

January 2012

Los programas Guía de Actividades y las Dificultades de Aprendizaje de los Conceptos Clasificatorios en las Soluciones

Ximena Umbarila Castiblanco

Universidad Pedagógica Nacional, ximenaumbarila@gmail.com

Follow this and additional works at: <https://ciencia.lasalle.edu.co/ap>

Citación recomendada

Umbarila Castiblanco, X.. (2012). Los programas Guía de Actividades y las Dificultades de Aprendizaje de los Conceptos Clasificatorios en las Soluciones. *Actualidades Pedagógicas*, (59), 99-117.

This Artículo de Investigación is brought to you for free and open access by the Revistas científicas at Ciencia Unisalle. It has been accepted for inclusion in Actualidades Pedagógicas by an authorized editor of Ciencia Unisalle. For more information, please contact ciencia@lasalle.edu.co.

Los programas Guía de Actividades y las Dificultades de Aprendizaje de los Conceptos Clasificatorios en las Soluciones*

Ximena Umbarila Castiblanco

Programa Interinstitucional de Doctorado en Educación. Universidad Pedagógica Nacional, Bogotá, Colombia.

ximenaumbarila@gmail.com



Resumen: las dificultades de aprendizaje de los conceptos químicos han sido tema de investigaciones desde hace varios años. Las explicaciones que se han producido para ellas se clasifican en dos grandes grupos: en el primero se encuentran las derivadas del proceso de enseñanza, y en el segundo, las derivadas de la naturaleza y la complejidad, propias del carácter abstracto de los conceptos químicos. Otras aproximaciones al estudio de estas dificultades incluyen, por una parte, las derivadas de la relación entre la capacidad mental de los estudiantes y la demanda de una tarea y, por otra, la carencia de significado y discriminación conceptual por parte de los estudiantes para los significantes asociados a los procesos de comunicación en el contexto químico.

Palabras clave: programas Guía de Actividades, Dificultades de Aprendizaje, conceptos clasificatorios.

99



Recibido: 5 de octubre del 2011
Aceptado: 10 de enero del 2012

* El artículo presenta resultados parciales de la investigación adelantada entre el 2011 y el 2012, en Bogotá y que busca analizar los desempeños de los estudiantes, a partir de la implementación del Programa Guía de Actividades, relacionado con los procesos de asignación de significados a los conceptos químicos, por parte de los estudiantes, para responder a las dificultades de aprendizaje en el área de la Química.



*Programs on Activity Guides
and Learning Difficulties of
the Classificatory Concepts in
Solutions*

Abstract: the difficulties of learning chemical concepts have been the subject of research for several years. The explanations that have emerged from them are classified in two groups: the first are those derived from the teaching process, and the second are those derived from nature and complexity, typical of the abstract nature of chemical concepts. Other approaches to the study of these difficulties include, on one hand, those arising from the relationship between the mental capacity of students and the demand for a task and, secondly, the lack of meaning and conceptual discrimination by students regarding signifiers associated to communication processes in the chemical context.

Keywords: Activity guide programs, learning difficulties, classificatory concepts.



*Os programas Guia de Atividades
e as Dificuldades de Aprendizagem
dos Conceitos Classificatórios nas
Soluções*

Resumo: as dificuldades de aprendizagem dos conceitos químicos têm sido tema de investigações desde há vários anos. As explicações que têm sido produzidas para elas classificam-se em dois grandes grupos: no primeiro, encontram-se as derivadas do processo de ensino, e no segundo, as derivadas da natureza e da complexidade, próprias do carácter abstrato dos conceitos químicos. Outras aproximações ao estudo destas dificuldades incluem, por uma parte, as derivadas da relação entre a capacidade mental dos estudantes e a demanda de uma tarefa e, por outra, a carência de significado e discriminação conceitual por parte dos estudantes para os significados associados aos processos de comunicação no contexto químico.

Palavras chave: programas guia de atividades, dificuldades de aprendizagem, conceitos classificatórios.



Introducción

En una investigación que se adelanta actualmente, con un curso de 33 estudiantes de grado undécimo, con el objetivo de buscar explicaciones para las dificultades de aprendizaje de conceptos asociados con las disoluciones, como parte de la metodología se han empleado Programas Guía de Actividades (PGA), específicamente diseñados para recolectar información que permita postular explicaciones a estas. El análisis parcial de los resultados provenientes de los escritos de los estudiantes y la observación de las filmaciones realizadas durante las sesiones de trabajo en el aula permite postular como principal explicación para las dificultades de aprendizaje de los conceptos clasificatorios correspondientes a las disoluciones químicas, la carencia de significado y el poco nivel de discriminación alcanzado por ellos.

