

PROPUESTA DIDÁCTICA PARA EL LABORATORIO DE QUÍMICA: ANÁLISIS DE MEZCLAS SIMPLES

Virginia Estebané Ortega, Guillermina Martínez Moreno, Sergio Flores García, María D. González Quezada

Departamento de Física y Matemáticas, Instituto de Ingeniería y Tecnología, Universidad Autónoma de Ciudad Juárez

Resumen

En los últimos diez años los cursos de capacitación para instructores en diversas áreas de la ciencia han tomado relevancia en la Universidad Autónoma de Ciudad Juárez. El objetivo general de estas instancias pedagógicas es el mejoramiento de las habilidades para promover un aprendizaje significativo de los conceptos fundamentales de las ciencias. Los resultados de esta propuesta educativa han mostrado una inercia al cambio instruccional por parte de los instructores asistentes. Sin embargo, durante el curso *Análisis y diseño de situaciones de aprendizaje en el laboratorio de Física*, los instructores de química mostraron una gran disposición para la elaboración de una nueva metodología para el entendimiento funcional en el laboratorio. En esta ocasión, se comparte una nueva propuesta didáctica fundamentada en una práctica de laboratorio, donde se promueve el desarrollo de habilidades intelectuales y la recopilación de datos que permitan obtener información acerca de los efectos actitudinales y cognitivos producidos en los estudiantes del curso de química durante el primer semestre.

Palabras clave: química, habilidades, aprendizaje, mezclas, instructores.

Introducción

La investigación en el área de la enseñanza de las ciencias tiene como objetivo principal mejorar los métodos y contenidos que propician el aprendizaje, asegurando la construcción de un saber viviente, susceptible de evolución (González, 2005). A pesar de los esfuerzos curriculares en sistemas educativos que promueven la importancia del rediseño de metodologías tanto de investigación educativa como de procesos de aprendizaje, poco se ha logrado para concebir una preparación integral de los estudiantes. La mayoría de estos estudiantes en las carreras de ingeniería de la Universidad Autónoma de Ciudad Juárez (UACJ) no desarrollan un entendimiento funcional de los conceptos básicos en las materias de nivel básico (McDermott y Shaffer, 2002). Una de las

posibles causas es el método tradicional utilizado por la mayoría de los instructores (Flores et. al, 2008). Esta enseñanza está caracterizada por: 1) micro-curriculum centrado en el instructor (Barrón 2010), 2) un sistema de comunicación unidireccional (instructor-estudiante), 3) uso exclusivo de pizarrón, 4) resolución de problemas de libro de texto, y 5) prácticas de laboratorio donde el estudiante está expuesto a un sistema de seguimiento de instrucciones controladas por la misma naturaleza del diseño. De aquí nace la posibilidad de una evolución en la metodología instruccional para dar sentido a los conceptos que el estudiante aprende. Por lo que en los últimos diez años, los cursos de capacitación para instructores en diversas áreas de la ciencia han tomado relevancia en la Universidad Autónoma de Ciudad Juárez. El objetivo

general de estas instancias pedagógicas es el mejoramiento de las habilidades para promover un aprendizaje significativo de los conceptos fundamentales de las ciencias. Un las metas principales de este tipo de capacitación es la observación de los posibles alcances didácticos diseñados e implementados por profesores durante el curso titulado *Análisis y diseño de situaciones de aprendizaje en el laboratorio de física*. La base para un entendimiento funcional a través de este curso es el diseño, la implementación y el monitoreo de actividades de aprendizaje en el laboratorio de física. Este diseño instruccional permite que los alumnos desarrollen habilidades intelectuales a través de prácticas de laboratorio. A pesar de que esta propuesta metodológica fue dirigida a profesores de física, la idea didáctica causó una impresión positiva en profesores de otras áreas como la química y las matemáticas. De manera que se invitó a estos profesores a participar en el curso.

Los resultados de esta propuesta educativa mostraron una inercia al cambio instruccional por parte de los profesores asistentes. La mayoría no diseñó con éxito la secuencia de aprendizaje que se les asignó. A pesar de los elementos pedagógicos de la propuesta fueron dirigidos para el área de la física, únicamente los profesores de química diseñaron y redactaron esta secuencia de aprendizaje satisfactoriamente. Por eso, en esta ocasión mostramos la descripción de las partes del diseño de aprendizaje (práctica de laboratorio) desarrollada para fortalecer el currículum que sustenta didácticamente a la materia de Química. También, se presentan el marco teórico referencial, la población estudiantil de este curso, así como las posibilidades del desarrollo de un conocimiento significativo de algunos conceptos fundamentales de química.

