratorio de química, en diferentes sesiones, cubriéndose un total de doce horas.

Vinculación: matemáticas, ciencias y aprendizaje.

Instrumentos de observación. La obtención de los datos del proceso cognitivo se hace mediante la obtención de sus producciones escritas y filmaciones que ayudan a refutar o confirmar el análisis que se efectúa con la información escrita. El análisis es cualitativo atendiendo las operaciones del pensamiento que realizan sobre las invariantes en los esquemas que construyen en su proceso cognitivo ante las actividades de un evento contextualizado.

Desarrollo de la investigación

A continuación se describen a *grosso modo* cada uno de los bloques de la metodología de investigación.

Para el **primer bloque** se establece el evento contextualizado que van a enfrentar, el cual es un fenómeno que de forma recurrente se encuentra en operaciones específicas del área de formación profesional y laboral del técnico en alimentos. A la letra dice: *Se cuenta con 100 ml de solución azucarada al 60% y 100 ml de solución azucarada al 35%. A partir de estas soluciones se desean obtener 100 ml de una solución azucarada al 50%.*

Las etapas de contextualización descritas en el apartado del marco teórico, las cuales se encuentran inmersas en la estrategia didáctica de la Matemática en Contexto, es el proceso metodológico que se emplea para la contextualización de sistemas de ecuaciones algebraicas lineales en el balance de materia, en general de eventos contextualizados de mezclas de soluciones.

En la fase didáctica de la Matemática en el Contexto de las Ciencias, la contextualización la establece el docente previo a implementar la estrategia didáctica de la matemática en contexto, porque esta contextualización lo dota de elementos para diseñar las actividades de aprendizaje de las etapas 4 y 9 de la estrategia, asimismo, para tomar tiempos, ver necesidades de la infraestructura cognitiva y contemplar posibles trayectorias de resolución. Asimismo, permite determinar los conceptos matemáticos y del contexto (química) que hacen presencia en el evento, establecer la relación entre conceptos que pertenecen a dos áreas de conocimiento distintas y observar la relación estrecha que hay entre ambas. En términos de Vergnaud, se identifican los conceptos e invariantes a las cuales debe converger el estudiante para la construcción del conocimiento. En relación a la matemática: El concepto es “sistemas de ecuaciones algebraicas lineales” y las invariantes son conceptos matemáticos tales como ecuación algebraica, ecuación algebraica lineal, sistemas de ecuaciones y métodos de solución. En relación al contexto: El concepto es balance de materia y las invariantes son conceptos inherentes como manejo de concentraciones, visualización del fenómeno como un sistema con entradas y salidas, mezclado de sustancias para obtener una concentración deseada y medición de concentraciones. Los esquemas y operaciones de pensamiento de las invariantes median la acción sobre la realidad, como también las formas de organización y estructuración de los diferentes conceptos de interés y los criterios de adquisición de sus significados.

A partir de la contextualización del primer bloque metodológico se derivan las actividades a determinarse en el **segundo bloque**, las cuales se muestran en la tabla 1. Las actividades de aprendizaje tienen por objetivo que el estudiante analice el comportamiento lineal mediante la obtención de combinaciones de concentraciones y volúmenes, cada uno por separado, para posteriormente confrontarlo con la idea de manejar las dos variables simultáneamente, y la búsqueda del modelo matemático que representa el evento contextualizado, ver tabla 1.

Tabla 1

Vinculación: matemáticas, ciencias y aprendizaje.

Evento contextualizado y sus actividades de aprendizaje.