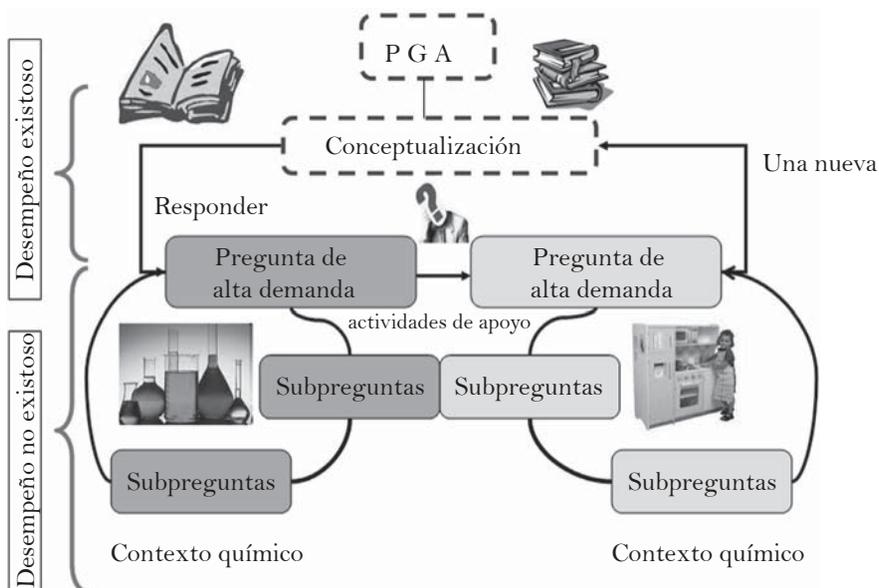
101



Los programas guía de actividades y el proceso de aplicación

En esta investigación, los programas guía de actividades se conciben como una estrategia didáctica diseñada para presentarles a los estudiantes los conceptos asociados con las disoluciones; su diseño es tal que el estudiante se enfrenta a situaciones o a preguntas de diferente demanda relacionados con el tema de las disoluciones (Gil, 1987). En la figura 1 se ilustra la estructura general de un PGA.

Figura 1. Representación de la estructura del Programa Guía de Actividades



Fuente: elaboración propia.

102

El trabajo que se desarrolla en el aula con el PGA consta de tres fases; en la primera fase de conceptualización, el estudiante tiene la oportunidad de analizar en forma individual los aspectos planteados en la clase, posteriormente, interactúa y comparte significados con sus compañeros en torno a la temática planteada y, por último, en un proceso de socialización en grupo, orientada por el docente, se termina la fase de conceptualización. En la segunda fase, el estudiante se enfrenta a la resolución de una pregunta de alta demanda, la cual se plantea en el contexto particular de la química; si la responde acertadamente debe desarrollar una segunda pregunta de alta demanda relacionada con el mismo tema, pero esta vez ubicada en el contexto cotidiano. Cuando el estudiante presenta dificultades para desarrollar acertadamente alguna de las dos preguntas de alta demanda, debe acceder a la fase tres del PGA, en la que encuentra preguntas subordinadas al tema principal de menor demanda; estas preguntas le permiten retomar las temáticas aprendidas en la fase uno y que son necesarias para aprender adecuadamente los temas a los cuales hacen referencia las preguntas de mayor demanda. De esta manera, el PGA se constituye en una estrategia didáctica para promover el aprendizaje de los estudiantes disminuyendo la demanda de las tareas, facilitando los procesos de asignación de

significados y la discriminación de conceptos. También los PGA se constituyen en un instrumento de recolección de información para la investigación del docente en relación con el aprendizaje de sus estudiantes.

Si bien, en el contexto general de la investigación, los PGA se han diseñado para tratar conceptos clasificatorios, comparativos y métricos, como también para recolectar información acerca de los diferentes tipos de dificultades de aprendizaje que presentan los estudiantes para su aprendizaje; el presente artículo solamente se refiere a las dificultades derivadas del grado de significación y discriminación asignado, por los estudiantes, a los conceptos clasificatorios. Desde el punto de vista metodológico, los PGA constituyen un instrumento de presentación de contenidos y de recolección de datos para hacer seguimiento al desempeño de los estudiantes en preguntas de diferente demanda.

Los conceptos científicos y su clasificación

Para construir sus estructuras conceptuales, las comunidades científicas han propuesto una serie de conceptos que adquieren significados particulares y muy precisos dentro de los diferentes campos del saber; en algunos casos, dichos conceptos permanecen y se usan solamente dentro del campo en el que se originaron y en otros migran a distintos contextos científicos en los que se utilizan con el mismo significado. También cabe mencionar que, en muchos casos las comunidades científicas no necesariamente proponen o crean conceptos, sino que también incorporan su terminología algunos provenientes de la vida cotidiana. Por ejemplo, es el caso de la fuerza, la velocidad en física o en el contexto de la biología el pez; en estos casos lo que estas comunidades hacen es dotarlos de significados específicos y particulares.

Siguiendo el pensamiento de Mosterín (1978), los conceptos científicos se pueden organizar en los siguientes grupos: clasificatorios, comparativos y métricos. Los unos y los otros parecen tener características y funciones o, por lo menos, usos muy particulares en los diferentes entramados científicos. Por ejemplo, en el contexto de la Química, conceptos como metal, no metal, ácido o base, mezcla o solución son entidades representativas que la mente humana ha creado para clasificar sustancias; como estas, dichos conceptos no tienen ejemplos concretos, pero aquellas sustancias que cumplan con las propiedades definidas para ellos se constituyen en ejemplos específicos de dicha categoría, así, sustancias como aluminio, hierro o calcio

son metales; reuniones de sustancias como agua y aceite, agua, piedras y madera son mezclas; alcohol y agua o permanganato de potasio y agua son soluciones.