Marco referencial

El ser humano percibe el mundo como un todo continuo y sin ninguna estructura. Sin embargo, tratamos de entenderlo a través de un proceso mental que trata de fragmentarlo en pequeñas porciones para darle un significado. A esta manera de entender el mundo se la llama modelación (Gilbert et. al, 2008). En este contexto al proceso de asignación de significados a distintas representaciones (Gaspar de Alba, 2007) para establecer modelos mentales se la llama visualización (Tufté, 1983). Este proceso de modelación científica se fundamenta en tres niveles de representación (visualización): 1) el nivel microscópico, 2) el nivel microscópico, y 3) el nivel simbólico o semiótico (Johnstone, 1993) (Gabel, 1999). Estos niveles se caracterizan por:

Nivel macroscópico. Es lo que podemos observar a simple vista en una práctica de laboratorio, en el salón de clases, nuestra casa, etc., algunos ejemplos pueden ser: una solución de una sustancia química pura o la sección transversal de una hoja. Por lo tanto, el nivel macroscópico es una representación externa que podemos encontrar en nuestro entorno.

Nivel microscópico. Son las representaciones que constituyen el nivel microscópico, dando lugar a sus propiedades. Así por ejemplo, las moléculas y los iones son utilizados para explicar las propiedades de una solución pura y las células se usan

para explicar la estructura de una hoja.

Nivel simbólico. Consiste de las características cualitativas o parámetros usados para representar cada parte del nivel sub-microscópico. Por ejemplo: las ecuaciones químicas y matemáticas asociadas con el concepto de 'mol' son usadas para representar una solución pura, mientras que las células pueden ser representadas formalmente para indicar su tipo, posición y número.

La química en particular, es una ciencia difícil tanto para enseñarla como para entenderla. En un artículo escrito por Johnstone (1982) se ofrece una explicación de esta dificultad. Este investigador propone que los expertos en química desarrollan su intelecto en los tres niveles de representación ya mencionados. Los niveles microscópico y simbólico son observables, en cambio, el nivel microscópico (nivel molecular) no lo es. Este nivel de entendimiento consiste en imágenes mentales que los químicos usan para imaginar o explicar fenómenos no visibles a través de los planos macroscópicos y semióticos. Es en este contexto donde muchos estudiantes presentan dificultades de entendimiento al tratar de relacionar estos tres niveles (Kozma and Russell, 1997), y consecuentemente fallan al tratar de transitar espontáneamente entre esos niveles. Además, Gabel (1999) advierte que cuando los estudiantes no pueden establecer estas relaciones, su entendimiento se fragmenta, y muchos conceptos podrían entenderse posiblemente solo en un plano superficial.

Diseño metodológico e implicaciones en la instrucción.

Gabel (1999) sugiere que el problema de entendimiento de la química se basa en una enseñanza tradicional fundamentada en el grado de abstracción del nivel simbólico (ecuaciones, diagramas, tabla de valores,...), y los instructores por lo general, no consideran los tres niveles en su proceso mental.

Ellos rutinariamente transitan por estos niveles durante su trabajo de instrucción. Sin embargo, el presentar estas tres instancias simultáneamente a los estudiantes, podría sobrecargar su memoria en el proceso de aprendizaje (Johnstone, 1991) (Gabel, 1999). Estas observaciones sugieren una didáctica de laboratorio sustentada en prácticas bajo un diseño formal de secuencias de aprendizaje donde el estudiante transite, con la adecuada tutoría por parte del instructor, por los tres niveles de visualización ya citados (macroscópico, microscopio y simbólico).

De esta manera, estos estudiantes están expuestos a: 1) las representaciones macroscópicas como son los conceptos que dan forma y vida a la parte conceptual del propio laboratorio, 2) las representaciones simbólicas como esquemas y fotografías, 3) un sistema de interrogación continua donde se estimula al error como un elemento didáctico-fundamental en el proceso de entendimiento (elicit, confront and resolve) (Flores, 2006), y 4) ilustraciones de modelos microscópicos para que el alumno se cuestione e imagine como suceden las cosas a nivel molecular (Tasker, 1999).

Actualmente existen seis prácticas para el laboratorio de química. Estas son:

- 1.- Material de uso común en el laboratorio, Seguridad e higiene

- 2.- Análisis de mezclas simples
- 3.- Propiedades periódicas
- 4.- Enlaces químicos
- 5.- Ley de la conservación de la materia
- 6.- Determinación de ácido acético en el vinagre

Todas estas prácticas son de corte tradicional. Su secuencia de aprendizaje se caracteriza por: 1) una receta de cocina donde el alumno básicamente sigue instrucciones, 2) expectativa de resultados controlados, 3) nula promoción por el uso del error como elemento didáctico, 4) falta de carga visual de los contenidos, 5) pobre exposición de los estudiantes a situaciones que desarrollen habilidades científico-intelectuales, 6) tendencia a manipulación de instrumentos mas que manejo de ideas, y 7) el estudiante es pasivo, sin lugar para su imaginación, la creatividad y los desafíos cognitivos (Flores, Caballero y Moreira, 2009).