EVENTO CONTEXTUALIZADO	
Se cuenta con 100 ml de solución azucarada al 60% y 100 ml de solución azucarada al 35%. A partir de estas soluciones se desean obtener 100 ml de una solución azucarada al 50%.	
ACTIVIDADES DE APRENDIZAJE	PROPÓSITOS
Actividad 1. Mezclar las dos soluciones químicas para obtener como resultado 100 ml de solución, no considerar la concentración de la solución sólo el volumen.	Mezclar soluciones químicas, desde el volumen.
Actividad 2. Mezclar las dos soluciones químicas para obtener como resultado una solución con una concentración de azúcar al 50% (no considerar el volumen de la solución sólo la concentración).	Mezclar soluciones químicas, desde la concentración.
Actividad 3. Con las soluciones dadas, 100 ml al 35% y 100 ml al 60%, realizar una mezcla para obtener 100 ml de una nueva solución con una concentración al 50%.	Mezclar soluciones considerando volumen y concentración.

Fuente: Trejo y Camarena (2009).

Con lo anterior se puede establecer el campo conceptual de los sistemas de ecuaciones algebraicas lineales en el contexto de balance de materia. Como ha sido mencionado en la sección del marco teórico, el campo conceptual está constituido por las situaciones problema (evento contextualizado y actividades de aprendizaje), los conceptos, las invariantes, los esquemas y las operaciones de pensamiento.

Resultados y discusión

Para el *tercer bloque*, el que determina los resultados y discusión, el actuar de los estudiantes se analiza a través de las operaciones de pensamiento que hacen de las invariantes en los esquemas que construyen. Es menester señalar que durante las actividades que emergen de la contextualización de sistemas de ecuaciones algebraicas lineales con el balance de materia, en el actuar de los estudiantes se detectó el uso recurrente de diferentes operaciones de pensamiento, las cuales son consideradas propias de la vinculación de dos áreas específicas del conocimiento, es decir, bajo otras vinculaciones pueden o no surgir. Estas operaciones del pensamiento se refieren específicamente a representaciones, por lo que fue necesario definir una clasificación de los tipos de representaciones encontradas, la cual se expresa a continuación.

Representación tipo proposicional: se considera como la descripción que el estudiante hace del evento, en primera instancia, en su propio lenguaje (lenguaje natural), desde el punto de vista cognitivo le es de utilidad al estudiante para entender la actividad a realizar. Puede utilizar algunos conceptos aislados de la matemática, la ciencia química u otras, sin lograr articularlos. El propósito general es comunicarse y tratar de entender el evento a resolver.

Representaciones tipo figurado no operativo: es cuando el estudiante percibe la información del evento pero si se le pide que represente por escrito la situación, hace dibujos, queriendo ver la vinculación entre las dos áreas del conocimiento, sin embargo, no le permiten un procedimiento de resolución. Para el evento particular que se ha abordado en esta investigación, una vez que el grupo de estudiantes entiende las actividades en su lenguaje procede a realizar algunos dibujos (figuras) del área del contexto, en los cuales se percibe que existe comprensión sobre qué es lo que se pide. Sin embargo, no logran pasar de estas figuras a una expresión escrita que posibilite la solución del evento dado, es decir, aún no logran la vinculación entre las dos áreas del conocimiento.

Representaciones tipo figurado operativo: el estudiante continúa realizando dibujos pero ya toma en cuenta la información numérica, el dibujo puede por tanto, servir como soporte para la resolución del evento, sin algoritmos. Nuevamente, en el experimento que se presenta en este documento, el grupo de estudiantes de forma recurrente realiza esquemas (figuras) que representan el balance de materia de las actividades planteadas; mismos que le permiten por un

Vinculación: matemáticas, ciencias y aprendizaje.

lado entender las variables y constantes involucradas, y por el otro les sirven para dar paso a la representación simbólica que permite la resolución del evento. Luego, en este momento inicia la comprensión de la vinculación entre las dos áreas del conocimiento.

