

DESPLAZAMIENTO DE LA PRÁCTICA DE DILUCIONES ENTRE LA COMUNIDAD DE INGENIEROS BIOQUÍMICOS Y LA ESCUELA

Adriana Galicia Sosa, Leonora Díaz, Jaime Arrieta, Landa Habana Lorena

Instituto Tecnológico de Acapulco, Universidad de Valparaíso, Universidad Autónoma de Guerrero. (México). (Chile)
leonora.diaz@uv.cl, jaime.arrieta@gmail.com, tikibu_fresia15@hotmail.com

RESUMEN: El contexto que domina la matemática escolar obedece a la generación de la matemática como conocimiento científico. En este trabajo cambiamos de enfoque y desde construir matemáticas nos desplazamos a contribuir a formar profesionistas. Ello requiere de inmersión en los contextos de desempeño profesional. La práctica que se decide estudiar es una que responde a la necesidad de diluir una pequeña muestra en una solución mayor: la dilución seriada, considerando las dimensiones de procedimientos, intenciones, herramientas y argumentos que ostentan quienes la ejercen. Éstas evidencian por las formas en que, quien ejerce la práctica, articula el modelo con lo modelado, configurando lo que hemos llamado dipolo modélico. Se reporta una metodología inicial para ello: la deconstrucción, que proporcionó una caracterización de la práctica para la elaboración de un diseño de aprendizaje. En la aplicación de este diseño, el estudiante descentró un dipolo constituido incorporando otro. Robusteció su forma de diluir, reconstituyendo así su práctica.

Palabras clave: dipolo modélico, reconstitución de prácticas

ABSTRACT: The context that covers school mathematics responds to the generation of mathematics as scientific knowledge. In this work we change our approach; from constructing mathematics, we move to contribute to train professionals, all of which requires immersion in the contexts of professional performance. The practice to be study is one that responds to the need to dilute a small sample into a larger solution: serial dilution, considering the dimensions of procedures, intentions, tools and arguments that show those who exercise it. They show what we have called modeling dipole due to the ways in which the model is articulated with modeling by the one who exercise the practice. We report a proposal of a methodology: the deconstruction, which provided a characterization of the practice to elaborate a learning design. In the implementation of this design, the student separated a constructed dipole, by including another one. He strengthened his way of diluting, thus reconstructing his practice.

Key words: modeling dipole, reconstruction of practices

■ La distancia entre prácticas profesionales y escolares

La preocupación inicial de este trabajo se ubica alrededor de una formación integral del estudiante, particularmente de Ingeniería Bioquímica (IBQ). En la universidad el estudiante requiere cursar inicialmente asignaturas del campo de las ciencias básicas los dos primeros años, con la promesa de que las matemáticas le serán “útiles” para el ejercicio de la ingeniería. Las prácticas han sido constituidas de tal forma que realizan procesos algorítmicamente, en caso de existir situaciones emergentes a nivel de procesos de laboratorio, el estudiante no siempre resuelve de la mejor manera, no hacen uso de las herramientas matemáticas. Tampoco reconocen usarlas en sus procesos.

En esta investigación consideramos relevante estudiar las prácticas de modelación del ingeniero bioquímico y las del aula de matemáticas, a fin de tender puentes entre las prácticas de la escuela y las de comunidades de IBQ, particularmente planteamos estudiar la práctica de las diluciones seriadas (DS).

■ La Socioepistemología como perspectiva teórica

La presente investigación se desarrolla en el marco de la perspectiva teórica llamada Socioepistemología. Coincidiendo con Cantoral (2013) cuando menciona que la Socioepistemología responde a la construcción de nuestros sistemas conceptuales desde tres planos. El primero trata sobre la naturaleza misma del saber. Hablar del saber no se limita, en esta perspectiva, a definir la relación que este 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. El tercer plano, el plano teórico, se ocupa de caracterizar las articulaciones teóricas, con una fuerte evidencia empírica, de nociones, procesos y términos del modelo de construcción social del conocimiento