La representación de un concepto es en sí el concepto trasladado a un objeto, gráfica o sonido. Una representación puede ser externa o interna (mental) (Gilbert et. al, 2008). Para explicar un concepto podemos transformar éste a un tipo de representación, que ayude a su comprensión, por ejemplo: la fuerza de fricción o la imagen de un bloque sobre un plano inclinado.

También una representación puede ser una imagen que represente ese concepto. Por ejemplo: el concepto de gravedad a través de la imagen de la manzana cayendo sobre la cabeza de Isaac Newton es una imagen, la cual a través de nuestra educación, siempre hemos visto y es fácil de relacionar.

También se puede señalar que existen más conceptos que se pueden aterrizar a una representación y estas ayudarán a enseñar ciertos conceptos que son complejos de explicar con palabras. Así cuando el estudiante observe los elementos visuales, su interpretación de los conceptos químicos va a evolucionar a través de un cambio de representación.

Es decir, de la representación gráfica a la representación real (los objetos que esta utilizando en el laboratorio). Si se logra que el alumno aumente la versatilidad en el cambio de representación probablemente se habrá logrado un cambio en su proceso de abstracción, no necesariamente de aprendizaje, sino al menos de habilidades de orden cognitivo.

En esta instancia, el estudiante tal vez no aprenda significativamente, pero podrá procesar más información y producir nuevas ideas relacionadas al concepto a entender (no ideas aisladas) (Flores, Kanim y Kautz, 2004).

La plataforma metodológica de esta práctica de laboratorio plantea una oportunidad para que los estudiantes: predigan, cometan errores, se ayuden a señalar sus errores y se corrijan entre ellos. Las etapas de estas actividades que ayudan a recopilar datos de investigación acerca de su posible eficiencia cognitiva son: 1) el conocimiento previo, 2) la base conceptual, 3) la base experimental y 4) el conocimiento de salida de los alumnos. A continuación se muestran estas etapas, donde la propuesta metodológica consta de: introducción, objetivos, material y equipo, conocimiento previo, planteamiento conceptual, análisis del experimento y aplicación del conocimiento adquirido.

1.- Preliminar

En esta parte se describe de manera breve y sintetizada el significado de los conceptos teóricos vistos en el salón de clase. No existe visualización de manera gráfica, sino únicamente las ideas se plantean en forma escrita utilizando palabras que identifican los términos conceptuales. Estos términos se encuentran en la parte subjetiva del aprendizaje concebida de manera independiente por cada estudiante. En la práctica de laboratorio de *Análisis de Mezclas Simples* los conceptos que se describen en forma escrita son: mezcla, sustancia pura, mezcla homogénea, mezcla heterogénea, elemento, compuesto, propiedad, propiedad física, propiedad química, cambio, cambio físico y cambio químico. En esta sección también existe una parte donde se plantean ejemplos análogos de esos conceptos teóricos, en donde se abordan con ejemplos cotidianos y dan forma a representaciones muy diversas de gran realismo. Sin embargo, todas ellas son de un alto nivel de abstracción. Podemos citar la propiedad física de *solubilidad*, la cual se define a través del siguiente enunciado: es la separación de la mezcla de grasa, azúcar, ropa (mejor conocida ropa sucia). El agua disolverá el azúcar pero no la grasa de la ropa. El detergente y el agua disolverán la grasa. Aunque ninguno disolverá la ropa, agregando ambos disolventes, ésta resultará limpia.

2.- Objetivos

En este punto se establecen las metas por alcanzar, en la práctica de laboratorio,

con la finalidad de que el alumno lo tenga presente durante el proceso de la práctica. Es importante tener esta visualización para no perder el rumbo del propósito de la práctica y al final se evalúe el logro del mismo. Además, le permite al estudiante enfocarse hacia un punto del conocimiento teniendo presente los conceptos teóricos vistos en el salón de clase.

Los objetivos en la práctica de laboratorio de *Análisis de Mezclas Simples* son:

Observar las técnicas más simples que permiten la purificación de sustancias, conociendo los principios en los que se basan los métodos de separación. y seleccionar la técnica adecuada para la separación de los componentes de la mezcla, con base al análisis de las propiedades físicas de cada sustancia

3.- Material y equipo

En el desarrollo de la práctica se utilizan diversos materiales y equipos, es entonces que cobra la relevancia de este apartado. Es importante que el estudiante reconozca e identifique el material para que al momento de emplearlo sea de manera correcta y eficaz. En este apartado se muestran imágenes y fotografías de los materiales, así como el respectivo nombre propio de cada uno de los materiales que serán necesitados en el desarrollo de la práctica en cuestión. En el caso de la práctica de laboratorio de *Análisis de Muestras Simples* se muestran en la figura 1.

