



MODELACIÓN DE LA CAPACIDAD VOLUMÉTRICA PARA LA FORMACIÓN DE ATRIBUTOS DE EGRESO EN INGENIERÍA COMO PROCESO INTEGRADOR DE COMPETENCIAS MATEMÁTICAS, QUÍMICAS Y SOCIALES

Adriana Galicia Sosa

Tecnológico Nacional de México/ Instituto Tecnológico de Acapulco

Lorena Landa Habana

Tecnológico Nacional de México/ Instituto Tecnológico de Acapulco

Área temática: 6. Educación en campos disciplinares.

Línea temática: 2. El análisis cognitivo de la construcción, comunicación y desarrollo de conocimientos disciplinares.

Tipo de ponencia: Reportes parciales o finales de investigación.

Resumen:

El aprendizaje de las ciencias bioquímicas en el laboratorio se vive desvinculado del aprendizaje de las matemáticas y de las ciencias humanístico-social en el aula. En este trabajo de corte socioepistemológico se aproximan estas ciencias a través de la elaboración y aplicación de un diseño de aprendizaje. Con la aplicación de este diseño ha sido posible la modelación de desigualdades de primer orden a partir de la capacidad volumétrica de vasos de precipitado en el laboratorio de química, donde los estudiantes de primer semestre de Ingeniería Bioquímica en la clase de cálculo diferencial construyen, a partir de un modelo experimental, los modelos numérico, gráfico y algebraico. En el diseño se desvelan explícitamente las nociones de identificación y graduación de material de laboratorio, así como la toma de decisiones desde el punto de vista ético, vinculando de esta manera competencias de las asignaturas de química, ética y comportamiento organizacional con la asignatura de cálculo diferencial. Se Desvelan en la actividad evidencias del logro en un nivel introductorio del atributo del egresado sugerido por el CACEI: capacidad de identificar, formular y resolver problemas complejos de ingeniería aplicando los principios de las ciencias básicas e ingeniería.

Palabras clave: Formación integral, Estrategias de enseñanza, Enseñanza de las matemáticas Enseñanza de las ciencias

Introducción

El presente trabajo se desarrolla a partir de uno de los resultados del proyecto de investigación “Desarrollo del pensamiento y lenguaje variacional a partir de modelación de procesos químicos vinculados con el sector de servicios en alimentos” financiado por el Tecnológico Nacional de México (TecNM) en la Convocatoria 2018 desarrollado en el Instituto Tecnológico de Acapulco.

Una cuestión a considerar en este trabajo ha sido que el objetivo principal en la formación de ingenieros ha descansado en gran medida en el desarrollo de competencias específicas de carácter operativo, de innovación e investigación y desarrollo tecnológico y actualmente de formación para la industria 4.0. Coincidiendo con Martínez, Tobón, y Romero (2017) cuando mencionan que en la educación superior la formación de los profesionistas continúa centrada en el aprendizaje de contenidos desde un ámbito académico sin abordar problemas del contexto, existiendo una clara desvinculación universidad-entorno.

Por otra parte, las asociaciones acreditadoras, el nuevo modelo educativo y las tendencias internacionales han sugerido recalibrar, en la historia reciente, los créditos académicos en la formación de ingenieros hacia una formación integral, cobrando relevancia la inclusión reticular de las áreas humanístico social y la reducción de créditos en general. Siendo prioritario en el TecNM formar profesionistas para toda su vida, de tal forma que el profesionista actúe en su campo laboral aplicando los saberes en situaciones y problemas que contribuyan a satisfacer necesidades específicas del entorno, con un sólido proyecto ético de vida y compromiso social (TecNM, 2018).

Este trabajo de investigación se ubica en la formación de ingenieros bioquímicos, particularmente se ubica en la enseñanza de las matemáticas a partir de procesos de modelación deconstruidos de la comunidad profesional vía diseños de aprendizaje.

Para desarrollar, formar y evaluar las competencias integrales se propone la experimentación como actividad continua, y el laboratorio, como escenario para la resolución de problemas contextualizados.

