

## **Diseño del curso optativo de profundización Introducción al Estado Sólido, para el componente de la especialidad de Química del Instituto Pedagógico de Caracas**

Design elective deepening Introduction to Solid State,  
component specialty Chemistry of Pedagogical Institute of  
Caracas

**Margarita González**  
mcmachinve@yahoo.es

**Universidad Pedagógica Experimental Libertador.  
Instituto Pedagógico de Caracas. Venezuela**

Artículo recibido en Junio 2014 y publicado en Enero 2015

### **RESUMEN**

*Se diseñó el curso optativo de profundización “Introducción al Estado Sólido”, para el componente de la especialidad en el área de Química en el Instituto Pedagógico de Caracas. El objetivo del curso es introducir a los alumnos en el estudio del estado sólido, su estructura, propiedades, aplicaciones, métodos de preparación y métodos para determinar la estructura haciendo énfasis en los sólidos cristalinos. El curso quedó conformado por siete (7) unidades. La propuesta se llevó a cabo a través del modelo de desarrollo instruccional de Müller y Szczurek (1989), cubriendo solamente las dos primeras etapas: estudio de necesidades y diseño de la solución. Para el estudio de necesidades se utilizaron las etapas propuestas por Müller (2003). En cuanto a la etapa de diseño de la solución, se utilizó el modelo sistémico de diseño instruccional de Szczurek, 1989 al cual se le incorporaron tres elementos del modelo de unidades didácticas de Sánchez y Valcárcel, 1993.*

**Palabras clave:** *Desarrollo instruccional; diseño de curso optativo; estado sólido; especialidad química; currículo*

## ABSTRACT

*The elective course of deepening "Introduction to Solid State" was designed for the component of the specialty in the area of Chemistry at the Pedagogical Institute of Caracas. The course objective is to introduce students to the study of the solid state, structure, properties, applications, methods of preparation and methods of determining the structure emphasizing crystalline solids. The course was composed of seven (7) units. The proposal was carried out through the development of instructional model by Szczurek and Müller (1989), covering only the first two stages: needs assessment and solution design. To study needs the steps proposed by Müller (2003) were used. For the design phase of the solution, the systemic model of instructional design by Szczurek, 1989 was used, together with three elements of the model of didactic units by Sánchez and Valcárcel, 1993.*

**Key words:** *Instructional development; elective course design; solid state; specialty chemistry curriculum*

## INTRODUCCIÓN

Históricamente, el desarrollo y evolución que las sociedades han logrado está íntimamente relacionado con su capacidad para generar nuevos materiales. De hecho, las primeras sociedades vivieron en: la edad de Piedra, de Bronce y de Hierro, denominadas así en función del material más utilizado para resolver algunos de sus problemas. Desde entonces se han desarrollado miles de materiales, basados en el estudio de su estructura, con características especiales, tales como: aleaciones, plásticos, vidrios, fibras y cerámicas, con la finalidad de resolver algunas necesidades de las sociedades.

Scott (1961), expresa en su artículo que algunos eventos impactantes hicieron surgir el interés por el estudio, la comprensión y la enseñanza de la Química de los cristales. El más notable de esos eventos fue la invención del transistor; menos notoria pero de gran importancia fue el desarrollo de nuevos materiales en electrónica, metalurgia, materiales magnéticos y producción de luz.

Por su parte, Weller (1970) señala que los principales fundamentos y conceptos físicos y químicos del estado sólido son poco familiares para los químicos y esencialmente desconocidos por los estudiantes, indicando además que una de las razones que contribuye a esta situación es la necesidad del componente matemático para la comprensión del estado sólido. Sin embargo, Weller también señala que esto se puede resolver utilizando una serie de analogías y modelos para comprender algunos de los principios básicos que sustentan el estudio de los sólidos y, como consecuencia, se tendría una mejor aproximación a la comprensión del estado sólido.

El logro de un cambio conceptual y metodológico en la enseñanza de la química y en la formación de profesores en esta especialidad, depende mucho de las estrategias instruccionales para abordar los contenidos sobre la estructura de la materia, por la significación predominante que ellos tienen dentro del sistema de conocimientos químicos Hewson (1981) y Segura (1991) (citado por De Posada, 1993).

Una de las dificultades que se encuentran para la comprensión de la estructura de la materia, es que el modelo corpuscular es poco evidente. Así, para los estudiantes de secundaria, el mundo microscópico es como el macroscópico, pero reducido de tamaño (De Posada, 1993), por lo tanto la materia es concebida como continua, estática y sin espacios vacíos entre sus partículas (Trinidad-Velasco y Garritz, 2003).

El poco y mal uso del modelo corpuscular, tanto en estudiantes de secundaria como en estudiantes universitarios, conlleva a que en sus explicaciones sobre reacciones químicas, los estudiantes hablen por ejemplo de desaparición y transmutación, lo cual es coherente con la concepción continua y estática de la materia que ellos tienen (Trinidad-Velasco y Garritz, 2003).

En este sentido, los estudiantes de docencia en Química, al finalizar sus estudios, deberían estar muy claros en la naturaleza corpuscular de la materia y sus implicaciones en la estructura y propiedades de la misma.