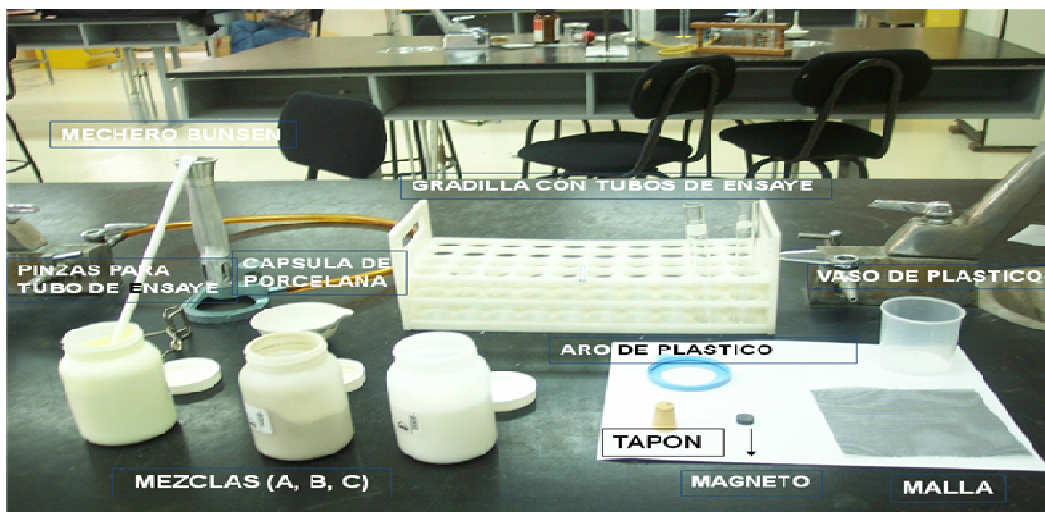


Figura 1. Material y equipo empleado en la práctica de laboratorio de “Análisis de Mezclas Simples”.

4. Conocimiento previo

En esta sección se presenta un caso real en donde el alumno tendrá la necesidad de traer a colación los conceptos teóricos vistos en la introducción para poder resolverlo. Se presentan imágenes en una fotografía del caso a resolver (figura 2). En este punto se hacen preguntas para evaluar el conocimiento previo del estudiante, teniendo el caso real como modelo por cuanto la limitación de los sentidos no le permita visualizar directamente lo que ocurre en su entorno. Es en este apartado se introducen ilustraciones de modelos microscópicos para que el alumno se

cuestiona e imagine como suceden las cosas a nivel molecular.

En este mismo caso real se hacen cuatro preguntas. La primera está relacionada a evaluar el conocimiento de los términos de mezcla y sustancia pura, como lo muestra la figura 3. En esta pregunta se pretende que el estudiante identifique aquella sustancia que sea mezcla, que en este caso es la muestra del agua de la llave, ya que, en la introducción de este mismo apartado menciona que nuestro organismo está diseñado para digerir únicamente aquella que sea mezcla. Las otras dos tipos de agua son sustancias puras.



Figura 2. Agua destilada, de la llave y oxigenada.

Si los recipientes están indicando correctamente el contenido, ¿cuál de ellas podría usted beberla frecuentemente sin ningún riesgo? Explique su respuesta.

Figura 3. Pregunta sobre mezcla y sustancia pura

La segunda pregunta pretende inducir al estudiante al empleo de las propiedades para la identificación de un material determinado. Esta pregunta se muestra en la figura 4. En dicha pregunta el

alumno requiere del conocimiento previo de las propiedades de cada una de las muestras de agua, y posteriormente corroborarlo a través de un cambio (método de separación).

¿Cómo podría verificar el contenido de cada uno de los recipientes sin probarlos?

Figura 4. Pregunta sobre propiedades.

La tercera pregunta intenta que el alumno reconozca a nivel molecular la diferencia entre mezcla y sustancia pura (figura 5). En esta pregunta existen tres imágenes, una de ellas contiene diversas figuras, que serían distintos componentes

acorde a la definición de mezcla, sin embargo en las otras dos se muestran un solo componente en cada una de ellas, que está de acuerdo a la descripción de sustancia pura, ya sea compuesto o elemento.

