

# **La enseñanza de la química en pro del desarrollo sostenible: una propuesta instruccional para la educación universitaria**

*Yonathan de Jesús Parra\**

## **Resumen**

Este trabajo presenta una propuesta instruccional integrada para la asignatura Química Orgánica I, del Departamento de Química de la Escuela de Educación de la Universidad del Zulia, con el propósito de promover aprendizajes orientados al Desarrollo Sostenible. La investigación, de tipo proyecto factible, se fundamenta en la Educación Virtual, la Educación Ambiental y la Educación para el Consumo. Se realizó un censo poblacional y entrevistas a expertos en las áreas de la Enseñanza de la Química, las Ciencias Ambientales y las TIC aplicadas a la Educación, a fin de obtener información calificada como base para la fase de diseño del proyecto. Los resultados confirman que no existe incorporación de experiencias relacionadas con el ámbito social, económico y medio ambiental en el programa vigente de la asignatura objeto de estudio, los potenciales usuarios del proyecto poseen una aceptable disponibilidad de las TIC y un significativo interés en participar en la modalidad de aprendizaje mixto.

**Palabras clave:** Educación Química, Desarrollo Sostenible.

\* Licenciado en Educación mención Química. Especialista en Docencia para la Educación Superior. Doctorando en Química. Docente e investigador activo de la línea de investigación: Educación, Química y Tecnología, adscrita al Departamento de Química de la Facultad de Humanidades y Educación de la Universidad del Zulia. Investigador acreditado por el Programa de Estímulo a la Investigación e Innovación (PEII), categoría A. E-mail: yonathan.parra@hdes.luz.edu.ve

## Teaching Chemistry for Sustainable Development: An Instructional Proposal for Higher Education

### Abstract

This paper presents an integrated instructional proposal for the subject of Organic Chemistry I, Department of Chemistry, School of Education at the University of Zulia, with the aim of promoting sustainable development-oriented learning. This research of the feasible project type is based on virtual, environmental and consumer-oriented education. A population census and interviews with experts were conducted in the areas of teaching chemistry, environmental science and ICTs for education in order to obtain reliable information as a basis for the design phase of the project. Results confirm that experiences related to social, economic and environmental development are not included in the current program of the subject under study; potential users of the project have an acceptable availability of ICTs and a significant interest in participating in the blended-learning mode.

**Key words:** Chemistry education, sustainable development.

### Introducción

En la actualidad, la humanidad enfrenta retos en los ámbitos social, económico y medio ambiental, siendo éstos determinantes en el progreso hacia un Desarrollo Sostenible (DS), definido por la ONU (1987:24) como la capacidad que tiene la humanidad de “satisfacer las necesidades presentes sin comprometer las posibilidades de las generaciones futuras para atender sus propias necesidades”. En relación a esta visión, más normativa que alternativa, de reconducir nuestras sociedades hacia una mejor calidad de vida surge la siguiente interrogante: ¿Dónde iniciar el largo camino hacia la sostenibilidad?

Si el propósito es suscitar patrones de comportamiento sostenibles en la población que sean duraderos y heredables a las próximas generaciones, entonces es la educación el punto de partida que garantizará el logro de esta meta. Consciente de esto, la ONU (2002) a través de la resolución 57/254 proclamó el *Decenio de las Naciones Unidas de la Educación para el Desarrollo Sostenible* (DEDS) comprendido entre los años 2005-2014, a fin de resaltar que la educación es un componente indispensable para alcanzar el DS. A lo cual el Director General de la UNESCO (2007:03), Koichiro Matsuura, agregó: “La educación, en todas sus formas y todos sus niveles, no es sólo un fin en sí mismo, sino también uno de los instrumentos más poderosos con que contamos para inducir los cambios necesarios para lograr un DS.”