Desde el punto de vista curricular un curso sobre el estado sólido les da la oportunidad a los estudiantes de profundizar en las relaciones entre los aspectos estructurales y las propiedades de este estado físico, y cómo ambas determinan el uso y las aplicaciones tecnológicas y sociales. En este sentido, un curso de esta naturaleza permite estudiar el tema de forma intradisciplinar e interdisciplinar, ya que se pueden establecer relaciones entre las diversas áreas de la Química y con otras áreas de la Ciencias.

Por otra parte, abordar el estado sólido en los currículos es una necesidad debido al gran desarrollo de nuevos materiales que han cambiado radicalmente nuestra forma de vivir. Muchos de los avances científicos, reposan en el estudio de los sólidos, productos tales como: discos láser, computadora, relojes digitales, impresoras láser, entre otros, son el resultados del avance en las investigaciones sobre sólidos, por tanto, el conocimiento adecuado de la estructura de la materia es de gran importancia para la correcta comprensión de fenómenos físicos y químicos asociados a este estado físico.

Además, por estar el curso dirigido a estudiantes de la profesión docente, es necesario considerar los aspectos didácticos, autores como Gil (1991), Furió (1994), Sánchez y Valcárcel (2000) indican que la formación de los futuros docentes carece de la integración entre el conocimiento científico y el conocimiento didáctico. Por tal motivo, desde la didáctica de las ciencias se pretende trabajar de forma integrada ambos aspectos. Para esto, Sánchez y Valcárcel (2000) proponen que los contenidos y estrategias de formación le proporcionen al docente un conocimiento didáctico que le permita planificar la enseñanza de tópicos científicos y reflexionar sobre su actuación docente.

La finalidad del presente trabajo fue el diseño del curso optativo de profundización denominado "Introducción al Estado Sólido", para el componente de la especialidad en el área de Química en el Instituto Pedagógico de Caracas, el cual surgió del estudio de necesidades.

## **MÉTODO**

La presente investigación está enmarcada dentro de los proyectos factibles con apoyo de investigación de tipo documental que permite recopilar información a través de trabajos divulgados por medios impresos, audiovisuales o electrónicos UPEL (2006).

Por otra parte, también se considera como una investigación de desarrollo instruccional, ya que se proponen soluciones para satisfacer la necesidad detectada, utilizando un enfoque sistémico (Castro y Guzmán de Castro, 2001).

El contexto del presente desarrollo instruccional corresponde al currículo de la UPEL del año 1996, el cual está vigente hasta la fecha y organizado en cuatro componentes: formación pedagógica, formación general, formación especializada y práctica profesional. Dentro del componente de formación especializada de Química hay tres niveles: fundamentación, integración y consolidación, y profundización.

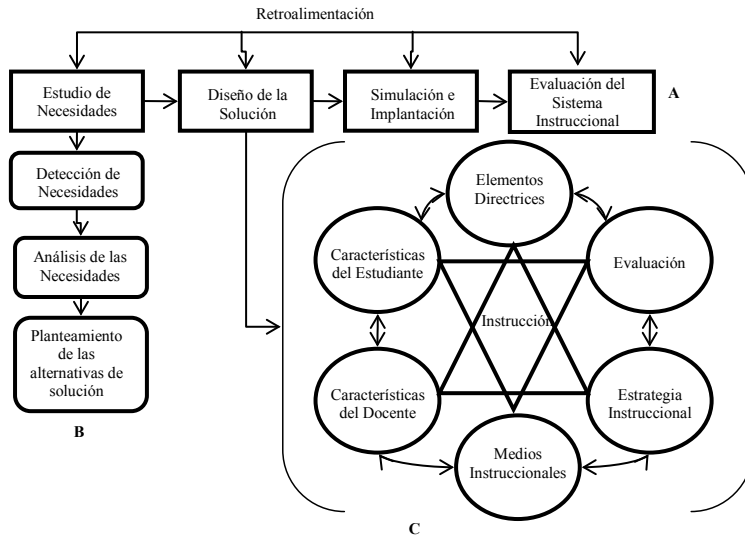
El presente desarrollo instruccional se limitó al tercer nivel, donde se encuentran los cursos optativos institucionales de profundización, ubicados de acuerdo el árbol de prelación de la especialidad de Química (2008) en el noveno y décimo semestre.

La población estudiantil que se encuentra en estos semestres, de acuerdo con su silueta, ya debieron cursar todas las asignaturas básicas y de profundización de las diferentes áreas de Química, así como las asignaturas del componente de formación y el general.

### *Procedimiento*

El desarrollo instruccional se llevó a cabo bajo el modelo de Müller y Szczurek (1989) (figura 1), ejecutándose sólo las dos primeras etapas: el estudio de necesidades y el diseño de la solución.

El estudio de necesidades se realizó a través de las tres fases propuestas por Müller (2003); detección de necesidades, análisis de necesidades y planteamiento de las alternativas de solución (figura 1).



**Figura 1.** Modelo de desarrollo instruccional Müller y Szczurek, (1989) (A), desglosando la etapa del estudio de necesidades de acuerdo con Müller (2003) (B), e incorporando el modelo de enfoque sistémico para el diseño instruccional de Szczurek, 1989 (C).