¿De las tres siguientes ilustraciones, cuál sería agua de la llave? Marque con una palomita (✓) la ilustración que corresponda a su respuesta. Explique su contestación.

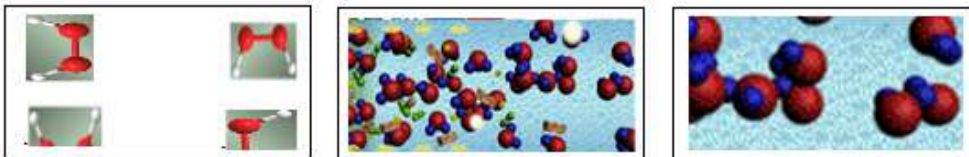


Figura 5. Diferencia de sustancia pura y mezcla a nivel molecular.

La cuarta pregunta está orientada a que el estudiante comprenda que las propiedades de las sustancias puras no varían aunque se tenga cualquier cantidad de volumen. Son constantes y definidas. Sin embargo, en una mezcla sus propiedades

están relacionadas a la cantidad y tipo de sus componentes. En el caso de esta pregunta (figura 6), para estar de acuerdo a lo definido, la respuesta sería que en la mezcla cambian sus propiedades.

¿Qué sucede con las propiedades físicas de cada agua al duplicar su volumen?

Figura 6. Propiedades de sustancia pura y mezcla vs volumen.

5.- Planteamiento conceptual

En esta parte es donde empieza prácticamente la práctica de laboratorio, y es donde el alumno tiene en sus manos el proceso de la experimentación. Este episodio se compone de dos partes: Proceso predictivo y procedimiento de experimentación.

- En el proceso predictivo pretende dar al estudiante una muestra problema para que prediga el posible método de solución, teniendo a su vez información relevante de los componentes teóricos conceptuales vistos en la introducción de la misma práctica de laboratorio. Esa muestra

problema forma parte de las muestras que utilizará posteriormente en el proceso de experimentación.

En la práctica de laboratorio de “Análisis de Mezclas Simples” se proporciona al grupo de estudiantes una mezcla que contiene dos componentes conocidos y se les dan las siguientes instrucciones: *Haga predicción del orden de los cambios físicos ocurridos, la propiedad utilizada en el cambio y el nombre del componente separado, de la mezcla que se le asignó, tomando en cuenta la tabla 1 de propiedades de los componentes de las mezclas.*

Tabla 1. Propiedades físicas de los componentes de las Mezclas A, B y C.

Propiedad física	Azufre	Poliestireno	Hierro	Sal	Ácido Esteárico
Solubilidad en agua	NO	NO	NO	SI	NO
Punto de fusión, °C	119.0	110.0	1536.0	801.0	68.7
Punto de ebullición, °C	444.6	240.0	2750.0	1413.0	360.9
Densidad, g/cm ³	2.07	0.98	7.87	2.16	0.85
Imantación	NO	NO	SI	NO	NO

En referencia a la anterior actividad se pretende que el estudiante desarrolle una planeación de los posibles cambios físicos teniendo en consideración las propiedades físicas de cada componente (sustancia pura). De esta manera, tal vez comprenderá que existe una asociación entre cambio y propiedad. Además el estudiante estará más consiente que para una realización exitosa de la práctica de laboratorio, el entendimiento de los conceptos teóricos será importante.

Se propone que el desarrollo del proceso predictivo y de experimentación se realicen en grupo de trabajo, para que el estudiante obtenga la habilidad de trabajar de manera colaborativa y a su vez se obtenga un buen desempeño de la realización de la práctica. El trabajo colaborativo precisa que se cimienten roles, de modo que, al iniciar el procedimiento de experimentación se establece entre el grupo de trabajo aquellas personas que fungen como líder y secretario. El líder tiene la función de dirigir el experimento y a los

integrantes del grupo para evitar las distracciones. El secretario es la persona encargada de anotar todos los comentarios emitidos por los integrantes y las respuestas que solicita la propia práctica de laboratorio.

- b) El procedimiento de experimentación es la parte en donde el estudiante realiza el desarrollo de la técnica, el cual consiste en proporcionarle las muestras problemas (de entre ellas se encuentra la muestra que se utilizó en el proceso predictivo) y seguir diversos pasos consecutivos establecidos y explicados en el documento de la práctica de laboratorio. En cada paso se muestran fotografías de lo que se pretende que realice el alumno, y su vez se le pide que reporte los resultados obtenidos.

Un ejemplo de lo anteriormente expuesto lo muestran las instrucciones y fotografías en la práctica de laboratorio de *Análisis de Mezclas Simples*, representadas en las figuras 7 y 8 respectivamente.