En Química, como en los demás campos del saber humano, los conceptos clasificatorios en sí mismos tienen como función permitir e, incluso, facilitar la clasificación de los distintos materiales que forman la naturaleza. Por su esencia clasificatoria, estos conceptos no permiten describir o hacer cálculos matemáticos, cuantitativos, acerca de un objeto o de una propiedad de este; tampoco permiten decir si el objeto es de mayor o de menor tamaño que otro o si tal o cual propiedad, se encuentra presente o ausente en mayor o menor grado en un objeto o entidad.

De manera semejante y quizá como complemento de los anteriores, la comunidad científica ha propuesto y aceptado los conceptos comparativos; a partir de este grupo de conceptos es posible dar cuenta, en un momento dado, de las relaciones de precedencia que se presentan entre dos objetos, por ejemplo, o de la mayor o menor presencia de una propiedad existente en varias entidades que pertenecen a una misma categoría; en este sentido, los conceptos comparativos se convierten en una ampliación y un complemento de los clasificatorios. Para lograr este propósito, el hecho de establecer relaciones de precedencia en ciencias, se propuso las escalas o patrones de comparación; ejemplos de estos patrones son: la escala de Mohs para establecer el grado de dureza de un mineral en el campo de la mineralogía y las variaciones de las propiedades metálicas en los grupos de la tabla periódica en el contexto de la Química. Según la escala de Mohs, entre dos minerales el que raye al otro, sin dejarse rayar, es el más duro; de conformidad con las variaciones de las propiedades en los grupos de la tabla periódica, entre dos metales, el que conduce mejor la corriente eléctrica es el más metálico. Nótese que es a partir de estos conceptos comparativos que se construyen, en ciencias, las diferentes clasificaciones y ordenamientos, la tabla periódica y la dureza de los minerales en las situaciones mencionadas.

Es necesario destacar que, a partir de los conceptos comparativos, solo se logran sistemas de ordenamiento sobre la base de precedencia, esto es, sobre la base de calificativos como mayor que o menor que no se logran mediciones cuantitativas; en el caso de la dureza, a partir de la escala de Mohs no se logra decir cuanta dureza tiene un mineral; tampoco se puede decir, para los elementos en un grupo determinado de la tabla periódica,



cuánto de una propiedad metálica tiene un elemento, es decir, con los conceptos comparativos no se alcanzan niveles de cuantificación de las propiedades.

Para este último propósito lograr niveles de cuantificación, en ciencias, se han ideado los llamados conceptos cuantitativos o métricos; es basado en ellos que en Ciencias Naturales se habla de cuantificar una propiedad presente en una sustancia, se alcanza la cuantificación de una propiedad o magnitud observada. Para este propósito se hace uso de instrumentos de medición.

Los significantes y los significados como posibles explicaciones de dificultades de aprendizaje

En el proceso de definición y establecimiento de una forma particular y propia, para describir y explicar los fenómenos naturales, a lo largo del tiempo, las diferentes comunidades científicas han incorporado vocablos que pertenecen al lenguaje cotidiano, han tomado vocablos de otras lenguas y han creado otros, como ya se mencionó. Seguramente, en los primeros estados de desarrollo de la ciencia, la mayoría del vocabulario utilizado en este contexto no era muy distinto del empleado en la vida cotidiana, pero en la medida en que la ciencia se desarrolló y progresó esta diferencia se fue acentuando hasta el punto de que, en la actualidad, dos químicos, por ejemplo, hablando de los temas propios de esta disciplina, solo se entienden entre ellos; difícilmente, una tercera persona que no tenga el dominio de la terminología especializada de la Química lograría ingresar y mantener con ellos una conversación significativa. Lo anterior quiere decir que el avance de la ciencia ha conducido a la construcción de un vocabulario especializado y particular, mediante el cual los científicos dan cuenta, explican —como diría Schlesinger— el mundo y su devenir (Schlesinger 1994).

A manera de ilustración de lo anterior, a continuación se presentan algunos ejemplos de vocablos que pertenecen a la cotidianidad y a la ciencia, otros que tienen su origen en una lengua diferente, por ejemplo, el latín o el griego, y otros que han sido propuestos en los contextos científicos. En el campo de la biología son vocablos que pertenecen al primer grupo entre muchos otros: perro, pez, conejo, animal y árbol; en el campo de la química, materia, gas, agua, sal y jabón. Son ejemplos de vocablos provenientes de otras lenguas, electrón y átomo; finalmente, se pueden citar como ejemplos de términos y expresiones creados en el contexto de la ciencia, rayos x, protón, neutrón, rayos alfa, radioactividad, sonar y radar, entre muchos otros.

Un análisis del número de términos incorporados de la cotidianidad, provenientes de otras lenguas y de los creados en los contextos científicos seguramente mostraría que este número aumentaría desde los pertenecientes al primer grupo hasta los del tercero pasando por los del segundo. De esta manera, se podría afirmar, sin mucho temor a equivocación, que la mayoría de los vocablos y expresiones empleadas en el contexto científico han sido creados o acuñados en el mismo contexto de la ciencia ante la carencia de un término o expresión adecuado en el vocabulario cotidiano. Sin embargo, nótese que estos vocablos y expresiones cuando entran al contexto de las ciencias adquieren un significado, que trasciende lo cotidiano, adquieren un significado muy particular que solo tiene sentido y utilidad en la ciencia o en una de sus ramas.

Por otra parte y también como parte de la construcción de los llamados códigos específicos de la ciencia se han introducido paulatinamente una serie de símbolos convencionales, cuyo significado es preciso tener en cuenta en el momento de comunicarse en un campo específico de la ciencia.