Para detectar las necesidades se realizó una revisión documental de los archivos de la cátedra de Química Analítica e Inorgánica, desde el semestre 2001-II hasta el semestre 2007-II y de los cursos optativos de profundización del currículo de la especialidad de Química de la UPEL-IPC (1996).

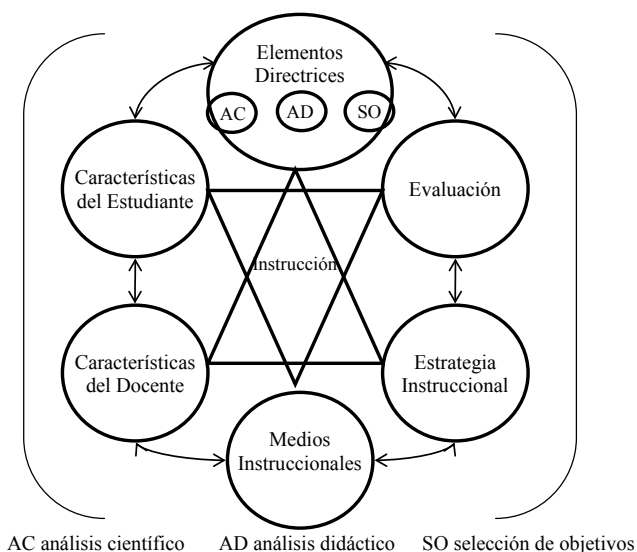
Con la información obtenida se realizó el análisis de necesidades buscando la discrepancia existente entre “el ser” y “el deber ser”, con lo cual se estableció la necesidad.

Finalmente, en función de las dos fases anteriores se plantearon dos alternativas de solución para satisfacer las necesidades detectadas. Para escoger la alternativa, se realizó un análisis de costo de cada una, tomando

en cuenta: el tiempo invertido para diseñar, validar y aplicar la solución; los recursos materiales, los recursos financieros tanto del docente como de los estudiantes, los recursos humanos y la factibilidad de las mismas.

### *Diseño de la Solución*

Para el diseño de la solución inicialmente se realizó un ajuste al modelo sistémico de diseño instruccional de Szczurek (1989) (figura 1), incorporándole tres elementos de la propuesta de Sánchez y Valcárcel (1993) (figura 2). En este sentido, se analizaron los puntos coincidentes entre ambos modelos, encontrándose que los elementos directrices de Szczurek, 1989 están presentes en el análisis científico, el análisis didáctico y la selección de objetivos del modelo de Sánchez y Valcárcel, 1993. La autora decidió incorporar estos tres elementos en el componente de los elementos directrices del modelo de Szczurek (1989), con la finalidad facilitar el trabajo del diseño, ya que el análisis científico permite orientar la selección de los contenidos (conceptuales, procedimentales y actitudinales) y el análisis didáctico a su vez incluye la consideración de las ideas previas de los estudiantes.



**Figura 2.** Modelo de enfoque sistémico del diseño instruccional de Szczurek (1989) con la incorporación de tres elementos del modelo de Sánchez y Valcárcel (1993).

El diseño instruccional se inició haciendo un análisis del tópico a desarrollar en el curso. Seguidamente se establecieron las características de los estudiantes y del docente. Con la información anterior, se completaron los componentes restantes del modelo de Szczurek (1989): estrategias instruccionales; recursos instruccionales y evaluación. Para desarrollarlos se decidió presentarlos como unidad didáctica contemplando: objetivos de la unidad, tiempo requerido para su ejecución, estrategias instruccionales, recursos y medios instruccionales, y estrategias de evaluación.

## RESULTADOS

### Estudio de necesidades

#### *Detección de necesidades*

En la revisión de los archivos de la cátedra de Química Analítica e Inorgánica del IPC, desde el semestre 2001-II hasta el semestre 2007-II, se encontró que los cursos dictados durante ese período, fueron los correspondientes a los cursos obligatorios institucionales tanto de integración como de profundización del área de química inorgánica.

En la revisión del currículo de la UPEL-IPC 1996, se encontró que dentro de los cursos optativos de profundización existentes en el componente especializado de Química en el IPC, para el área de química inorgánica sólo existe un curso optativo de profundización, **Tópicos de Química Inorgánica**, cuyo programa establece como propósito proporcionar al estudiante conocimientos que le permitan profundizar en aspectos específicos de la Química Inorgánica, así como conocer nuevas aplicaciones dentro de esta área de acuerdo a los avances tecnológicos actuales, acercándolos de esta forma a los llamados conocimientos frontera de la Ciencia UPEL (2004a).

#### *Análisis de necesidades*

Con la información recabada en la etapa anterior, se pudo evidenciar que existe un sólo curso optativo de profundización en el área de química inorgánica, que no se ha dictado durante un largo período y para el cual no



se encontró el diseño de algún tópico específico que se sugiera abordar dentro del mismo.