Poner el magneto por fuera del vaso de plástico y moverlo repetidamente. Si hay material metálico magnético en la muestra, va ser separado del resto de la muestra por el imán. Reporte en su tabla de resultados la sustancia que logra separar.

Figura 7. Instrucciones para separar uno de los componentes de la mezcla.



Figura 8. Fotografía que muestra la separación de uno de los componentes de la mezcla.

En el paso b se pretende que el estudiante visualice el cambio y lo traiga de la parte conceptual a la realidad, o sea, lo tenga más palpable. A su vez corrobore que las propiedades de las sustancias, expuestas en la tabla 1, son manifestadas durante el proceso de experimentación. Por ejemplo, en la mencionada tabla establece que el único componente que se puede imantar es el Fierro, y en el proceso de experimentación se hizo patente tal propiedad, de esta manera el estudiante comprueba que los conceptos teóricos están en la realidad.

6.- *Análisis del experimento*

Esta instancia se compone de tres partes:

- a) Cuadro de resultados de la parte del proceso de experimentación.

La figura 9 muestra este cuadro, el cual se resuelve conforme vaya transcurriendo el proceso de experimentación. Únicamente se reporta el resultado que le pide la propia redacción de la práctica, conforme a lo observado durante la realización de cada paso de dicha práctica. Es una compilación de los resultados obtenidos de la etapa de experimentación.

PASOS	MEZCLA A	MEZCLA B	MEZCLA C
1º. ¿Hay evidencia de que la muestra contiene más de un tipo de material?			
2º. ¿Qué material fue separado?			
3º. ¿Cuáles materiales pasaron la malla?			
4º. ¿Qué sustancia tiene la propiedad de flotar?			
5º. ¿Qué componente de la mezcla se disolvió?			
6º. ¿Cuál componente de la mezcla se evaporó?			
7º. ¿Cuál componente de la mezcla se fundió?			

Figura 9. Cuadro de resultados de la parte del proceso de experimentación.

En el caso de la práctica de laboratorio de “Análisis de Mezclas Simples”, por ejemplo, en el paso de la imantación (ver figuras 7 y 8) se le pregunta: ¿Cuál material fue separado?, éste a su vez se reporta el cuadro correspondiente de la mezcla que se esté analizando. Se espera que al tener los resultados en un mismo lugar, el estudiante visualice toda la información de manera eficaz, para posteriormente analizarla como mayor objetividad.

- b) Preguntas asociadas a las evidencias expresadas en el cuadro de los resultados del experimento. Estas preguntas están asociadas a los resultados obtenidos, pero más que sea

únicamente una respuesta derivada de “una receta de cocina”, se cuestiona el porqué de ese resultado. Para realizar este punto, el estudiante debe de tener presente los conceptos teóricos del tema abordado en la práctica, incluso en la redacción de la pregunta infiere y promueve que se apropie del conocimiento previo. Por ejemplo, en el paso de separación del Hierro por imantación se le pregunta al estudiante como lo muestra la figura 10. En este punto, lo que se pretende es que el estudiante identifique la propiedad utilizada asociada al cambio físico, y que aplique los conceptos teóricos de compuesto, elemento y mezcla.

En el paso número dos, ¿cuál propiedad de las sustancias fue utilizada en este cambio físico? ¿La sustancia separada es compuesto, elemento o mezcla? ¿Por qué?

Figura 10. Evidencia asociada a la imantación.

Existen preguntas en donde se le pide a un alumno que haga un ejercicio mental y de imaginación sobre los fenómenos ocurridos a nivel molecular, en el proceso de experimentación, por ejemplo, en la evidencia asociada a los resultados de la práctica de laboratorio de “Análisis de Mezclas Simples, se hace la pregunta que indica la figura 11.

En esta pregunta se pretende que el estudiante visualice a nivel molecular los cambios ocurridos en el experimento e imagine que los átomos de Hierro, al estar en contacto con el agua, forma otro tipo de compuesto, que se muestra en la figura en forma de manchas negras, las cuales no se encontraban antes del cambio.