Ahora, ¿Cómo hacer realidad esta visión tan abstracta de desarrollo a través de la educación, en especial en el subsistema de Educación Universitaria? La respuesta está en el nivel de creatividad, integración e inno-

vación que los docentes puedan alcanzar en el diseño del currículo y la instrucción, a fin de enfocar adecuadamente la práctica pedagógica en las aulas. En el caso de la Universidad del Zulia, en su Acuerdo 535 (2006) de *Normas sobre el Currículo Universitario* se establece la transversalidad como vía de articulación de la formación integral, fundamentada en el conjunto de experiencias dirigidas a la formación de valores, conocimientos, habilidades y destrezas de carácter social, económico y ambiental.

Sin embargo, observar la transversalidad en los diseños instruccionales de las unidades curriculares sigue siendo aún una utopía, lo que realmente se observa es un currículo pluridisciplinario, caracterizado por el agrupamiento de asignaturas en categorías de conocimientos donde los contenidos continúan desarrollándose sin ningún tipo de vinculación entre sí. Por tanto, es necesario consolidar primero la dimensión interdisciplinar en cada programa (Ruiz, Castaño y Boronat, 1999), así como superar dos de los mayores obstáculos que coexisten en el camino hacia la inter y la transdisciplinariedad: uno es la rigidez de las disciplinas y los conceptos; el otro la aplicación o transferencia de dichos conceptos (Jantsch, 1979).

Esta rigidez disciplinar se observa en los diseños instruccionales para la Enseñanza de la Química administrados por el Departamento de Química de la Facultad de Humanidades y Educación de la Universidad del Zulia, el rechazo a una propuesta interdisciplinar se ha visto apoyada por argumentos sobre que dicho enfoque puede atentar y hacer inmiscuir al docente en otras parcelas del saber, ajenas a su especialidad, que los contenidos conceptuales propios de cada disciplina son muy largos, el tiempo en el aula es muy corto, la infraestructura es escasa, entre otros, lo cual es reflejo de lo habitado que se está en una visión unidisciplinar.

La Química como ciencia que estudia la materia y sus transformaciones ha contribuido a mejorar la calidad de vida de la sociedad a través del desarrollo de nuevos materiales que han contribuido con el avance de campos como la Alimentación, la Agricultura, la Medicina, el Transporte, la Cosmetología y muchos más. A pesar de estas contribuciones, en los últimos años se ha observado como un número significativo de personas califican a esta disciplina como agente contaminante en frases como “la Química contamina”, “¡cuidado! Si tiene químicos es malo”, “el cáncer es culpa de la Química”, entre otras connotaciones. Sin embargo, el problema no está en la Química como ciencia sino en *la enseñanza y el uso* que se da para beneficiarse de ella.

Por tanto, aquí entra en juego la responsabilidad de contribuir, a través de la Enseñanza de la Química, para un DS destacado por espacios económicos, sociales y medio ambientales más prósperos, lo cual será posible si se desarrolla una conciencia y patrones de comportamiento más racionales. En este sentido, se propone la integración a nivel operativo o instruccional de aspectos relacionados con la disciplina Química Orgánica (**Di** (qca org)), la Economía (**Ec**), la Sociedad (**So**) y el Medio Am-

biente (**MeAm**) bajo condiciones de interdisciplinariedad (**InDi**) como insumos en una ecuación pedagógica, a fin de obtener una educación orientada hacia el DS (**EDS**) y el aprendizaje transdisciplinario (**ApTr**) (Figura 1).

**Figura 1. Ecuación pedagógica-instruccional para una EDS**



Fuente: Elaboración propia.

### Justificación

La investigación se enmarca en el eje “reorientar los programas educativos existentes” descrito como prioridad para una educación en pro de un futuro sostenible en el Programa 21 realizado por la ONU (1992). Igualmente, está contenida en las estrategias “creación de capacidades y formación” y “utilización de las tecnologías de la información y la comunicación” planteadas en el plan de aplicación internacional para avanzar en el DEDS formulado por la UNESCO (2006).