Lo anterior refleja que la situación actual, el “**es**”, en el *currículo actual de la UPEL-IPC existe sólo un curso optativo de profundización de química inorgánica, para el cual no existe un programa propuesto de uno o más tópicos interesantes e importantes que se pueden abordar dentro de esta área.*

Por lo tanto el “**deber ser**” sería que *en el currículo actual de la UPEL-IPC, en la especialidad de química, deberían existir una variedad de cursos optativos de profundización en todas las áreas de la química, especialmente en química inorgánica, con enfoques de enseñanza aprendizaje actualizados y temas interesantes que permitan profundizar y aplicar conocimientos y habilidades para darle al diseño curricular mayor carácter de currículo en acción y contribuir en el perfil del egresado.*

#### *Planteamiento de las alternativas de solución*

- 1.-Diseñar un curso optativo de profundización en química inorgánica, para el currículo de la UPEL-IPC, correspondiente a la especialidad de química; utilizando la modalidad presencial con sesiones teórico-prácticas desarrolladas en las instalaciones del IPC.
- 2.-Diseñar un curso optativo de profundización en Química inorgánica, para el currículo de la UPEL-IPC, correspondiente a la especialidad de Química; haciendo uso de la modalidad mixta con sesiones teórico-prácticas, utilizando para la parte a distancia módulos instruccionales (impresos o electrónicos) y para la parte presencial asesoría personalizada con cada estudiante.

Para escoger la alternativa de solución se realizó un análisis de costo de cada alternativa considerando: el tiempo invertido para diseñar, validar y aplicar la solución; los recursos materiales, los recursos financieros tanto del docente como de los estudiantes, los recursos humanos y la factibilidad de las mismas. El resultado de dicho análisis permitió seleccionar la alternativa uno (1) la cual presentó menor costo.

### *Diseño de la solución*

Antes de aplicar cada etapa del modelo elegido, fue necesario tomar decisiones en cuanto al tema o tópico que se iba a desarrollar. Para ello, se realizó un análisis de tres tópicos sobre química inorgánica que podrían ser abordados en el curso optativo de profundización: tabla periódica, estado sólido y teoría de grupos. Después de este análisis se decidió seleccionar el tópico *Estado Sólido*. Una de las razones para descartar el tema de tabla periódica fue que los estudiantes de la especialidad tienen la oportunidad de abordarlo en dos cursos obligatorios: fundamentos de química y química inorgánica, siendo en éste último donde se trabaja con mayor profundidad. En cuanto al tópico referido a teoría de grupo, no se escogió debido a su complejidad y a la poca relación directa que existe con el nivel educativo, donde estos estudiantes van a ejercer sus funciones docentes.

Para consolidar la decisión sobre la selección del tema estado sólido, también se revisaron los programas de: Química Inorgánica (UPEL, 2004 b) y Físicoquímica I y II (UPEL, 2004 c y d) y allí se evidenció que este contenido no se contempla. Desde el punto de vista curricular, un curso sobre el estado sólido permite establecer relaciones entre varias áreas de la química, así como con otras áreas de las ciencias tales como física y ciencias de la tierra, lo que le confiere carácter intradisciplinario e interdisciplinario. En este sentido, contribuye en la consolidación de contenidos sobre materia, estructura y propiedades, tan importantes para el anclaje de otros conocimientos químicos. A su vez el estudio de los sólidos, permite que los estudiantes puedan evidenciar las interacciones existentes entre la ciencia, la tecnología y la sociedad, colocando así a la química del estado sólido en contexto.

### *Diseño del curso*

#### *Características de los estudiantes*

El curso está dirigido a estudiantes de los semestres noveno y décimo de la carrera docente de la especialidad de Química de la UPEL-IPC.

Generalmente, son jóvenes entre 20 y 25 años de edad. Esta audiencia, de acuerdo con la ubicación de los cursos optativos de profundización (9no y 10mo semestre), deberían haber cursado todas las asignaturas obligatorias de los tres componentes del currículo: formación general, formación pedagógica, formación especializada; y las tres primeras fases de la práctica profesional.

### *Características del docente*

El docente que administre el curso deberá ser un especialista en el área de química. El profesor dentro del curso actuará como un mediador del conocimiento y generador de conflictos cognitivos para propiciar la participación activa y la reflexión en los estudiantes.

### *Elementos directrices*

De acuerdo con Szcurek (1989) los elementos directrices son los que orientan el proceso de instrucción, que se pueden presentar como: propósito, metas, contenidos, objetivos. Para establecer los elementos directrices del curso optativo de profundización se realizó primero el análisis científico y didáctico propuesto por Sánchez y Valcárcel (1993).

*Análisis científico.* De acuerdo con Sánchez y Valcárcel (1993), el análisis científico permite estructurar los contenidos de enseñanza. Los contenidos seleccionados deben proporcionarle al alumno un esquema conceptual sobre el objeto de estudio. La adquisición de estos conceptos no deberían ser aislados, sino que los ubique y utilice en un entramado conceptual complejo.

Para realizar el análisis científico se revisaron los capítulos de diversos textos universitarios, referidos al estado sólido y programas de cursos universitarios sobre el tema en estudio.

Análisis de textos: se revisaron una serie de libros universitarios de las áreas: Química General (Choppin y Jaffe, 1967; Parry, Steiner, Dillard y Goldberg, 1977; Babor e Ibarz, 1979; Mortimer, 1983; Masterton, Slowinski

y Stanitski, 1986; Bronw, LeMay y Bursten, 1998; Chang, 1998; Atkins y Jones, 2006), Química Inorgánica (Jolly, 1977; Rodgers, 1995; Huheey, Keiter y Keiter, 1997; Shriver, Atkins y Langford, 1997; Rayner-Canham, 2000; Housecroft y Sharpe, 2006), Fisicoquímica (Daniels y Alberty, 1963; Díaz Peña y Roig, 1972; Atkins y Clusgton, 1986; Levine, 1996) y Física (Acosta; Cowan y Graha, 1975).