Para el caso particular de la asignatura de cálculo diferencial, ésta es enseñada descontextualizada del quehacer profesional, privilegiando la enseñanza de saberes como objetos matemáticos.

En ese sentido, Soto y Cantoral (2014) muestran que el carácter utilitario del conocimiento se refiere a la visión de que la Matemática es un saber útil para encarar ciertas problemáticas. Los autores presentan como se atiende escolarmente el problema de la sección IX, § 163 de la obra del Marqués de L'Hôpital (1696), donde el discurso matemático escolar presenta a dicho conocimiento como una regla exitosa para la resolución de ejercicios relacionados con el límite. No permite al sujeto problematizar, inferir y trastocar el conocimiento. Sólo se prevé que el sujeto la aprenda para cuando se enfrente a problemas similares. Los autores enfatizan que el conocimiento no toma un carácter funcional, en el sentido de que le permita al sujeto resignificarlo en otros contextos.

En el presente trabajo, ha sido posible identificar que nueve de cada diez profesionistas que se entrevistaron no lograron distinguir en su ejercicio los modelos matemáticos que aprendieron en la clase de cálculo, ninguno de ellos asegura haberlos utilizado.

Existe también distancia entre prácticas de la asignatura de cálculo diferencial con las prácticas de asignaturas de química, ética y comportamiento organizacional, es decir, no se concibe el aprendizaje integral en los primeros semestres.

Esto lleva a repensar la clase de cálculo diferencial, a establecer vínculos entre las asignaturas del núcleo básico que permitan contextualizar el ejercicio profesional a partir de una práctica social de modelación hacia el logro de los Objetivos Educativos relacionados con Atributos de Egreso de nivel introductorio.

En este trabajo se presentan los resultados de la implementación de un diseño de aprendizaje para la comprensión y solución de inecuaciones de primer orden. Se plantea a partir de la medición del volumen de agua en vasos de precipitado vinculando así la práctica escolar con la práctica de llenado de botellas en una industria embotelladora de bebidas carbonatadas.

Desarrollo

El CACEI como referente de atributos de egreso

En el nuevo marco referencial 2018 en el contexto internacional del Consejo de Acreditación de la Enseñanza de la Ingeniería (CACEI), se sugieren siete atributos a desarrollar en el egresado, de los cuales en esta investigación se atiende el de la capacidad de identificar, formular y resolver problemas complejos de ingeniería aplicando los principios de las ciencias básicas e ingeniería. Para el TecNM es preciso siga considerándose como indicador de calidad la acreditación de programas de ingeniería en el Programa Institucional de Innovación y Desarrollo del actual sexenio.

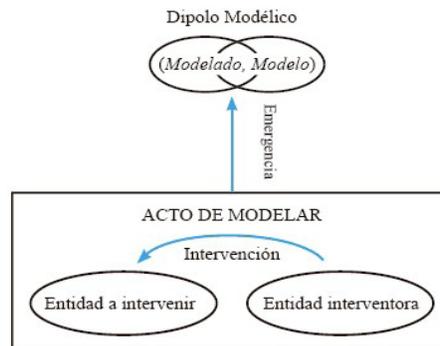
La Socioepistemología como marco teórico

El trabajo se desarrolla en el marco de la perspectiva teórica denominada Socioepistemología. De acuerdo con Cantoral (2013), la Socioepistemología responde a la construcción de nuestros sistemas conceptuales desde tres planos. Donde el primer plano trata sobre la naturaleza misma del saber. Hablar del saber no se limita, en esta perspectiva, a definir la relación que éste guarda con los objetos matemáticos, sino a posicionar al ser humano, en sus distintas dimensiones, en el acto mismo de construcción de sus sistemas conceptuales, su problematización. El segundo plano se ocupa de la práctica social como normativa de la actividad humana y como base de la construcción de nuestros sistemas conceptuales. Sus mecanismos funcionales. En el tercer plano, el autor lo considera como el plano teórico, que se ocupa de caracterizar las articulaciones teóricas, con una fuerte evidencia empírica, de procesos y términos del modelo de construcción social del conocimiento.