Estas legislaciones plantean la necesidad de introducir cambios de carácter operativo en el sistema educativo con el propósito de brindar soluciones a problemas que subyacen en los tres ámbitos susceptibles para la promoción de un DS. Sin embargo, resulta complicado construir un escenario educativo con estas características dada la escasez de propuestas que consideren la diversidad de factores involucrados en el diseño de procesos instruccionales que desarrollen competencias en sostenibilidad.

En este sentido, el presente trabajo proporcionará una referencia válida para el diseño de procesos de aprendizaje administrados y orientados a promover el DS apoyado en las TIC y en un tratamiento interdisciplinario de los contenidos propios de la Unidad Curricular Química Orgánica I, asignatura ubicada en el III semestre de la Licenciatura en Educación mención Química, adscrita al Departamento de Química de la Facultad de Humanidades y Educación de la Universidad del Zulia, municipio Maracaibo, Venezuela.

### Objetivos

#### Objetivo general

Generar una propuesta instruccional integrada que promueva un aprendizaje orientado al Desarrollo Sostenible para la Unidad Curricular Química Orgánica I, adscrita al Departamento de Química de la Escuela de Educación de la Universidad del Zulia.

### Objetivos específicos

1. Verificar en el diseño instruccional vigente de la Unidad Curricular Química Orgánica I, su carácter interdisciplinario respecto a los ámbitos económico, social y medio ambiental.
2. Diagnosticar la disponibilidad de las tecnologías de la información y la comunicación en la potencial población usuaria del curso.
3. Elaborar la propuesta instruccional para la Unidad Curricular Química Orgánica I, que contribuya con la promoción de un Desarrollo Sostenible.

### Marco teórico conceptual

El estudio se fundamenta en una triada educativa como estrategia interdisciplinaria donde convergen: La Educación Virtual como una alternativa para promover nuevos escenarios de aprendizajes mediados por las TIC, la Educación Ambiental para estimular conductas humanas ecológicamente más responsables, y la Educación para el Consumo con el propósito de sensibilizar a la población estudiantil acerca de los costos de la enseñanza, a fin de suscitar patrones de consumo más racionales y prudentes (Figura 2).

**Figura 2. Pirámide interdisciplinaria para promover una EDS.**



Fuente: Elaboración propia.

### Educación Virtual

Es una alternativa de educación apoyada en las TIC para el desarrollo de experiencias de aprendizaje caracterizadas por la socialización constante entre los participantes y el ejercicio de la autonomía para el desarrollo del trabajo individual o colectivo, empleando como medio de enlace el computador con conexión permanente o temporal a la red, según los requerimientos de cada actividad de aprendizaje.

Los rasgos particulares de la educación virtual son: el *aprendizaje autogestionado* que asume el estudiante durante su proceso de formación, *la interacción* entre los usuarios mediada por el computador a través de la red, *la interactividad* entre el usuario y el computador, *la estructura asociativa* de los contenidos y *la conectividad* determinada por la capacidad tecnológica de la institución y la disponibilidad y facilidad de acceso a Internet que disponga el estudiante (Arboleda, 2005 y Henao, 2002). Asimismo, la educación virtual puede ser presencial, a distancia (e-learning) y mixta (blended-learning).

### **Aprendizaje mixto (blended-learning)**

Es una metodología de aprendizaje que busca la combinación ideal de recursos, estrategias y métodos tanto de la educación tradicional (presencial) como de la educación virtual (en línea), fundamentada en la complementariedad de las distintas teorías del aprendizaje aprovechando las ventajas de cada perspectiva a fin de tener una visión pedagógica más amplia del proceso educativo (Bartolomé, 2004; Ruiz, 2008).