Para el análisis de los textos universitarios se consideraron los capítulos que abordan el tema del estado sólido, los contenidos reportados en las bibliografías consultadas se clasificaron en seis categorías: sistemas de un componente y disoluciones, fuerzas intermoleculares e intramoleculares, estructura, termodinámica Química, tipos de sólidos, y técnicas experimentales. Las categorías fueron establecidas en función de los aspectos coincidentes entre los distintos textos.

Análisis de cursos universitarios sobre el estado sólido: al igual que con los textos se revisaron y analizaron los contenidos de tres cursos universitarios del tema en estudio (Instituto Pedagógico de Caracas., 1972; Universidad Complutense, 2008; UNED, 2008). Esos contenidos también se ubicaron en las categorías establecidas para los textos universitarios.

### *Análisis didáctico*

A través del análisis didáctico se pretende establecer las capacidades cognitivas de los alumnos, para ello Sánchez y Valcárcel (1993) señalan como indicadores, los conocimientos previos que tienen los alumnos sobre el tema, y el nivel operatorio donde se encuentran en función de las habilidades intelectuales necesarias para la comprensión del tema.

Como el curso está ubicado en los últimos semestres, los estudiantes tendrán diferentes conocimientos científicos básicos, que han sido estudiados en los cursos del componente de la especialidad tales como: Fundamentos de Química, Química General, Química Inorgánica, Fisicoquímica, Química Analítica, Fundamentos de Física y Matemática, los cuales se espera que tengan como conocimientos previos, requeridos para comprender y profundizar el estudio del estado sólido.

La revisión bibliográfica sobre la problemática de la enseñanza y aprendizaje del estado sólido, muestra que aun los estudiantes universitarios tienen dificultades en la concepción sobre materia. El estudio submicroscópico del estado sólido, sus relaciones con las propiedades macroscópicas y la importancia de las mismas, ayudan a profundizar en conceptos básicos sobre materia, tan necesarios para el anclaje de nuevos conceptos. Esto se puede lograr a través de la adecuada selección de contenidos conceptuales, procedimentales y actitudinales.

De acuerdo con sus edades y experiencias, los estudiantes deben presentar capacidades y habilidades intelectuales tales como: abstracción, análisis, interpretación, toma de decisiones, cálculos matemáticos, argumentación, justificación, autonomía, autoaprendizaje, entre otras.

Un aspecto importante a considerar en el análisis didáctico, es la formación en el ámbito didáctico de estos estudiantes, pues son estudiantes de docencia en química. De tal forma, ellos tendrán que ser los intermediarios y mediadores, en el aprendizaje de jóvenes de secundaria. Por lo tanto, serán el puente entre el pensamiento científico y el pensamiento escolar. Para ello, deberán construir sus propios modelos mentales de expertos, a partir de los modelos científicos explícitos encontrados en los libros universitarios, con la finalidad de enseñar, modificándolos, simplificándolos, y realizando trasposiciones didácticas para convertirlos en modelos didácticos (Galagovsky, Di Giacomo y Castelo 2009).

El resultado de estos dos análisis: el didáctico y el científico, permitió establecer los elementos directrices: propósito y objetivos del curso; que a su vez determinaron los contenidos, las estrategias instruccionales, los recursos instruccionales y las estrategias de evaluación.

#### *Propósito del curso Introducción al Estado Sólido*

Introducir a los alumnos en el estudio del estado sólido: su estructura, propiedades, aplicaciones, métodos de preparación y métodos para determinar la estructura, haciendo énfasis en los sólidos cristalinos, teniendo como eje transversal el componente didáctico.

### *Objetivos del curso*

- 1.-Caracterizar el estado sólido y su diversidad.
- 2.-Estudiar la estructura de los sólidos desde el punto de vista submicroscópico.
- 3.-Relacionar las propiedades de los sólidos con su estructura.
- 4.-Analizar los diferentes tipos de redes cristalinas que conforman los sólidos cristalinos.
- 5.-Obtener experimentalmente sólidos cristalinos por diversos métodos.
- 6.-Estudiar algunos métodos que permiten determinar la estructura de los sólidos cristalinos.
- 7.-Analizar el impacto de los sólidos en la Ciencia, la Tecnología y la Sociedad.

### *Unidades didácticas*

Establecido el propósito y los objetivos del curso se continuó aplicando el modelo de enfoque sistémico de Szczurek (1989) para completar los elementos propuestos en el mismo: estrategias instruccionales, medios y recursos instruccionales, y evaluación. Para abordar esta parte, se decidió hacerlo como unidades didácticas, presentando los siguientes elementos: objetivos de la unidad, contenidos conceptuales, procedimentales y actitudinales, tiempo necesario para desarrollarla, estrategias instruccionales, recursos y medios instruccionales, y estrategias de evaluación.