En esta investigación se privilegia a la matemática como herramienta en uso, en un contexto particular donde impulsa una forma de actuar específica donde la herramienta conlleva procedimientos, intenciones y argumentos particulares.

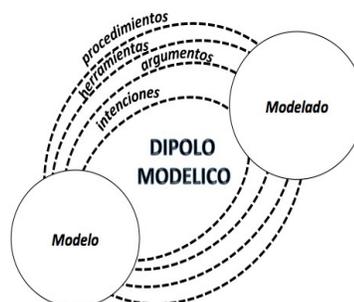
Para estudiar el ejercicio de una práctica se realiza a partir de la configuración dipolo modélica. Para Arrieta y Díaz (2014) la modelación es una práctica de articulación de dos entes, para actuar sobre uno de ellos, llamado lo modelado, a partir del otro, llamado el modelo. El ente se convierte en modelo cuando el actor lo usa para intervenir en el otro ente, por lo que deviene en herramienta. La articulación de un ente inicial, un modelo, con otro ente, lo modelado da lugar a una nueva entidad a la que se denomina dipolo modélico (figura 1).

Figura 1: Acto de modelar (Arrieta y Díaz, 2014)



En ese mismo sentido, Galicia et al. (2017) detallan que en práctica de modelación emergen dipolos modélicos conformados por dos polos (esferas) y finas corrientes de atracción expresadas en la figura 2 como líneas punteadas indicando los argumentos, las herramientas, las intenciones y los procedimientos. Estas fuerzas de atracción, cual dipolo eléctrico, activan el acto de modelar sin que sea necesariamente objetiva su presencia, así, es posible que mientras un ingeniero bioquímico modela la práctica de diluir en una muestra siguiendo la norma oficial mexicana operando el factor 10^n , un técnico laboratorista químico podría ejercer en apariencia la misma práctica y sin embargo el técnico adiciona “ceros” a una cifra a la vez que en su práctica de diluir la ha constituido algorítmicamente y ambas prácticas de modelación ser correctas. Esta subjetividad es posible mirando esta práctica desde la configuración dipolo modélica (Galicia, 2014).

Figura 2: Dipolo Modélico (Galicia et al. 2017)



La Desconstrucción como Etapas Metodológicas

Como metodología, se ha considerado en esta investigación algunos aspectos de las tres etapas de investigación que presentan Galicia et al (2017) como acercamiento metodológico. La primera etapa la definen como prácticas legítimas y su colindancia en la que el investigador ingresa a la comunidad en estudio, ya sea profesional o no, con fines de reconocimiento de los escenarios donde las prácticas cobran vida. Aquí se diseñan y aplican entrevistas, se analizan artículos científicos y programas de estudio, entre otras acciones. A través de un mapeo de prácticas recurrentes de la comunidad se identifican las prácticas y se selecciona aquella a estudiar. En la segunda etapa de la investigación definida como el paso de la constitución a la desconstrucción, se requiere conocer la intencionalidad y argumentaciones de quienes ejercen la práctica, los procesos que desarrollan y las herramientas que utilizan. Es decir, se mira en primera instancia cómo está constituida la práctica vista desde la configuración dipolo modélica a la vez que se desconstruye la práctica emergiendo el modelo matemático involucrado. La tercera y última etapa los autores la conciben como la reconstitución de la práctica de profesionistas en la escuela, está centrada en la elaboración de diseños de aprendizaje y experimentación educativa. A partir de la desconstrucción realizada en la etapa anterior se elabora un diseño de aprendizaje y se instala en el aula hacia la construcción de los modelos matemáticos. Galicia et al (2017) tratan la descentración del dipolo modélico que el estudiante ya tiene constituido a fin de que lo reconstituya incorporando el dipolo que configura el profesionista y el investigador, haciendo mención que este proceso de descentración es propiciado por el profesor cuando exista contraste. Para el diseño de aprendizaje, los autores proponen tres fases. Fase 0: Condiciones generales del diseño, en esta fase se definen las responsabilidades de quienes integran el grupo de trabajo, sea de investigación o docencia. Se establecen las condiciones del diseño que tienen que ver aspectos técnicos de preparación de materiales, equipo de laboratorio, medios físicos y electrónicos de acopio de información. Se establecen los objetivos del diseño con énfasis en la matemática como herramienta para el ejercicio de la práctica y no como objeto de estudio. Fase I: La interacción con el fenómeno, la experimentación, aquí la experimentación puede plantearse en tres ambientes. Los datos se obtienen, en el presencial desde la experimentación directa con el fenómeno; en el virtual, recurriendo a simulaciones del fenómeno con aplicaciones informáticas; y en el discursivo donde la experimentación se establece desde el discurso, utilizando datos iniciales. En esta fase se plantean situaciones que lleven al participante a articular las dos entidades en cuestión, la que se intenta intervenir con la entidad interventora, es decir el dipolo modelo-modelado. Fase II. La configuración inicial del dipolo modélico del estudiante: En esta fase del diseño se pretende que los estudiantes articulen sus argumentos, intenciones procedimientos y herramientas desvelando el dipolo modélico que ya tiene configurado en su práctica constituida. Fase III: La descentración del dipolo modélico en el estudiante: En el desplazamiento del dipolo modélico, en esta fase las actividades son inducidas a que el estudiante busque nuevas formas de solución, de abordar el experimento o la problemática planteada.

