

PROPUESTA A-DIDÁCTICA TRANSDISCIPLINARIA PARA RECONOCER LA DEPENDENCIA ENTRE VARIABLES EN EL LABORATORIO DE QUÍMICA EN BACHILLERATO

A transdisciplinary didactic proposal to recognize the dependence between variables in the laboratory of chemistry in high school

Andrea Liliana Rojas Reséndiz

FACULTAD DE INGENIERÍA, UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE QUERÉTARO, MÉXICO.
andrea.rojas@uaq.edu.mx

RESUMEN

En todas las ciencias es fundamental el papel de las matemáticas. Para cualquier persona resulta un obstáculo el diferenciar la dependencia entre variables, sin embargo, es esencial para identificar las causas y efectos de cualquier fenómeno. En los cursos de matemáticas convencionales no se suele ligar a otras áreas del conocimiento con ejemplos reales por lo que los estudiantes suelen no encontrarle utilidad ni sentido a varios de los conceptos matemáticos. Este problema se puede trabajar y mejorar con un enfoque transdisciplinario. La propuesta que planteamos en este trabajo es una propuesta para utilizar el Laboratorio de Química como materia para desarrollar habilidades matemáticas a partir de una situación a-didáctica, basada en la Teoría de las Situaciones Didácticas. Los alumnos realizarán mediciones de densidad, a partir de las cuales descubrirán cómo esta propiedad tiene una relación dependiente con las variables: masa y volumen; con la intención de que después de varias actividades a los alumnos les quede claro en distintos ambientes científicos la dependencia entre variables. Dicha propuesta está en fase de desarrollo debido a los tiempos de inversión, sin embargo, en este trabajo se muestran los resultados esperados.

Palabras clave: dependencia entre variables, teoría de las situaciones didácticas, situación a-didáctica.

ABSTRACT

On overall science, Mathematics play an indisputable role. In order to identify causes and phenomena, it is deeply necessary to determine the right relation among variables. In some courses teachers tend to exemplify trivial mathematics situations, not meaningful, therefore students find Mathematics useless. This could be remedied with a transdisciplinary approach. As an answer, this paper gives evidence of Mathematics skills developed under real problems, focusing on the "Theory of didactical situations", starting from a lecture-like situation at the Chemistry Laboratory where pupils must make calculations in order to get the mass and volume and be able to identify different environments in which they can apply meaningfully some math concepts.

Key words: dependence between variables, theory of didactic situations, a-didactic situation.

INTRODUCCIÓN

Para las matemáticas la distinción entre variables dependientes e independientes no es tangible a menos que se pongan en un contexto. Para otras ciencias es mucho más sencilla la identificación de este tipo de variables. Nuestra propuesta se contextualiza en el Laboratorio de Química, pues es una materia que se presta con facilidad al trabajo de análisis de la dependencia entre variables. Esta materia se imparte en el bachillerato de la Universidad Autónoma de Querétaro en el tercer semestre, antes del estudio del Cálculo de una variable, es decir, antes de que el estudiante estudie de manera específica la dependencia entre variables.

La densidad como variable dependiente

En la materia de Laboratorio de Química existe una práctica llamada "Mediciones fundamentales: masa, volumen y densidad". La densidad es una propiedad intensiva, es decir no depende de la cantidad de materia que contenga, es una propiedad física de la materia, es una magnitud escalar que tienen las diferentes sustancias.

La densidad absoluta se define por la relación entre la masa y el volumen de una sustancia, a temperatura y presión fijas, de la siguiente manera:

$$\rho = \frac{m}{V}$$

Donde: ρ = Densidad, m = Masa, V = Volumen.

Podemos decir que la densidad de una sustancia depende de la masa y del volumen de una solución por lo que para mostrar cuales son las variables dependientes y las independientes se realizará la actividad propuesta.

Teoría de Situaciones Didácticas

La Teoría de Situaciones Didácticas (TSD) es una de las teorías que intenta explicar el proceso de enseñanza-aprendizaje, creada por Guy Brousseau en los años sesenta del siglo pasado. La TSD se conoció mejor a partir de 1986 con la tesis "Théorisation des phénomènes d'enseignement des mathématiques". Esta teoría consolidó a la Didáctica de las Matemáticas como la ciencia que lleva su nombre.