Representaciones tipo análogas: el estudiante conserva la información pertinente para resolver el evento y simplifica la información utilizando símbolos, puntos, taches, uso de imágenes. Utiliza la experiencia en resolución de eventos anteriores para resolver el nuevo, al menos parcialmente, con un procedimiento muy primitivo y de alcance muy local; es decir, se consideran los procedimientos de eventos similares para verificar si son de ayuda en la resolución del nuevo evento. Apoya al entendimiento para la solución del evento. La representación análoga puede ser utilizada después de la proposicional e incluso después de la figurada no operativa, y es cuando el estudiante hace referencia a procesos que le parecen similares al que se enfrenta y que le pueden ser de utilidad para la comprensión y resolución del evento. Su búsqueda por eventos similares le permiten apoyar la comprensión incipiente de la representación anterior.

Representaciones tipo simbólicas: se ha considerado que estas representaciones constituyen un medio para identificar con mayor claridad los objetos matemáticos para la conceptualización de los mismos y la conceptualización del contexto. El estudiante traduce el enunciado de un evento a una representación matemática: aritmética, algebraica, analítica o gráfica; esta representación se considera como experta y permite dar la respuesta solicitada. Se considera que se obtienen conocimientos que pueden ser utilizados en diferentes contextos. El grupo de estudiantes que ha transitado por las representaciones anteriores, hace uso de una representación simbólica (puede ser gráfica, aritmética o algebraica), misma que le permite integrar los conocimientos tanto matemáticos como del contexto para dar una solución adecuada al evento planteado. Esta representación, para el caso de la investigación, ha sido considerada como la que permite el dominio de los conceptos de interés.

En términos generales, se observa que los diferentes tipos de representaciones de las invariantes juegan un papel importante en la resolución del evento contextualizado y las actividades de aprendizaje que han sido planteadas a los estudiantes. El abordaje de las actividades de aprendizaje se caracterizó porque pasaban por diferentes tipos de representación hasta llegar a una representación simbólica y obtener un resultado satisfactorio. En el actuar de los estudiantes se detectó que cuando el grupo aborda las actividades de aprendizaje y construye su conocimiento, los tipos de representación, encontrados durante la investigación y considerados propios de la vinculación de dos ciencias, se van desarrollando de forma gradual conforme se logra la conceptualización de sistemas de ecuaciones algebraicas lineales en el contexto del mezclado de sustancias químicas. Adicionalmente se posibilita en el alumno el desarrollo de habilidades para resolver nuevos eventos contextualizados que les sean planteados.

Como ha sido mencionado, el grupo de estudiantes transita por los diferentes tipos de representaciones hasta llegar al simbólico, con lo cual tienen la posibilidad de construir su propio conocimiento en torno al fenómeno de estudio que vincula conceptos matemáticos y de las ciencias. Razón por la cual, la generación de la representación simbólica se analizó con una mayor profundidad, identificándose tres procesos relacionados, en donde están presentes los otros tipos de representación: Proceso de interpretación y selección, Proceso de estructuración y Proceso de operacionalización, ver figura 2.

Vinculación: matemáticas, ciencias y aprendizaje.



Figura 2. Procesos presentes en la construcción del conocimiento.

Proceso de interpretación y selección, a partir del evento contextualizado, en donde se considera como parte fundamental el contexto, el grupo de estudiantes realiza una selección de información que le parece pertinente, en ella se consideran los conocimientos anteriores disponibles y traducen la información en algún tipo de representación, como por ejemplo la algebraica (sistemas de ecuaciones lineales), aritmética (regla de tres simple), tabular (tablas de datos) o gráfica, incluso, en una representación figurada operativa, ver figura 3.

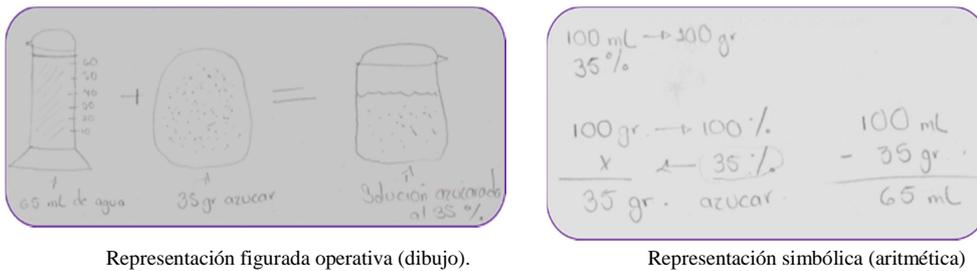


Figura 3. Proceso de interpretación y selección.