Al ser una práctica básica la medición de volumen de material de vidrio, por las características del modelo matemático y el abordaje de contenidos de precálculo en la asignatura, en este trabajo no se ha considerado la fase III.

Capacidad de rebose, una práctica en el proceso de llenado de bebidas carbonatadas

Una de las prácticas del ingeniero bioquímico en una industria es la operación de procesos de fabricación y control de calidad, este trabajo se sitúa en la práctica de control de calidad en la capacidad de rebose de bebidas no alcohólicas carbonatadas. Se distinguen como escenarios el área de producción y el laboratorio de calidad. El proceso inicia con la preparación de jarabe, seguido de la carbonatación de la bebida, envasado y tapado, pasteurizado y finalmente el almacenamiento. Esta investigación se centra en el proceso de envasado y tapado del envase, en el que un sistema de radiación que el equipo Filtec identifica que las botellas que no cumplen con la altura de llenado del envase sean rechazadas.

Configuración del dipolo modélico del Ingeniero Bioquímico en el proceso de envasado: MVP-G (Medición de Volumen del Profesionalista-Gráfico)

De acuerdo con la entrevista levantada al ingeniero en turno, para el proceso de llenado se inicia con los ajustes de parámetros en el Filtec de acuerdo a los márgenes de error permisibles, así para el envase de 250, 130, 600 y 1000 mL, los márgenes de error permitidos son ± 4.5 , ± 2.7 , ± 1.6 y < 1.07 mL respectivamente. Si el margen de error es mayor al permisible, el Filtec lo rechaza y el operador analiza si es causado por la temperatura que eleva el nivel de gas o por la fabricación del envase. Si es por la temperatura, ésta se ajusta de $2 - 3^{\circ}\text{C}$, si es por el envase, se avisa a control de calidad de materia prima para que atienda, en tanto el lote de envases es rechazado.

En el área de control de calidad de materia prima, se verifica la resistencia del envase al impacto, la altura, diámetro, peso y grosor entre otros. Un aspecto importante que mencionó el entrevistado es que el cumplimiento de las características del envase mantiene la estabilidad del producto durante su vida útil, lo que impacta en la economía de la empresa. El modelo que el profesionalista construye es de tipo gráfico de control. Configura el dipolo modélico MVP-G (Medición de volumen del profesionalista-gráfico). La comprensión y aplicación de gráficos de control es parte de la competencia aplica las técnicas de la calidad que den soluciones a la problemática de la industria; establecida en la asignatura de aseguramiento de la calidad.

Cabe entonces la posibilidad de diseñar e implementar una estrategia didáctica para la clase de aseguramiento de la calidad, sin embargo también es posible tomar de ésta práctica la noción de intervalo de confianza como una inecuación de primer orden e implementar un diseño de aprendizaje en la clase de cálculo diferencial.