La TSD toma en consideración el siguiente esquema triangular:

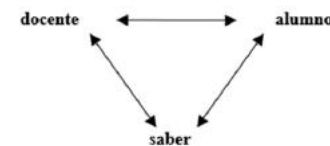


Figura 1. Triángulo de la Teoría de Situaciones Didácticas.

Los elementos del triángulo los describe D'Amore (2006) de la siguiente forma:

- el *saber*. Su definición pertenece al dominio de los expertos de la disciplina, el saber no está en los libros, es la comprensión del libro, el saber es una actividad intelectual humana;
- los *estudiantes*. Como sujetos biológicos, afectivos, epistémicos (psicología del aprendizaje) o sociales;
- el *maestro*. El mismo puede ser estudiado como sujeto social, institucional (estatuto, funciones), pedagógico (sus modelos implícitos) y afectivo.

Plantea Cornu & Vergnioux (1992) que el tratar con la enseñanza y el aprendizaje siempre tendrá que relacionar al maestro, al saber y al estudiante, por lo que no se debe de menospreciar a ninguno. Así mismo, Yves Chevallard (1985) explica que el maestro se ve inmerso en relaciones con el saber que son muy delicadas; entre ellas, la *transposición didáctica del saber sabio* (que surge de la investigación), al *saber enseñado* (el de la práctica en el aula). Es decir, el saber es el conocimiento reconocido por una institución, la interpretación de ese saber es el saber por enseñar que transmitirá el profesor a los alumnos, y el saber que en realidad termina apropiándose el alumno es el *saber enseñado*. Se sugiere que el saber enseñado no debe ser demasiado cercano ni distante al saber sociofamiliar, si es muy cercano al saber matemático será incomprendible y si es muy lejano al saber matemático será superado por el sociofamiliar, por lo que, deberá existir un equilibrio.

Fuera del aula existen influencias, ya sea el ambiente social en el que se vive (la familia, la sociedad, la cultura, etc.) o el sistema escolar (la Universidad, los programas de estudio, la Secretaría de Educación Pública, etc.), a estas influencias se les llama *noosfera*, concepto introducido por el filósofo francés Pierre Teilhard de Chardin; la noosfera se deberá tomar en cuenta por parte del profesor en su acción didáctica.

Brousseau (1986) reconoce dos formas de crear una situación:

- *Situación didáctica*

Es una situación que el maestro crea teniendo en cuenta el estado cognitivo de sus estudiantes, las exigencias del currículo, la transposición, el ambiente; él propone la situación a sus propios estudiantes de forma explícita, operando como mediador entre el saber por enseñar y los propios estudiantes, declarando explícitamente lo que quiere obtener, interviniendo activamente en su proceso de aprendizaje, poniéndose en el lugar de los estudiantes en el intento de explicar cada detalle, de declarar abiertamente lo que hay que hacer, lo que hay que decir, cómo se hace para resolver, para escribir, etc. Todo es explícito, tanto que el *contrato didáctico* es el elemento triunfante: el estudiante está ocupado no tanto en aprender matemáticas sino en aprender cuáles son las expectativas del maestro, sobre todo las implícitas.

Para resolver la cuestión del aprendizaje es necesario romper el contrato didáctico.

- *Situación a-didáctica*

Es una situación que el maestro crea teniendo en cuenta el estado cognitivo de sus estudiantes, de las exigencias del currículo, de la transposición, del ambiente; él la plantea de forma *indirecta* o, mejor, si es posible, *no la propone* de hecho, pero hace que sea necesario entrar en ésta.

En esta situación el profesor propone un trabajo o actividad sin decir qué objetivos pretende alcanzar. Se desarrollan necesariamente las siguientes seis fases implicadas en la situación a-didáctica:

1. Devolución. "Proceso o actividad responsable a través de la cual el maestro propone al estudiante que empeñe su propia responsabilidad en la resolución de un problema (más en general: en una actividad cognitiva) que se convierte entonces en problema del estudiante, aceptando las consecuencias de esta transferencia momentánea de responsabilidad" (D'Amore, 2006). Por lo que, el estudiante sabe que está aceptando la responsabilidad de aprender algo, pues entiende que el objetivo de la actividad es el aprendizaje, pero no sabe qué está por aceptar.
2. Implicación. Esfuerzo relativo de los estudiantes, asumido como responsabilidad personal. El alumno trabaja, busca, descubre, discute, pero el profesor

actúa sólo como orientador de la situación, limitándose a vigilar la actividad.