Proceso de estructuración, en éste nuevamente intervienen los conocimientos previos, se recurre a las analogías con eventos previamente resueltos y que parecen similares al propuesto; parece que los eventos resueltos con anterioridad se almacenan en la memoria y forman parte de los conocimientos puestos en funcionamiento por el grupo de estudiantes, asimismo, los procedimientos y las estrategias puestas en marcha sufren una reestructuración y avanzan progresivamente conforme van haciendo intentos de resolución, ver figura 4.

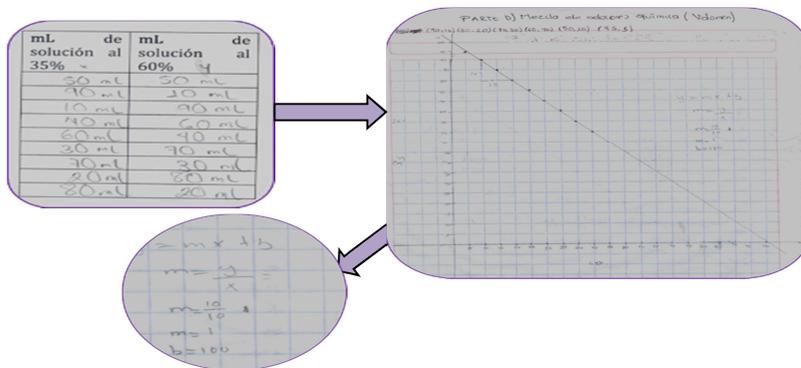


Figura 4. Proceso de estructuración.

Vinculación: matemáticas, ciencias y aprendizaje.

Proceso de operacionalización, es cuando se manipulan las representaciones y el grupo de estudiantes logra la resolución del evento contextualizado planteado. Se identifica que durante este proceso el grupo de estudiantes aplica los conocimientos operativos que provienen de su experiencia y con ello formula procedimientos o estrategias. En este proceso los conocimientos previos del grupo de estudiantes juegan un papel importante pues permiten modelar el evento y trabajar con el modelo matemático mediante modos de representación simbólicos más operacionales que el proposicional, ver figura 5.

Porcentaje de soluto en la solución \rightarrow $\frac{60\%}{x} + \frac{35\%}{y} = \frac{50\%}{100}$
 Concentración
 Volumen \rightarrow $\frac{60\%}{x} + \frac{35\%}{y} = 100 \text{ ml}$

$60x + 35y = 50(100)$
 $x + y = 100$
 $y = 100 - x$ $y = \frac{50(100) - 60x}{35}$
 $100 - x = \frac{50(100) - 60x}{35}$ $y = 100 - 60$
 $35(100 - x) = 50(100) - 60x$ $y = 40$
 $3500 - 35x = 5000 - 60x$
 $-35x + 60x = 5000 - 3500$
 $25x = 1500$
 $x = \frac{1500}{25} = 60$

Figura 5. Proceso de operacionalización.

Conclusiones

Concluyendo, de la investigación se observa que se ha buscado contribuir al entendimiento de la construcción del conocimiento del estudiante ante un contenido conceptual derivado de la vinculación entre dos contextos diferentes, matemáticas y área técnica del campo de acción de un Técnico Superior en Tecnología de Alimentos. El análisis mostrado se ha abordado atendiendo la acción del estudiante ante la resolución de eventos contextualizados y actividades de enseñanza con sistemas de ecuaciones algebraicas lineales en el contexto del balance de materia, mismas que constituyen un medio de análisis sobre el cual se describe la construcción del conocimiento.