Por otra parte Arrieta (2003) resalta explícitamente las características de práctica como hacer algo pero no simplemente hacer algo en sí mismo y por sí mismo; es algo que en un contexto histórico y social otorga una estructura y un significado a lo que hacemos. En ese sentido, la práctica es siempre una práctica social. Este concepto de práctica incluye tanto los aspectos explícitos como los implícitos. Incluye lo que se dice y lo que se calla. Lo que se presenta y lo que se da por supuesto. Incluye el lenguaje, los instrumentos, los documentos, las imágenes, los símbolos, los roles definidos, los criterios especificados, los procedimientos codificados, las regulaciones y los contratos que las diversas prácticas determinan para una variedad de propósitos.

Desde la mirada socioepistemológica, nos distinguimos de perspectivas que aluden a las nociones matemáticas como objetos que precisen ser enseñados desde la obra matemática. En esta investigación privilegiamos la matemática como herramienta además provista de intenciones, de

procedimientos y argumentaciones. Una matemática que propicia formas de actuar en contextos específicos.

■ El dipolo modélico

El estudio de las prácticas de modelación de comunidades es complejo. Se precisa de entidades que nos permitan analizar las formas de ejercer la práctica de modelar.

En términos de 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.

En la configuración de este dipolo modélico intervienen los argumentos que se esgrimen, las herramientas que se utilizan, los procedimientos y las intenciones. Es decir, de la práctica de modelación emergen dipolos modélicos conformados por dos polos (esferas) y finas corrientes de atracción: los argumentos, las herramientas, las intenciones y los procedimientos. Estas fuerzas de atracción viven tensionando el modelo con lo modelado. En esta tensión, distinguimos la atracción entre los polos sobre la separación (Figura 1). Ahora bien, la articulación de estos polos se produce en el ejercicio de Prácticas de Modelación (Galicia, 2014).

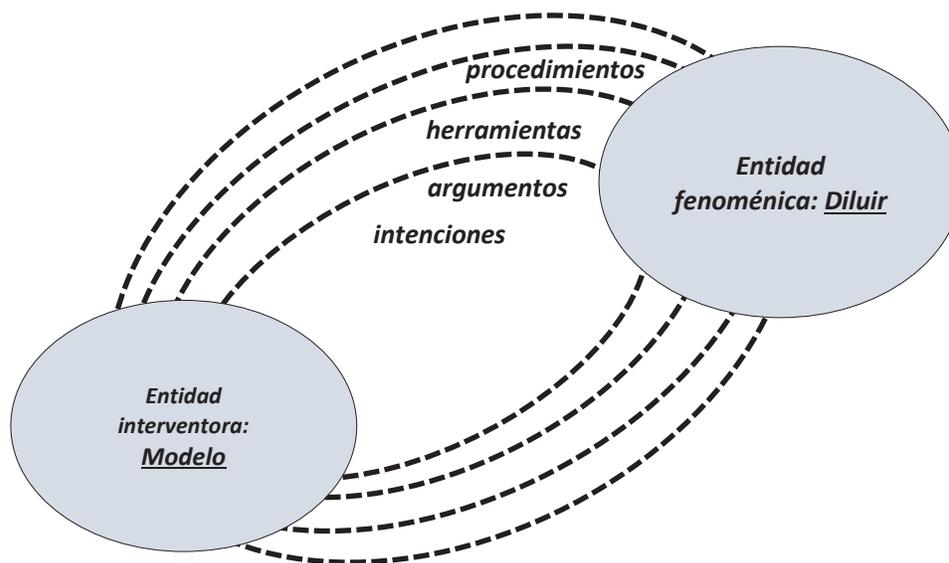


Figura 1. Diagrama dipolo modélico. (Galicia 2014)

■ Deconstrucción de prácticas. Hacia una metodología de investigación.

Para investigar las prácticas se precisa estudiar las prácticas en los diversos escenarios propios de su gestación. Como acercamiento metodológico se plantearon tres etapas. Sus actividades, de carácter flexible, posibilitan su retroalimentación, a fin de que las evidencias, análisis y construcciones, entre otras cosas, proporcionen elementos de examen lo más nítidos posibles.