Para alcanzar el propósito y los objetivos propuestos, el curso quedó conformado por siete (7) unidades: I: Estados Físicos de la Materia, II: Sólidos Amorfos, III: Sólidos Cristalinos, IV: Sólidos Iónicos, V: Sólidos Covalentes Atómicos y Covalentes Moleculares, VI: Sólidos Metálicos, y VII: Métodos para la Determinación de la Estructura de los sólidos.

Para cada una de las unidades se proponen diversas estrategias instruccionales con sus respectivos recursos y medios, así como las estrategias de evaluación (González, 2012), en los cuadros 1 y 2 se muestran como ejemplos las unidades II y VI diseñadas para el curso.

## Cuadro 1. Unidad didáctica II Sólidos Amorfos

### Unidad Didáctica II Sólidos Amorfos

Aunque el término amorfo (sin forma) fue acuñado antes del descubrimiento de la técnica de los rayos X, se le sigue denominando de esta forma a los sólidos que presentan arreglos de corto alcance. Algunos autores, suelen considerarlos como líquidos sobreenfriados, altamente viscosos. Entre los ejemplos más estudiados se encuentran el vidrio y los polímeros, los cuales han tenido un gran impacto en la sociedad. En esta unidad se pretende hacer un revisión general de los sólidos amorfos, de manera tal de establecer una primera clasificación de los sólidos según su estructura y reconocer la importancia de los mismos en la sociedad.

Objetivos de la unidad:	Tiempo	Contenidos: conceptuales, procedimentales y actitudinales	Estrategia instruccional, recursos y medios y estrategias de evaluación
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Clasificar los sólidos de acuerdo con su estructura.</li> <li>2. Estudiar los factores que afectan la formación de sólidos amorfos y cristalinos.</li> <li>3. Estudiar las propiedades físicas de los sólidos amorfos.</li> <li>4. Analizar los sólidos amorfos vidrio y plásticos como algunos de los ejemplos más importantes.</li> <li>5. Analizar la importancia de los sólidos amorfos en la vida cotidiana.</li> </ol>	<p>Una (1) sesión de clase de cuatro (4) horas</p>	<p><b>Conceptuales</b></p> <p>Tipos de sólidos según su estructura: amorfos y cristalinos. Ordenamiento periódico y no periódico en la estructura interna de los sólidos. Factores que afectan la formación de los sólidos amorfos y cristalinos. Estructura de los sólidos amorfos (orden de corto alcance) Propiedades físicas de los sólidos amorfos. Isotropismo. Tipos de sólidos amorfos según su estructura: redes tridimensionales no periódicas, moléculas individuales de cadena larga y ordenamientos intermedios.</p> <p><b>Procedimentales</b></p> <p>Clasificación de los sólidos según su estructura: cristalinos y amorfos. Diferencia entre sólidos amorfos y cristalinos. Análisis de la estructura de los sólidos amorfos. Relación de la estructura de sólidos amorfos con sus propiedades. Análisis de casos específicos de sólidos amorfos: vidrio y plásticos, como ejemplos de redes tridimensionales no periódicas y moléculas individuales de cadena larga, respectivamente. Aplicación de contenidos conceptuales en la resolución de problemas de equilibrio de fases de sistemas de un componente y diagramas de fases</p> <p><b>Actitudinales</b></p> <p>Valoración de la importancia de los sólidos amorfos en la sociedad.</p>	<p><b>Estrategia instruccional</b></p> <p>Juego didáctico y discusión dirigida</p> <p>Trabajo en grupo</p> <p>Exposición didáctica</p> <p>Asignación de actividades fuera del aula</p> <p>Asesoría por parejas y toma de decisión</p> <p><b>Recursos y medios</b></p> <p>Asignación de modelos tridimensionales de sólidos regulares</p> <p>Lecturas seleccionadas</p> <p>Procedimientos traídos por los estudiantes</p> <p><b>Evaluación</b></p> <p>Sumativa: lista de cotejo, escala de estimación</p> <p>Formativa: observaciones escritas</p>

**Cuadro 2.** Unidad didáctica VI Sólidos Metálicos**Unidad Didáctica VI Sólidos Metálicos**

Los sólidos metálicos han tenido gran influencia en las sociedades, en la prehistoria se habla de la edad del bronce y la edad del hierro. Otros períodos de la humanidad estuvieron marcados por el acero y el aluminio. Debido a las propiedades de los metales: maleabilidad, ductilidad, conducción térmica y eléctrica, facilidad para formar aleaciones, los usos de los metales en la sociedad son diversos por ejemplo en la construcción, en transporte, entre otros.

<b>Objetivos de la unidad:</b>	<b>Tiempo</b>	<b>Contenidos conceptuales, procedimentales y actitudinales</b>	<b>Estrategia instruccional, recursos y medios y estrategia de evaluación</b>
1. Estudiar la estructura y propiedades de los sólidos metálicos. 2. Relacionar la estructura de los sólidos metálicos con las propiedades que exhibe y los usos que se le dan en la sociedad.	Una (1) sesión de clase de cuatro (4) horas.	<p><b>Conceptuales</b></p> <p>Redes cristalinas de los sólidos metálicos. Estructuras y propiedades de los sólidos metálicos. Aplicaciones y usos de los sólidos metálicos de acuerdo con sus propiedades.</p> <p><b>Procedimentales</b></p> <p>Interpretación de los arreglos cristalinos de los sólidos metálicos. Relación entre la estructura y las propiedades de los sólidos metálicos. Relación entre los usos de los sólidos metálicos y su impacto en la tecnología y en la sociedad.</p> <p><b>Actitudinales</b></p> <p>Valoración de la importancia de los sólidos metálicos en la tecnología y en la sociedad.</p>	<p><b>Estrategia instruccional</b></p> <p>Simposio</p> <p>Asesoría por parejas</p> <p><b>Recursos y medios</b></p> <p>Presentaciones en power point y video beam, carteles, transparencias, retroproyector, otros que los estudiantes seleccionen.</p> <p>Modelos tridimensionales</p> <p><b>Evaluación</b></p> <p>Sumativa (auto, coevaluación y evaluación externa)</p> <p>Formativa</p>