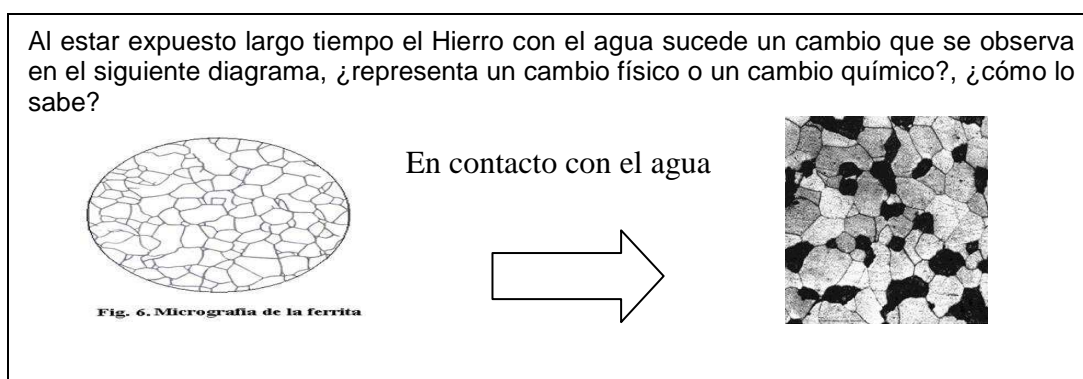


Figura 11. Pregunta asociada a visualización a nivel molecular.

Así como en el ejemplo anterior, en este apartado se contestan cada una de las preguntas que asocia el resultado de laboratorio al análisis y la reflexión, a través de una discusión del grupo de

trabajo dando resultado un veredicto o juicio de valor.

c) Preguntas asociada al contraste del proceso predictivo y a los resultados del

experimento.

Cuando el estudiante llega en esta parte se tiene dos informes: el primero son los resultados del proceso predictivo sobre la muestra problema, y el otro informe es acerca del resultado del procedimiento de experimentación de la misma muestra problema. Aquí es donde se cuestiona al estudiante sobre sus aciertos y errores relacionados a los conceptos teóricos visualizados y

puestos en marcha en la práctica de laboratorio. El proceso de aprendizaje entra en conflicto. Las “verdades” se confirman o caen para crear otras de acuerdo a la resultante del contraste entre lo predictivo y lo emitido en la experimentación. Como ejemplo de lo anterior lo muestra la figura 12, para la práctica de *Análisis de Mezclas Simples*.

¿Cuáles fueron sus aciertos y errores con respecto a los cambios físicos y sus propiedades utilizadas en la mezcla asignada?
¿El proceso predictivo sugerido por ustedes en la separación de las sustancias contenidas en la mezcla asignada fue coherente a los procesos de separación del proceso de experimentación? ¿Por qué sí? ¿Por qué no?

Figura 12. Contraste del proceso predictivo y a los resultados del experimento.

7.- Aplicación del conocimiento adquirido

En este apartado se le presenta al estudiante un caso real, en donde, para resolverlo requiere del conocimiento de los conceptos teóricos y habilidades de análisis, planeación y ejecución, llevadas a cabo en el desarrollo de la práctica de laboratorio. Un ejemplo de ello lo muestra la figura 13.

Descripción de la población

Aunque los estudiantes a los que va dirigido esta propuesta cuentan con un historial epistemológico de corte tradicional, se intenta estimular distintos niveles de visualización como los ya mencionados.

Con el fin de lograr un cambio en la instrucción, se pretende observar los efectos que éste produce en estos estudiantes y si

después de la instrucción son capaces de aplicarlo en otros contextos. El cambio instruccional se ofrece en el laboratorio de la materia de Química, la cual se imparte en el primer semestre y es de carácter obligatorio para todas las carreras que se ofrecen en el Instituto de Ingeniería y Tecnología.

Cuatro maestros de tiempo completo y doce maestros contratados por honorarios son los responsables del proceso de instrucción de aproximadamente seiscientos estudiantes inscritos en el curso. La materia es de ocho créditos. Las horas de laboratorio se dan en las horas clase. La cantidad de horas clase al semestre son sesenta y cuatro horas al semestre, de las cuales ocho horas son para laboratorio.

Estas ocho horas corresponden a seis prácticas de laboratorio, sin embargo, en el manual del laboratorio se contemplan veinte

prácticas. Estas prácticas representan el 10 % de la calificación total del curso, siendo el

libro de texto *Química La Ciencia Central* (Brown et, al, 2009).

Una empresa productora de Sal de mesa en sus procedimientos de elaboración se contaminó con gránulos de arena y ácido benzoico, este último está catalogado como producto tóxico. En su casa se encuentra un recipiente que contiene sal de mesa y requiere utilizarla para consumo de su hogar. Proponga un procedimiento para separar la sal de mesa de los gránulos de arena y del ácido benzoico. A continuación se muestra algunas propiedades físicas de la sal (cloruro de sodio), arena (dióxido de silicio) y ácido benzoico.