En la primera etapa, *prácticas legítimas y su colindancia*, se consideran al mismo tiempo que se reconocen, los escenarios donde las prácticas viven, las formas de ejercicio de las prácticas de la comunidad desde adentro, desde el sitio de su producción. Para ello se aplican entrevistas, análisis de artículos científicos y programas de estudio, entre otras acciones. En esta etapa se identifican y clasifican prácticas recurrentes. El mapa de las prácticas de una comunidad y la elección de la práctica a estudiar así como sus proximidades se consideran un producto de esta etapa.

La segunda etapa, *de la constitución a la deconstrucción de prácticas*, consiste fundamentalmente en poner en evidencia la intencionalidad de la práctica, los procesos que se desarrollan y las herramientas que se utilizan para ejercerla, los argumentos que esgrimen quienes la ejercen.

La tercera etapa, *la reconstitución de la práctica del IBQ en la escuela*, tiene que ver con la elaboración de diseños de aprendizaje y experimentación educativa. Con base en la deconstrucción realizada de la práctica se elabora un diseño de aprendizaje y se instala en el aula como un estudio preliminar vía la experimentación educativa. En esta etapa se propicia la descentración del dipolo modélico constituido en el estudiante, reconstituyendo su práctica para que incorpore un dipolo propio a la comunidad de IBQ, cuando el dipolo que el estudiante tenga constituido sea limitado.

■ Dilución seriada practica deconstruida

El ingeniero bioquímico se caracteriza por su actividad en el laboratorio y la experimentación. Así, en los diversos escenarios de su pertenencia, en el laboratorio preparan soluciones, realizan análisis cualitativos y cuantitativos de corte biológico, químico y físico. En muchas de estas prácticas la dilución y la dilución seriada es una práctica recurrente fundamental para posteriores procesos y sencilla en apariencia.

La dilución seriada es un procedimiento que consiste en reducir la concentración de una sustancia en otra de manera consecutiva. Consiste en tomar 1 ml de la muestra y colocarla en un tubo que contiene 9 ml de solución diluyente, esa es la dilución 10^{-1} , Posteriormente se toma 1 ml de este tubo y se coloca en otro que contenga 9 ml de solución diluyente, esta es la dilución 10^{-2} y así sucesivamente. Figura 2.

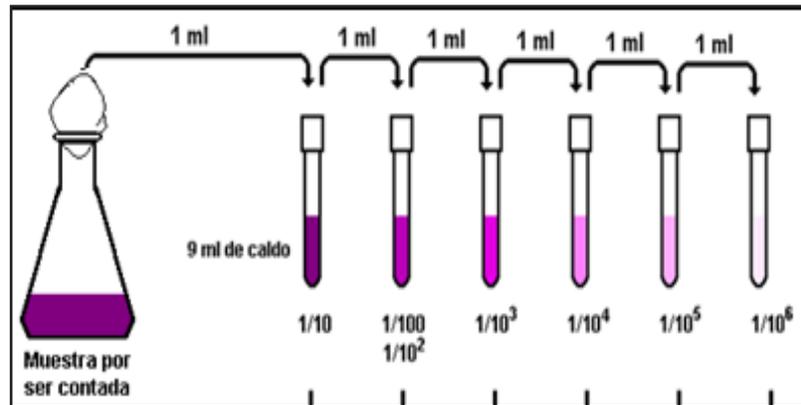


Figura 2. Esquematación de la práctica de dilución seriada en análisis microbiológico

El procedimiento se investigó a partir de diversas fuentes bibliográficas y La Norma Oficial Mexicana, NOM-110-SSA1-1994. Los procedimientos de las diluciones seriadas inician con la medicina homeópata. Hahnemann (1810) argumenta con sus anotaciones de preparación de la escala cincuentamilesimal en el Organón de la medicina. Con las intenciones diluir medicamentos a la dosis requerida.