Desigualdad condicional o Inecuación

En este trabajo se toma como referencia la noción de inecuación que Lehmann (1992), que define a una desigualdad condicional o inecuación como aquella expresión matemática que tiene el mismo sentido solo para ciertos valores de las variables, tomados entre los valores para los que sus miembros están definidos. Agregando como ejemplos de desigualdades o inecuaciones como $x - 2 < 3$ válida sólo si $x < 5$; $x! > 4$, válida sólo si $x > 2$ o si $x < -2$.

Medición de capacidad volumétrica como práctica de modelación matemática

Para el diseño de aprendizaje el equipo de trabajo estuvo conformado por tres maestros y dos auxiliares de laboratorio, quienes previamente prepararon el material y las condiciones para la instalación del diseño en la clase de cálculo diferencial. Los estudiantes que participaron contaban en promedio con 19 años, se encontraban cursando el primer semestre de Ingeniería Bioquímica. A la mayoría de los estudiantes les parece aburrida y tediosa la clase de cálculo y ninguno de ellos había realizado una actividad práctica para en matemáticas.

El profesor de la asignatura citó a los estudiantes al laboratorio de química para atender dos horas prácticas establecidas en su instrumentación didáctica. Participaron 28 estudiantes organizados en 4 equipos. Los estudiantes ya habían visto el tema en la clase teórica. Se le proporcionó a cada equipo de trabajo tres vasos de precipitado de 100 mL con una marca tipo graduación a los 35, 40 y 45 mL respectivamente, así como una probeta de 100 mL y una pizeta con agua. A continuación, se muestran las dos etapas del proceso.

I. Etapa de modelación

Aquí se identificaron las siguientes fases:

- i. Identificación del material de laboratorio. Se les pide a los estudiantes que identifiquen el material. En respuesta logran identificarlo por su forma ya que esto se abordó en la clase de química.
- ii. Medición del volumen en el vaso de precipitado. Se instruyó verter agua hasta el nivel señalado en cada vaso de precipitado, indicándoles que correspondía a 40 mL. Posteriormente se les indicó que vertieran el mismo líquido a la probeta a fin de medir el volumen. Los estudiantes fueron registrando los datos en una tabla, notando que los valores obtenidos de la probeta no correspondían al de los vasos de precipitado. Realizaron estrategias desde repetir la operación hasta invertir la instrucción, llegando a concluir que los materiales no servían. En la figura 3 se muestran aspectos de la modelación.

Capacidad volumétrica como inecuación. Se inicia preguntando qué variables intervienen, a lo que todos acuerdan como el volumen identificándolo con la letra "V". Luego se cuestiona qué pueden hacer con la información (Figura 4).

Configuración de dipolos modélicos del estudiante. Como respuesta inicial los estudiantes anotan en una tabla los datos que van obteniendo. Logrando un modelo numérico como herramienta matemática y utilizando el material de laboratorio como herramienta física. En esta etapa tienen la intencionalidad de verificar la información planteada en la situación didáctica y su argumento fue organizar la información para analizarla. Configurando así el dipolo MVE-N (Medición de volumen del estudiante- Numérico).

Posteriormente, por inducción, los estudiantes asociaron al experimento un modelo algebraico expresando una inequación, el procedimiento fue analítico con la intención de expresar el intervalo y sus argumentos fueron generalizarlo. Configurando así el dipolo modélico MVE-A (Medición de volumen del estudiante- Algebraico).

Finalmente, cuando se cuestiona si existe otra manera de expresar el modelo, logran el modelo gráfico, su procedimiento fue esbozar la gráfica, dibujando una recta, señalando los intervalos con corchetes cerrados para expresar gráficamente el mismo modelo algebraico con el mismo argumento de generalizar la situación, configuran el dipolo modélico MVE-G (Medición de volumen del estudiante-Gráfico).