**CONCLUSIONES**

La necesidad instruccional encontrada es la poca existencia de cursos optativos de profundización en Química Inorgánica, en la especialidad de Química del currículo actual de la UPEL-IPC.

La solución seleccionada para solventar la necesidad detectada, es el diseño de un curso optativo de profundización en Química Inorgánica,



con enfoques de enseñanza y aprendizaje actualizados que permita profundizar y aplicar conocimientos y habilidades, de manera de darle al diseño curricular mayor carácter de currículo en acción.

El tópico estado sólido fue seleccionado por la importancia de su estudio en la actualidad. Además ofrece la posibilidad de establecer relaciones con otras áreas de la Química y otras áreas de las Ciencias.

El propósito del curso es introducir a los alumnos en el estudio del estado sólido, su estructura, propiedades, aplicaciones, métodos de preparación y métodos para determinar la estructura haciendo énfasis en los sólidos cristalinos.

El curso quedó conformado por siete unidades: I Estados Físicos de la Materia, II Sólidos Amorfos, III Sólidos Cristalinos, IV Sólidos Iónicos, V Sólidos Covalentes Atómicos y Covalentes Moleculares, VI Metálicos, y VII Métodos para la determinación de la Estructura de los Sólidos.

Para el desarrollo de las siete unidades del curso optativo de profundización Introducción al Estado Sólido se diseñaron diversas estrategias instruccionales y de evaluación.

La evaluación propuesta dentro del curso conlleva un alto carácter formativo, con la participación activa de los estudiantes.

En la actualidad la UPEL está llevando a cabo una transformación curricular, el curso diseñado podría ser parte del nuevo currículo dada la importancia del tópico seleccionado y las características del curso.

Aunque el curso está diseñado para la especialidad de Química, podría ser un curso optativo para las especialidades de: Ciencias de la Tierra y Física.

## REFERENCIAS

- Acosta, V. Cowan, C. y B. Graham (1975). *Curso de física moderna*. México: Tec-cien, LTDA
- Alonso, M. and E. Finn (1968). *Fundamental University Physics*. Massachusetts: Addison Wesley Publishing Company
- Árbol de Prelaciones. (2008). Disponible en: [www.upel.edu.ve](http://www.upel.edu.ve) [Consulta: 2012 mayo 10]
- Atkins, P. y M. Clugston (1986). *Principios de fisicoquímica*. México: Addison-Wesley Iberoamericana
- Atkins, P. y L. Jones (2006). *Principios de química. Los cambios del descubrimiento* (3a. ed.). Buenos Aires: Médica Panamericana
- Babor, J. y J. Ibarz (1979). *Química General Moderna* (8a. ed.). Barcelona, España: Marín.
- Blackwood, D.; Kelly, W. y R. Bell (1992). *Física general*. México: CECSA
- Brown, T.; Le May, H. y B. Bursten (1998). *Química. La ciencia central* (7a. ed.). México: Prentice Hall
- Castro; S. y Guzmán de Castro, B. (2001). ¿Es la tecnología útil en la educación? *Revista de Investigación*, (49), 11-37
- Chang, R. (1998). *Química* (6a. ed.). México: McGraw-Hill
- Choppin, G. y B. Jaffe (1967). *Química. Ciencia de la materia, la energía y el cambio* (1a. ed.). México: Publicaciones Cultural
- Daniels, F. y R. Alberty (1963). *Fisicoquímica* (1a. ed.). México: Continental
- Díaz, M. y A. Roig (1972). *Química física* (1a. ed.). España: Alhambra
- De Posada, J. (1993). Concepciones de los alumnos de 15-18 años sobre la estructura interna de la materia en el estado sólido. *Enseñanza de la Ciencias*, 11(1), 12-19
- Dillard, C. y D. Golberg (1977). *Química. Reacciones, estructuras y propiedades*. Nueva York: Fondo Educativo Interamericano
- Furió, C. (1994). Tendencias actuales en la formación del profesorado de ciencias. *Enseñanza de las Ciencias*, 2, 12, 188-199
- Galagovsky, L.; Di Giacomo, M. y V. Castelo, (2009). Modelos vs. Dibujos: *Revista de Investigación* N° 84 Vol. 39 Enero-Abril 2015