106

La introducción de símbolos y convenciones es una necesidad de todas las ramas de la ciencia, sin embargo, por la especificidad del tema objeto de este escrito, a continuación, se presentan algunos ejemplos en el campo de la química. Quizá los más conocidos son los símbolos de los elementos y su organización en la tabla periódica; es bien conocida la necesidad de saber la forma como están ubicados los elementos en la tabla periódica, con el fin de comprender y describir la variación de propiedades periódicas, como electronegatividad, afinidad electrónica, carácter metálico o el potencial de ionización de los elementos, entre otras.

Además de los símbolos de los elementos, ya en campos particulares de esta ciencia, es preciso conocer y asignar significados particulares a ciertos signos que se han incorporado con fines específicos, es el caso de la dirección y la longitud de una flecha en la descripción de un equilibrio químico mediante una ecuación, los signos positivo (+) o negativo (-) que anteceden a un valor de la energía libre para una reacción determinada, lo cual indica que se trata de un proceso espontáneo o no espontáneo.

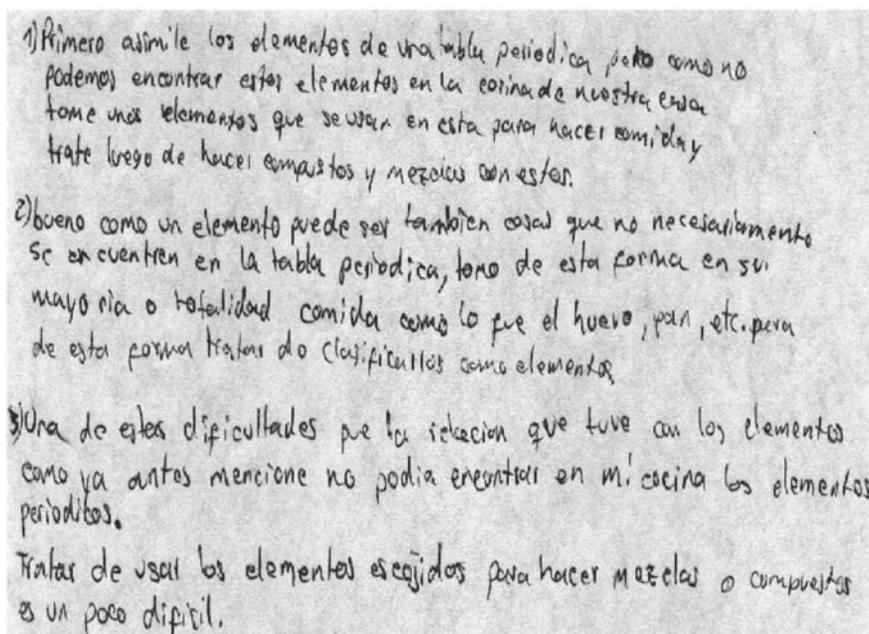
En síntesis, en los diferentes campos de las ciencias naturales a lo largo del tiempo en su proceso de construcción, quienes trabajan en ellos han logrado consolidar una serie de códigos y convenciones con los cuales construyen sus discursos para explicar, por lo menos de manera parcial,

sus distintos objetos de estudio. El lenguaje, como una de las potencialidades humanas, comienza su evolución en las edades más tempranas del desarrollo del niño a partir de su interacción, primero con el ambiente más cercano, luego con ambientes más amplios y distantes de su contexto original, entre ellos, el contexto escolar.

Cuando el niño o el adolescente entra en contacto con las ciencias naturales, en el medio escolar, se ve abocado a aprender nuevas formas de hablar y escribir, a utilizar esos nuevos códigos y convenciones para comunicarse en esos campos; guardando las proporciones, se encuentra en una situación semejante al aprendizaje de una segunda lengua. En este proceso de adquisición y de uso de nuevos símbolos y convenciones, presumiblemente el joven pasa por situaciones semejantes a las que se presentan durante el aprendizaje de una segunda lengua, las cuales, tanto para el caso de la ciencia como para la segunda lengua se reflejan en los resultados de las evaluaciones. Una de estas situaciones, en el contexto de una segunda lengua es la llamada “interlingua”; esta es una condición en la cual el aprendiz crea sus propias expresiones utilizando parte de la lengua materna y parte de la nueva lengua.

De manera similar, durante el proceso de aprendizaje de la Química, se puede observar cómo en las evaluaciones algunos estudiantes tratan de demostrar que saben algo haciendo uso de palabras de la lengua materna para significar conceptos o para describir contextos de la ciencia; es el caso, por ejemplo, de las siguientes situaciones, en las que sus autores debían identificar sustancias elementales en contextos cotidianos de su hogar (figura 2) o explicar las diferencias entre cambio físico y químico (figura 3).

Figura 2. Escrito de un estudiante en el cual trata de explicar la diferencia entre sustancia elemental y sustancia compuesta



1) Primero asimile los elementos de una tabla periódica, pero como no podemos encontrar estos elementos en la cocina de nuestra casa, tome unos elementos que se usen en esta para hacer comida y trate luego de hacer compuestos y mezclas con estos.

2) Bueno como un elemento puede ser también cosas que no necesariamente se encuentren en la tabla periódica, tomo de esta forma en su mayoría o totalidad comida como lo fue el huevo, pan, etc. para de esta forma tratar de clasificarlos como elementos.