Figura 3: Modelación en el laboratorio de química

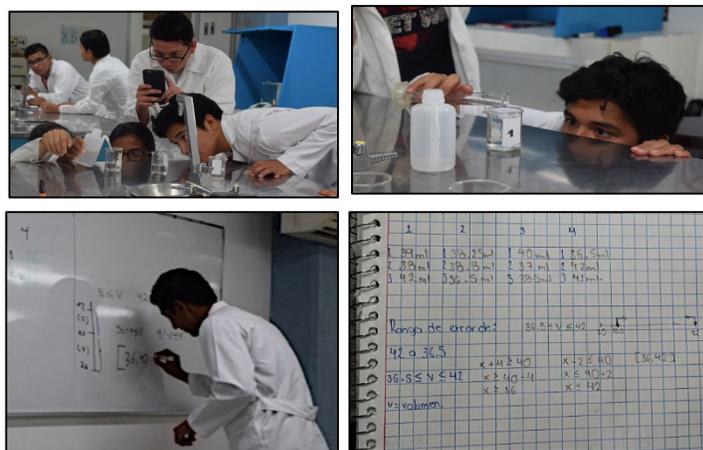


Figura 4 :Episodios de la modelación

Profesor: ¿Cuánto midió este vaso?

José: No da 40 mL... de hecho se pasa **Karen:** Y ya la medimos dos veces

Profesor: ¿Existe una expresión para ello? **José:** No lo se, matemáticamente ¿ $X > 40$? **Karen:** Para este caso es ¡ $V > 40$!

José...a mí me gusta más con equis

Juan Carlos: Pero no miden todos 40 mL **Laura:** Exactamente en mi tabla es 36.5, 40 y 42 **José:** El rango de medición es entre 36.5 y 42

Profesor: ¿Podemos expresarlo matemáticamente?

Juan Carlos: $42 \geq V \geq 36.5$

Profesor: ¡Exacto! ¿Existe otra forma de expresar?

Pedro: Gráficamente como intervalo cerrado

II. Etapa de toma de decisiones frente a un dilema ético

Se les presenta la siguiente situación: “En el laboratorio de control de calidad de una fábrica de vasos de precipitado, son responsables del proceso de fabricación y tienen que analizar los dos vasos que tienen en su mesa. Proviene de dos lotes de 10,000 piezas cada uno. Determinen que la capacidad volumétrica de los vasos sea la que corresponde a la graduación señalada”. Previamente el grupo de investigación validó que, en uno de los vasos, la capacidad volumétrica no correspondiera a la señalada.

Se identificaron las siguientes fases:

- i. Identificación de la problemática. Se inicia el debate exponiendo las razones. Por una parte, no consideran correcto se oferte el material en un mal estado y por otra, les inquieta la responsabilidad de una mala fabricación.
- ii. En la búsqueda de alternativas y Generación de acuerdos. La mayoría considera rechazar el lote, Luis insiste que debe hacerse la entrega. Se otorga más tiempo y participan en colectivo. Abigail propone un descuento abriendo otro espacio de reflexión, hasta que Patricia plantea se vendan con la etiqueta del volumen en el intervalo. Se genera controversia, pero aceptan todos.
- iii. Retroalimentación. Se solicita lean la leyenda de fábrica en los vasos: $\pm 5\%$, induciendo a la identificación de materiales por su uso, así, el vaso de precipitado se usa para precipitar o contener líquidos. Al conocer esta información confirman su acuerdo.

Conclusiones

A manera de conclusión, los resultados del presente trabajo son posible mirarlos desde las siguientes aristas.

Práctica de matemáticas como proceso innovador

Los estudiantes que participaron en esta actividad expresaron no haber tenido la experiencia previa de realizar prácticas de laboratorio en la clase de cálculo, su participación fue activa y entusiasta.

La modelación matemática como premisa

A partir de modelar la desigualdad de primer orden vía la determinación de la capacidad volumétrica de vasos de precipitado, el estudiante configuró los dipolos modélicos numérico (MV-N), gráfico (MV-G) y algebraico (MV-A). Fortaleciendo la clase teórica con la actividad en el laboratorio. Privilegiando la práctica social sobre el objeto matemático.