Este es un estudio de carácter cognitivo que utiliza como marco teórico los Campos Conceptuales de Vergnaud, desarrollados inicialmente para investigaciones en la educación básica y que ha sido retomado para explicar un fenómeno contextualizado en el nivel Técnico Superior Universitario.

Durante el análisis de las actividades por el grupo de estudiantes fue necesario definir los tipos de representaciones de las invariantes en los esquemas, mismos que surgieron de forma espontánea durante el actuar de los estudiantes. Si bien, los estudiantes, al final de las sesiones, disponen de esquemas apropiados para enfrentar eventos contextualizados que requieran de sistemas de ecuaciones algebraicas lineales, es necesario explorar más sobre ello, sobre todo en contextos diferentes.

Otro elemento importante de mencionar es que mientras más contextos diversos se empleen y más eventos contextualizados aborde el estudiante, podrá ir construyendo su conocimiento de forma más duradera y podrá realizar la transferencia del conocimiento matemático a otras ciencias.

Referencias

Camarena, G. P. (1984). El currículo de las matemáticas en ingeniería. *Memorias de las Mesas redondas sobre definición de líneas de investigación en el IPN*, Conferencia Magistral, México, pp. 21-25.

Vinculación: matemáticas, ciencias y aprendizaje.

- Camarena, G. P. (1993). El papel de las ciencias básicas y las matemáticas en las carreras de ingeniería. *Memorias del Seminario de las Ciencias Básicas de las carreras de Ingeniería del Sistema Nacional de Educación Tecnológica*. Conferencia Magistral, Cuernavaca, Morelos, México, pp. 75-85.
- Camarena, G. P. (1999). Hacia la integración del conocimiento: matemáticas e ingeniería. *Memorias del 2^{do} Congreso Internacional de Ingeniería Electromecánica y de Sistemas*. México, pp. 950-960.
- Camarena, G. P. (2000). *Etapas de la matemática en el contexto de la ingeniería*. Reporte de investigación No. CGPI-IPN: 990413, pp. 1-70. México: Editorial ESIME-IPN.
- Duval, R. (1993). Semiosis y noesis. En E. Sánchez y G. Zubieta (Eds.), *Lecturas en didáctica de la matemática: Escuela Francesa*. Sección de Matemática Educativa del CINVESTAV-IPN, México, pp. 118-144.
- Feuerstein, R.; Rand, Y.; Hoffman, M. B. and Miller, R. (1980). *Instrumental Enrichment*. Baltimore: University Park Press.
- Marrique, V. J. A. (2005). *Termodinámica*, tercera edición, pp. 128. México: Editorial Alfaomega.
- Moreira, M.A. (2002). Mental models and conceptual models in the teaching & learning of science. *Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências*, pp. 37-57. Porto Alegre, 3(2).
- Piaget, J. (1991). *Introducción a la epistemología genética, el pensamiento matemático*. Editorial Paidós, Psicología Evolutiva.
- Trejo, T. E. y Camarena, G. P. (2009). Problemas contextualizados: una estrategia didáctica para aprender matemáticas. En Lestón, P. (Ed.). (2009). *Acta Latinoamericana de Matemática Educativa* 22, pp. 831-841. México, DF: Colegio Mexicano de Matemática Educativa A. C. y Comité Latinoamericano de Matemática Educativa.
- Valiente, A. (2001). *Problemas de balance de materia y energía en la industria alimentaria*, segunda edición, pp. 231. México: Editorial Limusa.
- Vergnaud, G. (1991). *El niño, las matemáticas y la realidad: problemas de la enseñanza de las matemáticas en la escuela primaria*. México: Editorial Trillas.
- Vergnaud, G. (1996). The Theory of Conceptual Fields. En L. Stette, P. Nesher, P. Cobb, G. A. Goldin y B. Greer (eds.), *Theories of Mathematical Learning*, Mahwah, NJ, Lawrence Erlbaum Associates. p. 219-240.