- el caso de la enseñanza de las fuerzas intermoleculares. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 1, 8,
- Gil, D. (1991). ¿Qué debemos saber y saber hacer los profesores de ciencias? *Enseñanza de las Ciencias*, 1, 9, 69-77
- González, M. (2012). *Diseño del curso optativo de profundización introducción al estado sólido para el componente de la especialidad de química del instituto pedagógico de caracas*. Trabajo de ascenso no publicado. Universidad Pedagógica Experimental Libertador, Instituto Pedagógico de Caracas, Caracas
- Gould, E. (1958). Curso de química inorgánica. Introducción al estudio de las estructuras y reacciones inorgánicas. Madrid: Selecciones científicas
- Housercroft, C. y A. Sharpe (2006). Química inorgánica. España: Pearson Prentice Hall
- Huheey, J.; Keiter, E y R. Keiter (1997). *Química inorgánica. Principios de estructura y reactividad* (4a. ed.). México: Oxford University Press Harla
- Instituto Pedagógico de Caracas. (1972). *Programa Química General I*. Caracas
- Jolly, W.L.(1977). *Principios de química inorgánica*. Bogotá, Colombia: MacGraw-Hill
- Kendall, J. (1946). *Química general*. Barcelona: Manuel Marín Editor
- Kikoin, A. y I. Kikoin (1971). *Física molecular*. Moscú: Mir
- Langlebert, J. (1902). Física. París/México: Librería de Ch. Bouret.
- Levine, I. (1996). *Fisicoquímica. Volumen 2* (4a ed.). USA: MacGraw-Hill
- Mahan, B. y R. Myers (1990). *Química. Curso universitario* (4a. ed.). USA: Addison-Wesley Iberoamérica
- Maron, S. y C. Prutton (1974). *Fundamentos de fisicoquímica*. México: Limusa
- Masterton, W.; Slowinski, E. y C. Stanitski (1986). *Química General Superior* (5a. ed.). México: Interamericana
- Moore, W. (1966). *Physical chemistry*. USA: Longmans
- Mortimer, C. (1983). *Química*. USA: Grupo Editorial Iberoamericana

- Müller, G. y M. Szczurek (1989). *Materiales de maestría en educación, mención tecnología y desarrollo de la instrucción*. Caracas. Universidad Pedagógica Experimental Libertador
- Müller, G. (2003). *Estudio de necesidades: una metodología para introducir cambios o innovaciones en sistemas educativos*. Materiales para el curso de tutoría I de la maestría en educación, mención tecnología y desarrollo de la instrucción. Caracas. IPC
- Parry, R.; Steiner, L.; Tellefsen, R. y P. Dietz (1973). *Química. Fundamentos y Experimentación*. Barcelona, España: Reverté
- Programa química del estado sólido. Universidad Complutense. En: <http://www.ucm.es/info/ccquim/pags.php?c=pgm.phn&up=59&uc=LQ> [Consulta: 2008, marzo 12]
- Programa química del estado sólido. UNED. En: [http://www.portal.uned.es/portal/page?\\_pageid=93,24567331&\\_ded=portal&\\_schema=PORTAL=01095320&idprograma=-1](http://www.portal.uned.es/portal/page?_pageid=93,24567331&_ded=portal&_schema=PORTAL=01095320&idprograma=-1). [Consulta: 2008, marzo 12]
- Rayner-Canham, G. (2000). *Química inorgánica descriptiva* (2a. ed.). México: Pearson Educación
- Rodgers, G.(1995). *Química inorgánica: Introducción a la química de coordinación, del estado sólido y descriptiva*. Madrid: MacGraw-Hill
- Sánchez, G. y M. Valcárcel (1993). Diseño de unidades didácticas en el área de ciencias experimentales. *Enseñanza de las Ciencias*, 11, 1, 33-44
- Sánchez, G. y M. Valcárcel (2000). ¿Qué tienen en cuenta los profesores cuando seleccionan el contenido de enseñanza? Cambios y dificultades tras un programa de formación. *Enseñanza de las Ciencias*, 18, 3, 423-437
- Scott, A. (1961). Chemistry of the solid state. *Journal of Chemical Education*, 38, 5, 224
- Shriver, D.; Atkins, P. y C. Langford (1997). *Química Inorgánica Volumen I*. Barcelona, España: Reverté
- Szczurek, M. (1989). La estrategia instruccional. *Investigación y posgrado*, 2, 4, 7-26.

- Trinidad-Velasco, R. y Garritz, A. (2003). Revisión de las concepciones alternativas de los estudiantes de secundaria sobre la estructura de la materia. *Educación Química*, 14(2), 92-105
- Universidad Pedagógica Experimental Libertador. (1996). *Diseño Curricular. Documento Base*. Caracas
- Universidad Pedagógica Experimental Libertador. (2004a). *Programa de Tópicos de Química Inorgánica*. Caracas
- Universidad Pedagógica Experimental Libertador. (2004b). *Programa de Química Inorgánica Descriptiva*. Caracas
- Universidad Pedagógica Experimental Libertador. (2004c). *Programa de Fisicoquímica I*. Caracas
- Universidad Pedagógica Experimental Libertador. (2004d). *Programa de Fisicoquímica II*. Caracas
- Universidad Pedagógica Experimental Libertador. (2006). *Manual de Trabajos de Grado de Especialización y Maestría y Tesis Doctorales* (4a ed)
- Weller, P. (1970). An introduction to principles of the solid state. *Journal of Chemical Education*, 7, 47, 501-507