La formación integral de Atributos de egreso como fin

La implementación del diseño de aprendizaje logra aproximar la aparente distancia entre la matemática, la química y las ciencias humanísticas. Los estudiantes permanecieron voluntariamente por más tiempo del programado en el laboratorio analizando la situación, identificando evidencias del logro del atributo de egreso de identificar y resolver problemas en un nivel introductorio. En ese sentido, la solución de desigualdades o inecuaciones es competencia a adquirir en la primer unidad del programa de cálculo diferencial, atendiendo además actividades de aprendizaje señaladas en el programa de la asignatura de taller de ética como son la toma de decisiones con relación a dilemas éticos y casos prácticos de la vida profesional, abordando también los subtemas de actitudes, valores y habilidades, percepción y toma de decisiones en el comportamiento individual, la negociación y solución de conflictos de la asignatura de comportamiento organizacional (TecNM, 2018).

Un aspecto importante para resaltar ha sido el debate ético que se generó entre los estudiantes evidenciando episodios que fueron desde la discusión, el consenso y la contraposición, hasta la etapa de conciliación.

Es de relevancia mencionar que esta práctica es la primera señalada en la instrumentación didáctica del profesor de cálculo diferencial a partir del periodo agosto-diciembre 2018, aunque en fase de investigación educativa, el grupo de investigación inicia actividades de intervención hacia la concepción del aprendizaje de las matemáticas como un aprendizaje funcional, de una matemática de uso

Finalmente se puede concluir que este trabajo da luz de la necesidad imperiosa de encausar las actividades de la clase de cálculo hacia la modelación, donde la matemática le sea funcional al estudiante al construir modelos que funcionen como herramienta para explicarse situaciones de su contexto profesional, en un marco multidisciplinario. El grupo de investigación mira el laboratorio como escenario para hacer ciencia desde la formación integral.

Referencias

Arrieta, J. y Díaz, L. (2014) Una perspectiva de la modelación desde la socioepistemología. Revista Latinoamericana de Investigación en Matemática Educativa. 18 (1), 19-148.

Cantoral, R. (2013). Teoría socioepistemológica de la matemática Educativa. Estudios sobre construcción social del conocimiento. España: Gedisa.

Consejo de Acreditación de la Enseñanza de la Ingeniería A.C., CACEI (2017). Marco de Referencia 2018 del CACEI en el contexto internacional. (ingenierías) Versión 2. Revisión 0. Recuperado de: <http://cacei.org.mx/nvfs/nvfs02/nvfs0210.php>

Galicia, A. (2014). Desplazamiento de la práctica de diluciones entre la comunidad de ingenieros bioquímicos y la escuela. Tesis de doctorado no publicada, Universidad Autónoma de Guerrero. México

Galicia, A., Landa, L. y Cabrera, A.R. (2017). Reconstitución de prácticas sociales de modelación: lo lineal a partir de análisis químicos El caso de la curva de calibración. IE Revista de Investigación Educativa de la REDIECH. 15 (8), 29-55.

Juárez, I. A., González, S. (2011). Formulación de producto e ingeniería de proceso para una línea de bebidas tipo cooler de varios sabores. Memoria de residencia profesional de licenciatura en Ingeniería Bioquímica. Tecnológico Nacional de México. Instituto Tecnológico de Colima.

Lehmann, C. H. (1992). Álgebra. México: Limusa.

Martínez, J., Tobón, S. y Romero, A. (2017) Problemáticas relacionadas con la acreditación de la calidad de la educación superior en América Latina. *Innovación Educativa*. 17 (73). Recuperado de http://www.innovacion.ipn.mx/Revistas/Documents/2017/73/Innovacion_Educativa_73.pdf#page=80

Tecnológico Nacional de México (TecNM), Instituto Tecnológico de Acapulco (2018). Plan de estudios de Ingeniería Bioquímica. Reticula: IBQA -2010-207 (Competencias profesionales). Recuperado de: <http://it-acapulco.edu.mx/ingenieria-bioquimica/>

Soto, D. & Cantoral, R. (2014). Discurso Matemático Escolar y Exclusión. Una visión socioepistemológica. *Boletim de Educação Matemática*, 50(28), 1525–1544