3) Una de estas dificultades fue la selección que tuve con los elementos como ya antes mencione no podía encontrar en mi cocina los elementos periódicos.

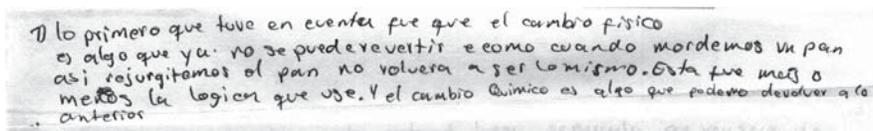
Tratar de usar los elementos escogidos para hacer mezclas o compuestos es un poco difícil.

108

Fuente: escaneado del original.

Como se puede observar en el texto de la figura 2, en la primera parte de este se puede ver que el autor, a pesar de que parece reconocer la existencia de alguna diferencia entre el significado del término elemento en el contexto químico, no vacila en darle el mismo significado en el contexto cotidiano y de inmediato lo asimila a cualquier material presente en el ámbito del hogar. En este caso, el nivel de discriminación del significado es tan escaso que de inmediato el autor se da a la tarea de producir compuestos con estos elementos. En otras palabras, en este caso, el autor del texto no ha pasado del significado cotidiano al significado químico que tiene el término elemento. Esto se confirma además con la expresión que presenta en el siguiente párrafo: "...como un elemento puede ser también cosas que no necesariamente se encuentren en la tabla periódica...". Además, nótese la idea que subyace en la mente de este estudiante, los elementos no son expresiones materiales, sino algo que existe en la tabla periódica. Esta expresión claramente muestra la dificultad que tiene el autor para diferenciar significados de la cotidianidad de los significados técnicos o científicos. Esta afirmación se ve aún más sustentada con la frase presente en el numeral 3 del texto ilustrado.

Figura 3. Escrito de un estudiante en relación con la explicación de un cambio físico



Fuente: escaneado del original.

En el caso del texto presente en la figura 3 se observa la presencia de una dificultad de naturaleza semántica que lo lleva a la asignación equívoca de significado a los dos tipos de cambio en cuestión. De conformidad con la primera frase del párrafo, el cambio físico lo asocia a la permanencia del todo como una unidad, no a la variación, o no, de la naturaleza de las sustancias. Asimismo, en la última frase del párrafo, se observa una asociación directa del cambio químico a la reversibilidad del proceso.

Así como en el proceso de aprendizaje de una segunda lengua debe pasar un tiempo, relativo para cada individuo, en el cual, debido al uso continuo de un término o de una expresión o por un proceso de autorreflexión, el sujeto logre asignar a este, o a esta, el significado correcto y lo incorpore de manera espontánea a su forma de expresarse, en el caso del aprendizaje de las ciencias, desde el momento en el cual el estudiante se pone en contacto con la terminología científica hasta el momento en el que logra incorporarla a su forma de comunicarse, media un tiempo que es también relativo para cada uno; en muchos casos, este proceso puede ser tan largo que no se alcanza a completar en un periodo escolar, en realidad, muchos estudiantes, por ejemplo, terminan la educación media sin alcanzar un nivel aceptable de dominio con significado de los conceptos básicos de las ciencias.

Tanto en el contexto del aprendizaje de una segunda lengua, como en el caso del aprendizaje de una ciencia, la Química en este caso, es posible “acelerar esos procesos de asignación de significados”; en los dos casos, este proceso de aceleración puede estar mediado por el apoyo de un docente y muy seguramente por la vivencia y el ejercicio de aplicación constante en la cotidianidad.

Lo descrito anteriormente toma un mayor sentido si se analiza un ejemplo de aprendizaje de uno de los temas de la Química tomando de la literatura (Gómez Crespo et ál., 1995), las dificultades que presentan los estudiantes con el aprendizaje del equilibrio químico; en algunos casos, estas dificultades

están relacionadas con la adquisición y asignación de significados a ciertos símbolos y convenciones empleados para describir y dar cuenta de este tema.

En particular, como ilustración se analiza lo que sucede con un sistema en equilibrio como el que se representa mediante la siguiente ecuación:



Para escribir una ecuación química es usual emplear una flecha con dirección hacia los productos (\rightarrow), que señale que la reacción procede de izquierda, desde los reactivos hacia los productos; y, cuando se trata de describir una reacción reversible, emplear una doble flecha con direcciones opuestas (\rightleftharpoons) para señalar que la reacción procede en ambas direcciones y que se alcanza un equilibrio dinámico. Asimismo, para indicar que un equilibrio está desplazado hacia los reactivos o hacia los productos se usan flechas con sentidos opuestos y longitudes diferentes; por ejemplo, dos flechas como las siguientes significan que el sistema está desplazado hacia los productos:

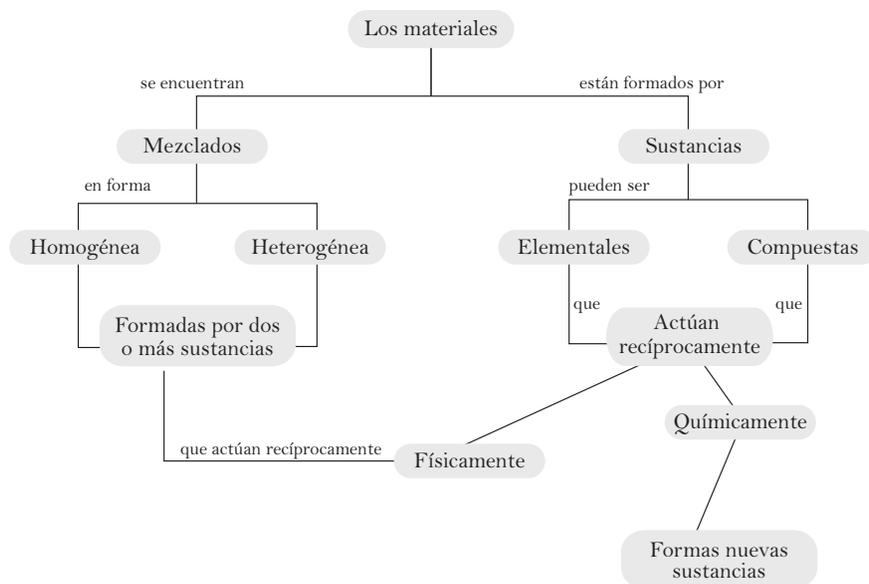


En este sentido, ya desde los años setenta, investigaciones adelantadas por Johnstone habían demostrado cómo algunos estudiantes, con edades comprendidas entre los 17 y 18 años, tenían dificultad para comprender que el sistema se encontraba en equilibrio, es decir, comprender que, en esta condición, las velocidades de reacción fueran iguales en ambos sentidos; que en muchos casos ellos, en su lugar, asociaban esta notación con la intensidad de la velocidad de la reacción, para muchos de estos estudiantes, la notación significaba que la velocidad de la reacción hacia la izquierda era mayor que la velocidad hacia la derecha (Johnstone, 1977). Nótese que, en este caso, además de la dificultad derivada de la asignación de significado a la convención expresada en las características de las flechas, aparece el hecho de que “se olvida” que un equilibrio químico esencialmente es un estado dinámico de un sistema en el cual la velocidad de reacción hacia los productos es igual a la velocidad de reacción hacia los reactivos, independientemente de que haya más o menos productos o más o menos reactivos. En otras palabras, el autor no ha discriminado y aprendido con significado el concepto de equilibrio químico.

Conceptos clasificatorios asociados a las soluciones

Algunos de esos conceptos clasificatorios pertenecientes al tema de las soluciones se sintetizan en la figura 4.

Figura 4. Diagrama de conceptos clasificatorios incluidos en el programa Guía de Actividades propuesto para el aprendizaje de las soluciones



Fuente: elaboración propia.

Los conceptos presentes en la figura 4 se tomaron como base para la elaboración del programa guía de actividades diseñado para el aprendizaje de los conceptos clasificatorios. Como se puede ver en el anexo número 1, el programa como tal estaba conformado por una serie de ejercicios para realizar en el aula de la clase en el contexto de la ciencia y otros para realizar fuera de aula en contextos cotidianos. Los resultados que se analizan a continuación corresponden a ejercicios llevados a cabo por los estudiantes en el contexto escolar y fuera de ellos.

Resultados y análisis

A continuación se presentan y analizan los resultados derivados de la realización, por parte de los estudiantes, de dos de los ejercicios o actividades incluidas en el programa guía de actividades, comenzando con los relacionados con el ejercicio desarrollado dentro de la clase.

Como se puede ver en el anexo 1, número 1.1, el ejercicio para realizar en el aula era una rejilla de conceptos, en cuyas ventanas debidamente numeradas se ilustraban varias sustancias que debían ser clasificadas por los estudiantes. Como se ilustra a continuación, el autor del texto que se presenta en la figura 5 clasifica el carbón como una sustancia compuesta.

Figura 5. Imagen de uno de los textos elaborados por un estudiante en desarrollo del ejercicio en el cual debía clasificar sustancias elementales compuestas y mezclas

Sustancia Elemental	Sustancia Compuesta	Mezcla
1.	2 4. 7	3 5 6
<p>1. Describa el procedimiento que llevó a cabo en el desarrollo de esta actividad. 2. Escriba los criterios que tuvo en cuenta para hacer la clasificación. 3. Enumere las dificultades encontradas en el desarrollo del trabajo</p>		
<p>1) tener claro los conceptos 2) • Sustancia elemental: son aquellas que están compuestas por una misma clase de átomos • Sustancia compuesta: son aquellas que están compuestas por 2 o más clases de átomos. • Mezcla: es la unión de 2 o más sustancias. 3) ninguna dificultad.</p>		

Fuente: escaneado del original.

Este estudiante no parece haber asignado claramente el significado que le corresponde al término “carbón” ni tampoco al término “compuesto”, dado que se trata de un elemento y no de un compuesto; dado que el estudiante no tiene claro el significado de cada uno de los dos términos, es decir, su grado de discriminación para los dos es muy bajo, confunde una sustancia pura elemental con una compuesta.

Una observación cuidadosa del mismo texto permite establecer una situación semejante para la clasificación que hace del alcohol, de conformidad con el texto ilustrado el estudiante clasifica el alcohol como una mezcla; al igual que en el caso anterior, el autor no ha elaborado un significado correcto para los términos “alcohol” y “mezcla”, por lo tanto, no los discrimina, los confunde.