■ Configuración de dipolos modélicos en la práctica de dilución

Una característica importante de la práctica de dilución: la sencillez y la precisión con que se ejerce. En ese sentido, se considera importante estudiar aquellas prácticas que viven en torno a esta práctica, en ésta y en otras comunidades. Así, se analizan algunas de estas prácticas en diferentes escenarios, con la intención de caracterizar las entidades que están presentes en su desarrollo. En este reporte detallamos las del investigador y de los estudiantes.

Las Diluciones Seriadas que ejerce un Investigador (DIV). El investigador se enfrenta a situaciones emergentes debido a la naturaleza de su actividad. Por ejemplo, en un laboratorio de investigación, al investigador se le cuestiona cómo realiza la dilución 1 en 50 (1/50) y explica su procedimiento: “coloco 10 μL en 490 μL (10/500), o 100 μL en 4900 μL (100/5000) y todas son dilución 1 a 50 μL (1/50). Utilizamos un factor de dilución que es igual al volumen de muestra utilizada entre volumen total, eso es a prueba y error, tomamos la mejor dilución, por eso tenemos que hacer varias y por la experiencia previa tenemos una idea de la dilución que debemos realizar. Pero se debe demostrar que hay robustez, reproducibilidad y repetibilidad”. En este escenario se utilizan micropipetas. El motor de esta práctica es la economía de la práctica que exige racionalizar costos, tiempos y mejora en la calidad de los procesos. Ahora bien, en parte del proceso el investigador realiza una prueba cualitativa al agregar reactivo a una muestra: “por el color sé que tiene actividad enzimática. No se cuanta. Agrego reactivo y si tiene una coloración muy fuerte tiene mucha actividad enzimática, desde ahí comienzo a hacer

diluciones”. En la actividad de laboratorio observada, el investigador al ejercer la dilución configura además del dipolo DIV el dipolo del pintor DCNP (Tabla 1).

Estudiante en situación didáctica. Generalizar el procedimiento en la relación $a:b$ que se reduce a $1:c^n$ DSE3. La situación didáctica comienza solicitándoles a los estudiantes que analicen una muestra. Se limita el procedimiento al ejercicio solo con pipetas de 5 ml. y con tubos de ensaye de 10 mL que contienen 5 mL y 10 mL de agua estéril. Inicialmente los estudiantes se resisten a formular una base distinta a la base 10 de la norma NOM-110. Algunos estudiantes que encuentran la base de la primera dilución, realizan las siguientes de manera algorítmica. Usan la misma base y solo van modificando el exponente, como lo hace el técnico laboratorista (DSTL). A medida que avanza la puesta en escena fue posible que algunos estudiantes lograran comprender por qué las bases que se generaban eran diferentes a la NOM-110. En esta actividad la intencionalidad la marca el propio diseño de aprendizaje, ya que se va induciendo al estudiante a la comprensión del procedimiento hacia una forma generalizada. El procedimiento que realiza un estudiante tiene que ver con relacionar en una fracción el numerador como la cantidad tomada y en el denominador la suma de la cantidad tomada con la que se encontraba en el tubo de ensaye: 5 mL de muestra en 5 mL de solución diluyente es igual a $5/10$, $1/2$ o 2^{-1} .

Un argumento de los estudiantes al cuestionarles por qué realizaban el cambio de la base fue explicado de la siguiente manera: “ya no se puede expresar de la misma manera, ya la relación de la muestra y el agua cambió”.

Durante la actividad, el estudiante logra “romper” la base diez que establece la norma y con ello genera una relación diferente $a:b$, que se reduce a $1/c^n$. Si bien no logra la configuración del dipolo modélico del investigador ya que en su proceso con las fracciones reduce la misma y no configura un polo general del tipo $D= Vm/Vt$ el estudiante robustece su red de dipolo modélico.

En la tabla 1 se muestra la caracterización de los dipolos modélicos en los distintos ejercicios de la DS.