3. Conocimiento personal. Construcción personal del conocimiento por parte de los alumnos, hecho privado que el maestro reconoce como el conocimiento deseado. El profesor invita al estudiante a alcanzar el conocimiento personal a defender su construcción públicamente (sin que nadie sepa si es correcta o no su construcción).
4. Validación. Defensa que obliga al estudiante a pasar de un modelo interno a un modelo externo buscando una forma de comunicar su conocimiento a los otros. El estudiante después de defender su construcción personal, hará suyo el saber, pues tendrá que haber entendido cómo decir su construcción mental en forma explícita. Al tratar de explicar por primera vez su construcción no quedará completamente claro pero después de estructurarlo algunas veces funcionará.
5. Socialización del conocimiento. Es la variedad de formas en cómo se pueden transmitir los conocimiento matemáticos, cuando los alumnos logran expresar sus ideas frente a los otros estudiantes y su profesor.
6. Institucionalización. Consiste en reconocer el *estatus* oficial del conocimiento adquirido, declara la posibilidad de ser utilizado, su *estatus* teórico, dando el nombre con el cual lo reconoce la sociedad. El maestro

deja de tener el simple rol de observador y regresa a ser maestro, se encarga de institucionalizar el conocimiento, devolviendo el saber a los estudiantes.

El contrato didáctico no tiene un papel importante en este caso, pues el maestro no declara qué desea obtener y el alumno deja de adivinar las expectativas del profesor.

Tanto en la situación didáctica como en la a-didáctica se tiene un objetivo cognitivo, pero en el primer caso el profesor lo evidencia, y por tanto se corre el riesgo de mezclar el contenido del saber matemático con lo que espera que le digan los alumnos; en el segundo caso el objetivo está oculto. Sin embargo, en ambos casos la noosfera puede ser aprovechada de manera positiva o negativa.

Transdisciplinariedad

Actualmente enfrentamos al proceso de separación y delimitación de objetos de estudio en disciplinas como la física, la química, la biología, y el conocimiento social que expone Morín (2012), a consecuencia de varios siglos de influencia, nos coloca frente a una crisis de crecimiento: la construcción disciplinaria del conocimiento.

En la Conferencia Internacional sobre Transdisciplinariedad (Bonazzi y Moroni, 2000) la Transdisciplinariedad es definida como una nueva forma de aprendizaje y resolución de problemas involucrando la cooperación entre diferentes partes de la sociedad y la

academia para enfrentar los complejos desafíos de nuestras sociedades.

Morín (2012) define la Transdisciplina como una forma de organización de los conocimientos que trascienden las disciplinas de una forma radical. Con la necesidad de que los conocimientos científicos se nutran y aporten una mirada global que no se reduzca a las disciplinas ni a sus campos, que vaya en la dirección de considerar el mundo en su unidad diversa. Que no lo separe, aunque distinga las diferencias. La transdisciplina representa la aspiración a un conocimiento lo más completo posible, que sea capaz de dialogar con la diversidad de los saberes humanos.

La Transdisciplinariedad trabaja en un campo de investigación tanto orientada como aplicada. En la investigación orientada los esfuerzos se dirigen a áreas específicas del conocimiento y con la investigación aplicada sirve directamente a ciertos propósitos del mismo conocimiento.

El manejo de las matemáticas proporciona un desarrollo fundamental para el manejo de otras ciencias, la tecnología e incluso la vida cotidiana. Pero, en muchas ocasiones no le damos ese valor desde el aula, y alejamos los procesos y conceptos matemáticos de la realidad que viven los estudiantes.

Uzuriaga y Martínez (2006) resaltan que la educación matemática debe ser valorada y rescatada por los matemáticos, pues es claro que debe combinar una muy buena solidez y conocimientos matemáticos con teorías educativas para centrar nuestra atención en desarrollar, o por lo menos, usar adecuada y críticamente, metodologías que le permitan a nuestros alumnos un aprendizaje a lo largo de la vida, en un contexto histórico cultural.