La incorporación de las TIC en los cursos de Química abre nuevas posibilidades que modifican la tradicional percepción que se tiene de esta ciencia en cuanto a su enseñanza, tiene un efecto positivo sobre la motivación del estudiante, facilita el aprendizaje interactivo de conceptos y procesos de esta disciplina y representa un aporte al desarrollo social, pero no es suficiente promover un aprendizaje apoyado en el uso de la tecnología puesto que también se requiere la generación de una cultura ecológica consciente de los problemas medio ambientales y capacitada para erradicar el deterioro de la naturaleza, lo cual sólo es posible mediante un planteamiento interdisciplinario de la enseñanza.

### **Educación Ambiental**

La Educación tiene el compromiso de enseñar a los individuos a vivir armónicamente con su entorno basados en conocimientos ecológicos que estimulen una concienciación conceptual que conlleve a cambios de comportamientos y acciones favorables para el medio ambiente. Esto queda claramente expuesto en el punto 12 de la International Strategy for Action in the field of environmental Education and Training, al considerar la Educación Ambiental (EA) como:

Un proceso permanente en el que los individuos y la comunidad toman conciencia de su ambiente y adquieren conocimientos, valores, destrezas, experiencias y también la determinación que les permitirá actuar (individualmente o colectivamente) para resolver problemas ambientales actuales y futuros (UNESCO/UNEP, 1987:06).

Con el propósito de alcanzar dicho cometido se asumió que todas las asignaturas del currículo son susceptibles, en diferentes grados y

maneras, de ser administradas integrando la EA (Nieto, 1999). Todas las disciplinas pueden y deben ser enseñadas adecuando sus contenidos y métodos a la problemática ambiental (Martín, 1995). Esta responsabilidad resulta mayor para los planes de estudio relacionados con el área de las Ciencias Naturales y Exactas, tal es el caso de la Química, donde permanentemente se trabaja con sustancias que resultan potencialmente peligrosas para las personas y el medio ambiente.

La EA en la formación de profesionales en el área de la Química también tiene una estrecha vinculación con la Economía, debido a que esta disciplina requiere de experiencias experimentales para constatar hechos, fenómenos o hipótesis; entonces el conocimiento de los costos en la adquisición de reactivos y aún más los relacionados con la descontaminación de los ecosistemas, inciden satisfactoriamente en la consolidación de conductas de consumo responsables imprescindibles para un DS. Sin embargo, y de acuerdo con Valiente y Galdeano (2010) la mayoría de los estudiantes no están informados de los costos que tienen los materiales, la energía, la investigación y la Enseñanza de la Química.

## **Educación para el Consumo**

Considerando que la sociedad de hoy está asociada al derroche de los recursos naturales, a la contaminación y a la excesiva producción de residuos, se hace imperativo educar para un consumo sostenible o responsable, referido:

Al conjunto de acciones que tratan de encontrar soluciones viables a los desequilibrios -sociales y ambientales- por medio de una conducta más responsable... [cuyo] ...objetivo es asegurar que se satisfacen las necesidades básicas de la comunidad global en su conjunto, se reducen los excesos y se evita el daño ambiental (UNESCO/PNUMA, 2004:06).

El concepto de consumo sostenible es muy amplio y en cierta medida complejo de entender, razón por la que puede categorizarse con el propósito de ayudar a su entendimiento y puesta en práctica (Cuadro 1). Formar consumidores, en este caso estudiantes, identificados con valores vinculados al consumo ético, ecológico y social, requiere fundamentalmente del suministro de información adecuada y pertinente con miras a transformar esta última etapa del proceso económico en una fabulosa herramienta de cambio.

**Cuadro 1. Categorías del consumo sostenible**

<b>Categoría</b>	<b>Aportaciones</b>
Consumo Ético	Introducción de valores al individuo y al colectivo como una variante importante a la hora de consumir o de optar por un producto, con énfasis en la austeridad como un valor en relación con la reducción para un consumo ecológico.
Consumo Ecológico	Poner en práctica las 3R's del movimiento ecologista: Reducir, Reutilizar y Reciclar.
Consumo Social o Solidario	Establecer las relaciones sociales y condiciones laborales en las que se ha elaborado un producto o producido un servicio. Se trata de pagar lo justo por el trabajo realizado, de eliminar la discriminación y de potenciar alternativas sociales.