Tabla 1. Configuración de los dipolos modélicos de prácticas de dilución

Dipolo modélico	Procedimiento	Herramientas	Argumentos	Intención
DCNP Pintor	Por tanteo: agrego agua a la pintura	Sentidos	Fijarme en el color que muestra la pintura	Diluir rápidamente logrando color adecuado
DSTL Técnico	Agrego tantos ceros como diluciones realice	Algoritmo	La norma dice así, así siempre se ha hecho, así funciona	Diluir rápidamente de forma precisa y utilizando la norma

DSE2 Estudiante antes de la situación didáctica	Realizo n diluciones, con relación 1:10 Multiplico por el inverso de 10^n	Exponentes base 10, razón diluyente dilución 1:10	Entendí porque la norma funciona, son 1 parte de 10 en la primera entonces la solución debe de tener diez veces más que lo que nos dice la dilución y así sucesivamente. Es como si multiplicaras por un número 10^n	Aprender a diluir de manera normada
DSE3 Estudiante después de la situación didáctica	Realizo n diluciones con relación a:b que reduzco a 1:c	La relación a:b que se reduce a $1:c^n$ base "c"	La base no se puede expresar de la misma manera. La relación de la muestra y el agua cambió	Aprender el procedimiento generalizado, saber por qué se hace así.
DSP Profesor	Realizo n diluciones, con relación 1:10 Multiplico por el inverso de 10^n . He utilizado la relación a:10	Exponentes base 10, razón diluyente dilución 1:10	Aplico la norma para enseñarla. Comprendo su funcionamiento, pero no es prioridad enseñarlo	Enseñar a los estudiantes a diluir con base en la norma
DSI Profesionista	Realizo n diluciones, con relación 1:10 Multiplico por el inverso de 10^n .	Exponentes base 10, razón diluyente dilución 1:10	Conozco la norma. Es 1 parte de 10 en la primera, 1 en 100 en la segunda y así sucesivamente.	Diluir de forma oficial
	0.5 mL. En 4.5 mL. Proporciones (mitad) de la norma. Misma base 10. Mismos factores de dilución	$a:b \propto 1:10^n$	Hago proporciones de la base al 50 y 25 %	Para economizar diluyente en situación emergente
DIV Investigador	Determino el volumen de la muestra entre el volumen total Agrego el reactivo y observo la coloración.	Modelo algebraico $D = \frac{V_m}{V_t}$ Sentidos	El volumen de muestra es limitado y cuento con micropipetas Dependiendo de la coloración tengo una idea de la concentración.	Diluir de acuerdo a los datos esperados, dependiendo del comportamiento de la reacción Decidir la dilución a usar

■ Conclusiones

Las prácticas se van constituyendo con el tiempo. Esta constitución, en ocasiones, propicia la pérdida de los elementos que la hacen funcionar. En razón de la economía de la práctica, los procedimientos, se van forjando en algoritmos a seguir, sin cuestionarse sobre los argumentos que dan validez a estos, sin cuestionarse el por qué se realiza el procedimiento. Los procedimientos se restringen a una particularidad de la práctica, y esta se vuelve mecánica: ya no es posible distinguir las herramientas con las que se actúa y la forma cómo funcionan. De tal forma que, en un proceso que requiera la modificación de la práctica, quienes la ejercen de forma constituida no siempre son competentes para ello. Los argumentos están ausentes y solo queda operar algorítmicamente. Ante esta situación el profesionalista difícilmente reconocerá a la herramienta matemática en la vivencia de ejercerla. Las formas de ejercer son un elemento para estudiar la complejidad del quehacer de las comunidades.

En esta investigación se precisó hacer un análisis de las prácticas de dilución, desestructurar para volver a estructurar desde la misma o diferente arista. Este camino nos fue conduciendo a la comprensión de su estructura, a su caracterización. La deconstrucción como acercamiento metodológico permitió mostrar la relatividad de la práctica y validar internamente diseños de aprendizaje para la clase de matemáticas, aportando a disminuir distancias entre la escuela y su entorno, a enriquecer en el estudiante su red de dipolos modélicos de diluir.

Elemento importante tanto para la deconstrucción como para la configuración de prácticas son los dipolos modélicos que intervienen y con las articulaciones específicas con las que los actores desarrollan las diluciones seriadas.