Un análisis semejante al anterior aplicado al texto presente en la figura 5, permite establecer que la dificultad anterior persiste, nuevamente, emerge el mismo tipo de dificultad en torno a estos conceptos. Al tenor del anexo 1,

ejercicio número 1, ahora en un ambiente extraclase, los estudiantes debían realizar la clasificación de aquellas sustancias que, ubicados en un contexto de hogar, pertenecieran a las categorías químicas de elementos, compuestos o mezclas (figura 6).

Figura 6. Imagen de uno de los textos elaborados por un estudiante en desarrollo del ejercicio en el cual debía clasificar sustancias elementales compuestas y mezclas en un contexto extraclase

Ejercicio Extraclase No.1

... cinco sustancias compuestas y cinco mezclas que encuentre en su casa y completa...

Sustancia Elemental	Sustancias Compuestas	Mezcla
sal	pan	leche
azúcar	pan	carne asada
café	sopa de arroz	café con leche
huevo	aceite	chocolate
Frías	arroz	Huevo frito

1) observar detalladamente los productos que hablan en mi cocina
 2) los pedidos en el cuaderno
 3) encontrar los productos

Fuente: escaneado del original.

A diferencia de la situación anterior, como ya se dijo, en este ejercicio se trata de llevar la enseñanza de los conceptos químicos más allá del ambiente escolar, a la vida cotidiana; esta aproximación didáctica requiere un mayor esfuerzo, por parte de los estudiantes, y con ello, un alto grado de discriminación conceptual para lograr identificar y clasificar los diferentes tipos de sustancias en el contexto de los alimentos, como en esta oportunidad o en otros contextos, incluso, muchas veces desconocidos.

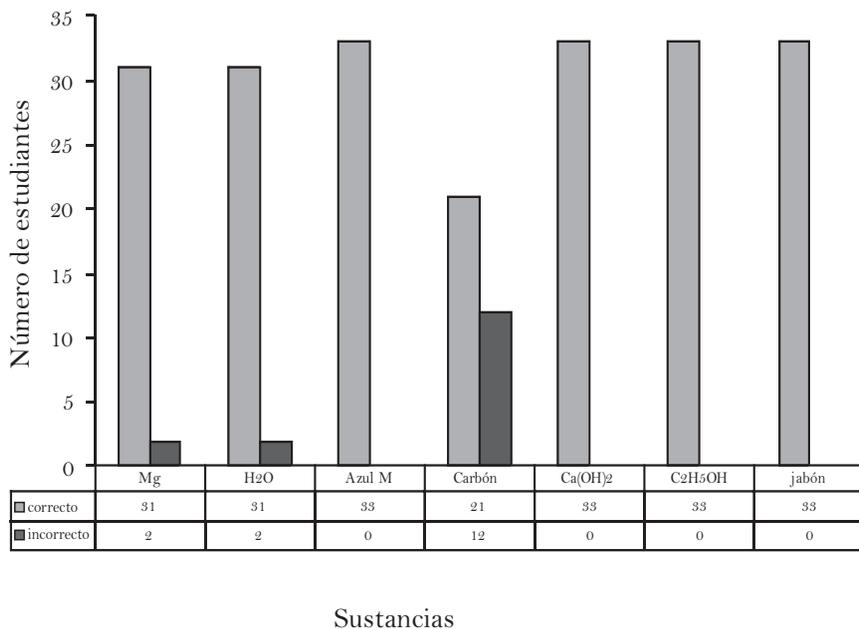
Como se puede observar en la clasificación que realiza el autor del texto de la figura 5, a partir de los productos de la cocina, él no diferencia los conceptos de sustancia elemental, sustancia compuesta y mezcla; a partir de los resultados ilustrados en el texto se puede ver que para este estudiante, el concepto de mezcla conlleva un proceso de cocción; prácticamente en todos los ejemplos mencionados, por el autor del texto, hace

referencia a este procedimiento; por otra parte, tampoco muestra una diferenciación clara y precisa entre sustancias elementales o elementos y sustancias compuestas o compuestos; de conformidad con la clasificación presentada en el texto unos y otros, para él tienen las mismas propiedades.

Gracias a un procedimiento semejante se analizaron todas las respuestas dadas por los estudiantes que participaron en la investigación, a los dos ejercicios comentados para los dos estudiantes anteriores y se encontraron los resultados que se presentan en la figura 7 y en la tabla 1. A partir de estos datos es posible manifestar que, si bien un alto número de participantes alcanzó un buen nivel de diferenciación y discriminación de significado para los conceptos de sustancia pura elemental, compuesta y mezcla, cerca de 31 estudiantes hacen una clasificación acertada de las sustancias, el resto de ellos (dos estudiantes) no alcanzaron este nivel de discriminación y diferenciación en ambientes escolarizados.

Figura 7. Representación gráfica de los resultados correspondientes al trabajo de los estudiantes acerca de la clasificación de sustancias elementales, compuestas y mezclas en el contexto escolar

114



Fuente: elaboración propia.

En la tabla 1 se presentan los resultados del desempeño de los estudiantes en un ejercicio en el que debían realizar la clasificación de varias sustancias como elementales, compuestas o mezclas pertenecientes al ambiente cotidiano o no escolarizado; el análisis de estos resultados permite establecer un bajo nivel de discriminación conceptual en los participantes, en efecto, para el caso de la clasificación de la leche, por ejemplo, de nueve estudiantes que la incluyeron en su respuesta, seis estudiantes la ubican como sustancia elemental y tres como compuesta. En este caso, llama la atención que ninguno de los participantes la clasificó como una mezcla que sería la respuesta más esperada para este nivel de escolaridad.