Rodríguez (2011) afirma que se debe ofrecer al estudiante un acercamiento a otras ciencias desde la matemática y viceversa, percibiendo que todos los campos del saber están relacionados de alguna manera y mostrar la profunda transdisciplinariedad de las ciencias.

Finalmente, la transdisciplinariedad se consigue cuando existe la coordinación entre diferentes niveles y distintas áreas del conocimiento. Nuestra intención es elaborar una propuesta de trabajo con las matemáticas desde otra ciencia, específicamente desde la Química.

PROPUESTA DE LA ACTIVIDAD

En México, por lo regular, en las escuelas públicas se trabaja con grupos muy numerosos. En nuestra se trabaja con aproximadamente 50 estudiantes por lo que el grupo se divide en dos subgrupos para poder llevar a cabo la actividad. Por otra parte, la actividad se lleva a cabo en dos sesiones con

equipos formados por tres alumnos a los que se les entrega cierto material.

Sesión 1.- Medición de densidades de soluciones salinas

Reactivos y materiales

- Sal.
- Agua.
- Vaso de precipitados de 25 mL.
- Pipetas volumétricas de 10 mL.
- Balanza granataria.
- 10 soluciones de sal con las siguientes concentraciones: 0.5, 1, 1.5, 2, 2.5, 3, 3.5, 4, 4.5, 5 Molar.

Procedimiento:

- calibre la balanza granataria.
- Pese el vaso vacío. Registre el dato obtenido en su cuaderno.
- Mida 10 mL de solución de cada concentración en pipeta volumétrica.
- Pese el vaso con el líquido. Registre el dato obtenido en su cuaderno.
- A continuación, ejecute la siguiente operación: al valor de la probeta con líquido le resta el valor de la probeta vacía, este número corresponde al valor de la masa del líquido.
- Escriba el valor en la columna de la tabla 1.

Tabla 1. Densidades de soluciones salinas

Solución (M)	Volumen (mL)	Masa (g)	Densidad (g/mL)
0.5	10		
1	10		
1.5	10		
2	10		
2.5	10		
3	10		
3.5	10		
4	10		
4.5	10		
5	10		

Sesión 2.- Medición de densidades de líquidos y sólidos

Reactivos y material:

- Miel de abeja.
- Glicerina.
- Agua.
- Aceite comestible.
- Alcohol etílico 96°.
- Colores vegetales.
- Probetas de 50 mL.
- Vasos de precipitados.
- Balanza granataria.

Procedimiento:

- Calibre la balanza granataria.
- Mida con exactitud 30 g de cada solución en una probeta con la balanza y mida su volumen con exactitud.
- Registre el dato obtenido en la tabla 2.
- Determine la densidad con las operaciones necesarias.

Tabla 2. Densidades de distintas sustancias

Solución (Nombre)	Volumen (mL)	Masa (g)	Densidad (g/mL)
Miel		30	
Glicerina		30	
Agua		30	
Aceite		30	
Alcohol		30	

- Coloree cada sustancia con colorante vegetal diferente y vierta dentro de un vaso de precipitados de 100 mL en el siguiente orden: miel, glicerina, agua, aceite, alcohol.
- Dibuje el vaso de precipitados final con colores o tomar una foto.

Al finalizar ambas actividades será necesario comparar los datos de las tablas y observar qué ocurre con cada variable. Los alumnos tratarán de explicar por qué se comportan las sustancias de esa forma y expondrán sus conclusiones grupales frente al grupo completo.