Consideramos importante investigar elementos que tienen que ver con los procedimientos con que desarrollan los actores sus actividades; las herramientas matemáticas y los instrumentos que utilizan; las intencionalidades que lo llevan a hacer lo que hace y los argumentos que dan sustento al ejercicio de la práctica. Estos elementos viven tensionando el modelo con lo modelado, estableciendo características distintivas al ejercer la práctica, de configurar dipolos modélicos de la práctica. Distinguimos de la tensión entre los polos las cercanías por sobre las distancias. Al estudiar el núcleo y la periferia del ejercicio de prácticas, se conformó la red de dipolos modélicos. Una red de prácticas de Diluciones Seriadas. A medida que se fue haciendo más fino el estudio, se dejó ver la relatividad de la red de dipolos modélicos. Es decir, una persona ajena a la comunidad de IBQ's –y aún algunos IBQ-ven las diluciones seriadas que ejercen los investigadores y los técnicos como las mismas, sin embargo existen distinciones en su ejercicio. Esta configuración de los dipolos no implica que la entidad con las que algunos investigadores interactúan sea la DSTL u otra, así como algunos técnicos laboratoristas interactúe con la entidad DIV.

Se ha mostrado cómo es que la forma de ejercer la práctica distingue a un IBQ por ejemplo de un pintor y de un investigador. Las personas actúan de diferente manera, por ello son diferentes, es decir, la forma de actuar distingue a unos de otros.

Al poner en escena un diseño de aprendizaje basado en la deconstrucción de prácticas, se mostró la descentración del dipolo modélico del estudiante modificando sus argumentos, las herramientas de las que hace uso, el procedimiento de diluir y las intenciones. En ese sentido esta descentración da lugar a su *reconstitución de la práctica* (Figura 3). Es decir el estudiante reconstituye la práctica que ya tenía constituida. Práctica constituida con base a un dipolo que se descentra e incorpora un nuevo dipolo, robusteciendo su práctica de diluir.

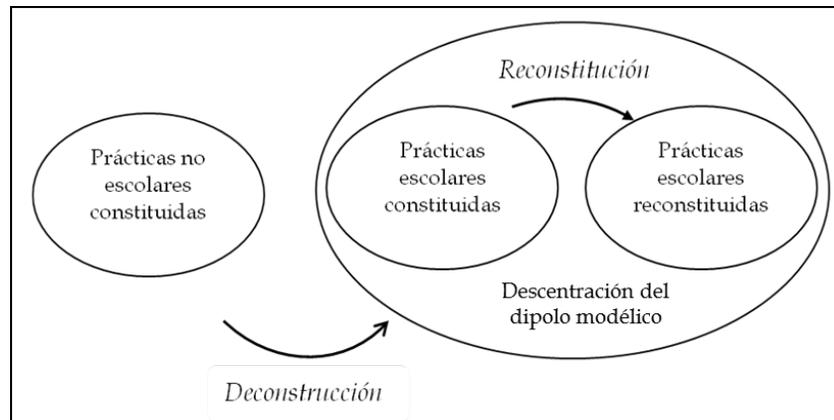


Figura 3. Deconstrucción como acción precursora de reconstitución de prácticas en aula

Con la reconstitución de la práctica concebimos un primer acercamiento de las prácticas que viven en el escenario escolar hacia las prácticas que viven en escenarios no escolares. Se pretendió acortar distancia entre la práctica del estudiante y la del investigador.

Consideramos a la deconstrucción como actividad precursora de la reconstitución de prácticas.

■ Referencias bibliográficas

- Arrieta, J. (2003). *Las prácticas de modelación como proceso de matematización en el aula*. Tesis de doctorado no publicada, Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del Instituto Politécnico Nacional. México.
- 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.
- 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.

Norma Oficial Mexicana. NOM-110-SSA1-1994. *Bienes y servicios. Preparación y dilución de muestras de alimentos para su análisis microbiológico*. Diario Oficial de la Federación 1994. Recuperado el 8 de febrero del 2014 de <http://www.dof.mx>.