PROPIEDADES FÍSICAS

SUSTANCIA	FÓRMULA	SOLUBILIDAD EN AGUA	PUNTO DE FUSIÓN Y SUBLIMACIÓN	APARIENCIA
Cloruro de sodio	NaCl	35 g en 100 g de agua a 25 °C	801 °C (no sublima)	Cristal blanco
Acido benzoico	C ₇ H ₆ O ₂	30 g en 100 g de agua a 25 °C	No funde. Sublima a 80 °C	Cristal blanco
Dióxido de silicio	SiO ₂	Insoluble	1600 °C (no sublima)	Cristal blanco

A continuación exponga el procedimiento propuesto para separar la sal de mesa de los gránulos de arena y del ácido benzoico:

Figura 13. Ejemplo de un caso real.

Conclusiones

A pesar del interés mostrado por la mayoría de los instructores asistentes al curso *Análisis y diseño de situaciones de aprendizaje en el laboratorio de Física* ofrecido en Junio del 2011, no todos terminaron el diseño de su actividad de manera correcta durante el curso. Algunos de ellos encontraron dificultades de carácter inercial-tradicional no sólo en la innovación educativa, sino también en la redacción de los reactivos que fundamentan el soporte intelectual de la propuesta. Sin embargo, los instructores de química mostraron una gran disposición para la elaboración de una nueva metodología para el entendimiento funcional por parte de estudiantes en el laboratorio. Ellos utilizaron recursos visuales como lo hizo Winter (2011) en el manejo de datos

para mostrar propiedades de elementos de la Tabla Periódica en base a la técnica de Cartógrafas de Difusión. El resultado de este curso fue la práctica ya citada, como otras que ya se diseñarán en el futuro. La implementación de esta nueva práctica ya se llevó al cabo. Los resultados en relación a los efectos cognitivos y actitudinales por parte de los estudiantes se presentarán en el próximo artículo. Finalmente, se pretende institucionalizar esta nueva tendencia didáctica de laboratorio no solo para el curso de Química, sino también en todas las prácticas de laboratorio de otras áreas como lo son la física y las matemáticas.

Referencias

Barrón JV. Flores S. Ruiz O. y Terrazas SM. 2010. *Autodidactismo: ¿Una alternativa para una educación de calidad?* CULCyT. **7** (40): 14-22.

Brown. LeMay. Bursten. y Murphy. 2009. *Química La Ciencia Centra.*, México, D.F. Pearson Prentice Hall.

Flores S. 2006, *Students use of vectors in mechanics*, Tesis para el grado de Doctorado en Física, Universidad Estatal de Nuevo México.

Flores. Caballero. y Moreira. 2009, *El laboratorio en la enseñanza de las ciencias: Una visión integral en este complejo ambiente de aprendizaje*. Revista de Investigación, **33** (68): 75-111.

Flores S. Chávez JE. Luna J. González MD. González MV. y Hernández AA. 2008. *El aprendizaje de la física y las matemáticas en contexto*, CULCyT, **5** (24): 19-24.

Flores S. Kanim S. y Kautz H. 2004. *Students use of vectors in introductory mechanics*. American Journal of Physics. **72** (4): 460-468.

Gabel D. 1999. *Involving teaching and learning through chemical education research: a look to the future*. Journal of Chemical Education. **76**: 548-554.

Gaspar de Alba A. 2007. *Efectos y dificultades que produce en el alumno de tercer semestre de preparatoria el aprendizaje de las cónicas a través del uso de la tecnología en el contexto geométrico, con una implementación fundamentada en diversas representaciones*, Tesis

para el grado de maestría en Matemática Educativa. UACJ.

Gilbert JK. Reiner M. y Nakhleh M. (eds.) 2008. *Visualization: Theory and Practice in Science Education*, Springer.

González MD. 2005. *Uso de la integral de línea para el desarrollo conceptual de la diferencia de potencial en el contexto de la teoría electromagnética*. Tesis para el grado de maestría en Matemática Educativa, UACJ.

Johnstone AH. 1982. *Micro and Microchemistry*. School Science Review. **64**. 377-379.

Johnstone AH. 1991. *Why is science difficult to learn? Things are seldom what they seem*, Journal of Computer-Assisted Learning, **7**: 701-703.

Johnstone AH. 1993. *The development of chemistry teaching: a changing response to a changing demand*. Journal of Chemical Education. **70** (9): 701-705.

McDermott LC. Shaffer PS. 2002. *Tutorials in Introductory Physics*, Grupo de Física Educativa, Departamento de Física, Universidad de Washington, New Jersey, Prentice Hall.

Tasker R. 1999. *CD for Chemistry: molecules, matter and change*. In L. Jones & P. Atkins (4th ed), New York: WH Freeman & Co.

Tufte ER. 1983. *The visual display of quantitative information*. Cheshire, Connecticut, Graphics Press.

Winter MJ. 2011, *Diffusion Cartograms for the Display of Periodic Table Data*. Journal of Chemistry Education. **88**: 1507-1510.