HIPÓTESIS DE LOS RESULTADOS

Las hipótesis de cómo se desarrollarán las actividades son las siguientes, tomadas de los estudios de Guy Brousseau:

- **Devolución.** El profesor propone realizar las actividades para el Laboratorio, sin que los alumnos sepan que el objetivo es reconocer los tipos de variables en las propiedades físicas de la materia y la dependencia entre variables.
- **Implicación.** El alumno realizará las prácticas dentro del laboratorio, aceptando realizar las tareas de los cálculos y mediciones debidas para llenar las tablas, discutirá y buscará qué ocurre con las variables en las tablas y cómo se comportan. Sin que el profesor dé respuestas a las preguntas, limitándose únicamente a observar cómo trabajan. Surgirán las preguntas de ¿qué ocurre cuando cambiamos la masa?, ¿qué ocurre cuando cambiamos el volumen? ¿cómo influyen los cambios en los resultados de la densidad? ¿qué podemos hacer para cambiar los resultados de la densidad?
- **Conocimiento personal.** El alumno debe descubrir y encontrar cómo se comporta la densidad haciendo variaciones en la masa y el volumen, dándose cuenta que al aumentar la masa, la densidad aumenta, y por el contrario, al aumentar el volumen, la densidad disminuye. También se dará cuenta que la densidad depende del volumen y de la masa, por lo que las

variables independientes serán el volumen y la masa. El profesor localizará a los alumnos que hayan logrado entender la dependencia e independencia de las variables y los invitará a que pasen a realizar la defensa de su construcción mental frente al grupo, sin que ellos sepan si es correcto lo que encontraron.

- **Validación.** Al alumno se le invitará a explicar a sus compañeros lo que descubrió. Se espera que al tratar de defender su postura e intentar expresarla le quede más claro, igualmente puede investigar más sobre el tema. El profesor podrá realizar preguntas que ayuden a que la construcción de sus conocimientos sea mucho mejor estructurada.
- **Socialización del conocimiento.** En cada equipo se discutirán sus conclusiones y buscarán dar explicación al comportamiento de las variables de acuerdo a lo que observaron. Por último lo darán a conocer al grupo entero.
- **Institucionalización.** El profesor dejará de ser observador y reconocerá ante los alumnos cómo se llaman los fenómenos que ellos encontraron y a qué se deben, en este caso se trata que el profesor haga explícito que existen variables que dependen de otras llamándolas *variables dependientes*, así como existen variables que no dependen de otras y que se llaman *variables independientes*. Lo sustancial es institucionalizar lo reconocido por el sistema oficial como el conocimiento que se logró obtener.

RESULTADOS ESPERADOS

Se espera alcanzar el objetivo de que los alumnos logren reconocer las diferencias, los comportamientos y la influencia entre variables dependientes e independientes, mediante el diseño de una actividad planeada para indagar en conceptos matemáticos desde otras áreas, beneficiando así el interés por el aprendizaje de las matemáticas a través de otras ciencias, aspirando a que los alumnos encuentren una estrecha relación entre su trabajo en la asignatura de Matemáticas con otras materias, en este caso con el Laboratorio de Química.

AGRADECIMIENTOS

Los autores de este trabajo agradecen ampliamente el apoyo y el financiamiento por parte del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT), al Consejo de Ciencia y Tecnología del Estado de Querétaro (CONCYTEQ) y a la Universidad Autónoma de Querétaro (UAQ) para desarrollar este trabajo.

REFERENCIAS

Bonazzi A., & Moroni A. (2000). *Complexity and Transdisciplinarity for Environmental Education*. En "Transdisciplinarity: Joint Problem-Solving among Science, Technology and Society", Workbook II: Mutual Learning Sessions. Haffmans Sachbuchg Verlag, Zurich.

Brousseau, G. (1986). Fundamentos y métodos de la Didáctica de la Matemática. *Recherches en didactique des mathematiques*, 7(2), 33-115.

Chevallard, Y. (1985). *La transposition didactique. Du savoir savant au savoir enseigné*. Grenoble : La Pensée Sauvage.

Cornu, L., & Vergnion, A. (1992). *La didactique en questions*. París: Hachette.

D'Amore, B. (2006). *Didáctica de la matemática*. Bogotá: Magisterio.

Morin, E. (2012). ¿Qué es Transdisciplinarietà?. agosto 24, 2016, de Multiversidad Mundo Real Sitio web:

<http://www.edgarmorin.org/que-es-transdisciplinarietà.html>

Rodríguez, M. E. (2011). La matemática y su relación con las ciencias como recurso pedagógico. *Números*, (77), 35-49.

Uzuriaga, V. L., & Martínez, A. (2006). Retos de la enseñanza de las matemáticas en el nuevo milenio. *Scientia et Technica*, 2(31).