Tabla 1. Resultados correspondientes al desempeño de los estudiantes en un ejercicio de clasificación de sustancias como elementos, compuestos o mezclas

Estudiantes y clasificación Materiales	No. estudiantes que incluyeron cada producto en su respuesta	No. estudiantes que hacen la clasificación como sustancias elementales	No. estudiantes que hacen la clasificación como sustancia compuesta	No. estudiantes que hacen la clasificación como mezcla
Leche	9	6	3	0
Café	7	1	6	0
Azúcar	6	4	1	1
Frutas	6	2	4	0
Sal	5	4	1	0
Cereal	4	2	2	0
Aceite	3	0	3	0
Condimentos	3	0	3	0
Mercurio	3	0	1	0
Arroz	2	1	1	0
Bicarbonato de sodio	2	1	0	1
Alcohol	2	1	0	1
Agua	1	3	0	0

Dos ejemplos que llaman la atención en ambos contextos, el escolarizado y el no escolarizado son el agua y el alcohol. Los datos asociados al ambiente escolarizado muestran que un alto número de estudiantes las clasifican correctamente en el contexto escolarizado, mas no en el cotidiano;

de hecho, el alcohol fue clasificado correctamente por todos los integrantes del curso en el primer ambiente y por muy pocos en el segundo. Nótese también que la sal y el azúcar fueron clasificadas como sustancias elementales y que el café, el aceite y los condimentos como sustancias compuestas.

Estos últimos resultados muestran la dificultad que tienen los estudiantes para asignar significados a los conceptos clasificatorios y, en principio, como consecuencia el bajo nivel de discriminación que les impide, además, hacer uso correcto de ellos en contextos cotidianos. Desde el punto de vista de las dificultades de aprendizaje, de conformidad con los resultados parciales analizados, es posible afirmar que en este grupo de estudiantes y para estos conceptos una de las dificultades de aprendizaje presentes hace relación a la carencia de elaboración de significado propio y correcto para algunos de los conceptos clasificatorios asociados a las soluciones, esta dificultad se presenta más acentuada cuando se trata de aplicaciones a los contextos cotidianos.

Conclusión

116

El análisis de los resultados del desempeño de los estudiantes en un programa guía de actividades preparado para el aprendizaje de algunos conceptos clasificatorios asociados a las disoluciones permite establecer que, si bien la mayoría de los participantes en el curso desarrollaron un alto nivel de discriminación conceptual, en el contexto escolar, dos de ellos no alcanzaron ese nivel de significación; en efecto, en estos últimos estudiantes persisten las dificultades de aprendizaje asociadas con la carencia de elaboración de significados para los conceptos de sustancia pura elemental, compuesta y mezcla.

Asimismo, el análisis de los resultados del desempeño de los estudiantes, en relación con los mismos conceptos, pero ahora en contextos cotidianos permite establecer la persistencia de este tipo de dificultades de aprendizaje, en un mayor número de estudiantes. Puesto que los resultados presentados anteriormente son de naturaleza parcial, la conclusión enunciada antes también lo es y será el análisis total de la información recolectada en todos los programas guía el que venga a confirmarla o a negarla.

De cualquier manera, todo parece indicar que las dificultades de aprendizaje de los conceptos químicos relacionadas con los procesos de asignación de significados, por parte de los estudiantes, están presentes en la enseñanza de la química y ameritan tenerse en cuenta en el aula, con el fin de minimizar

su influencia y eventualmente erradicarlas en pro de un mejor aprendizaje. También amerita, sobre todo para futuras investigaciones, tener en cuenta la disparidad de desempeños de los estudiantes en contextos escolares y no escolares.

Referencias

- Gómez Crespo, M. A., Martín Díaz, Herrero Castrillo, F. M. J., Redondo Ciércoles, M. F. y Salván Sáez, E.** (1995). *La energía: transferencia, transformación y conservación*. Zaragoza: Universidad, ICE.
- Gil Pérez, D. y Martínez, J.** (1987). Los Programa Guía de Actividades una concreción del modelo constructivista de Aprendizaje de las Ciencias. Investigación en la escuela. 3-12.
- Johstone, A. H. y Kellet, N. C.** (1980). Learning difficulties in school towards a working hypothesis. *European Journal of Science Education*, 2 (2), 175-181.
- Johstone, A.** (1977). Chemical Equilibrium and Its Conceptual Difficulties. *Education in Chemistry*, 14 (6), 169-171.
- Marín, M. N.** (1997). *Fundamentos de didáctica de las ciencias experimentales*. Servicio de publicaciones Universidad de Almería.
- Mosterin, J.** (1978). La estructura de los conceptos científicos. *Investigación y Ciencia*, 16.
- Pozo, J. y Gómez, M.** (1998). *Aprender y enseñar ciencias*. España: Ediciones Morata.
- Sánchez, B., De Probueno, A. y Valcarcel, M** (1997). La utilización de un modelo de planificación de unidades didácticas. El estudio de las disoluciones en la educación secundaria. *Enseñanza de las Ciencias*, 15 (1), 35-50.
- Schlesinger, A. B.** (1994). *Explaining Life* (cap. 1). McGraw-Hill.