Fuente: Adaptado de la Campaña de Consumo Responsable de Granada (2002).

## **Metodología**

### **Diseño de la investigación**

El estudio se corresponde con una investigación de campo bajo la modalidad de proyecto factible. El proceso seguido en esta investigación atiende a las fases generales del modelo instruccional PRADDIE: *Pre-análisis, Análisis, Diseño, Desarrollo, Implementación y Evaluación* (Cooks, 2003). Presentando sólo las tres primeras fases de dicho modelo.

### **Población**

Por medio de un censo poblacional realizado en el primer semestre del año 2010, se conoció que los potenciales usuarios del proyecto educativo lo conformaban ochenta y uno (81) estudiantes de la Licenciatura en Educación mención Química, así como cuatro (04) docentes que administran la Unidad Curricular objeto de estudio. También se seleccionaron siete (07) expertos en las áreas de Enseñanza de la Química, las Ciencias Ambientales y las TIC aplicadas a la Educación.

### **Fiabilidad de los instrumentos de recolección de datos**

Se diseñaron cuatro (04) instrumentos cuya fiabilidad se determinó mediante la técnica del juicio de expertos y el cálculo del coeficiente alfa de Cronbach ( $\alpha = 0,93$ ). Se dispusieron cinco (05) expertos con el grado de Maestría y Doctorado, para validar la pertinencia y correspondencia entre los objetivos y los ítems. Los instrumentos se caracterizaron por poseer un alto grado de fiabilidad y ser idóneos para su aplicación en cada fase de la investigación (Cuadro 2).



**Cuadro 2. Aplicación de los instrumentos según las fases de la investigación**

<b>Fases (N° de objetivo)</b>	<b>Técnicas/instrumentos (N° de instrumentos diseñados)</b>	<b>Aplicado a</b>
<b>Pre-análisis (1)</b>	En esta fase se circunscribe el origen de la investigación constituido por la formulación del problema, la justificación de la investigación y el marco teórico conceptual que fundamenta las características estructurales y organizativas de la propuesta instruccional.	
<b>Análisis (2)</b>	Observación documental/ Lista de cotejo (1)	El diseño instruccional vigente para el año 2010 de la Unidad Curricular Química Orgánica I
	Encuesta/ Cuestionario (1)	4 docentes y 81 estudiantes, los cuales son potenciales usuarios del proyecto
<b>Diseño (3)</b>	Entrevista/Guión de entrevista semiestructurada (2)	7 expertos distribuidos de la siguiente manera: 4 en el área de la Enseñanza de la Química, 1 en el área de las Ciencias Ambientales y 2 en el área de las TIC aplicadas a la Educación.

Fuente: Elaboración propia.

## **Análisis y discusión de los resultados**

### **Objetivo 1: Análisis de los ámbitos susceptibles del Desarrollo Sostenible (Economía, Sociedad y Medio Ambiente)**

Los resultados confirmaron que no existe incorporación de experiencias relacionadas con el ámbito social, económico y medio ambiental en el diseño instruccional vigente para el año 2010 de la Unidad Curricular Química Orgánica I. Estas evidencias demuestran el manejo de los contenidos desde una óptica netamente unidisciplinar, dejando fuera el fortalecimiento de temas relativos a la sostenibilidad a través del contenido específico de la asignatura, lo que va en detrimento de lograr una Educación Universitaria con altos niveles de pertinencia y calidad.

La situación descrita está en contraposición con las sugerencias de la Conferencia Mundial sobre Educación Superior (UNESCO, 1998), de-

bido a que en la misma se planteó que una de las vías para que este subsistema contribuya a la solución de problemas socioeducativos, como el deterioro del medio ambiente, el consumo incontrolado e insostenible y la inclusión social, es mediante un tratamiento interdisciplinario y transdisciplinario.

Cabría preguntarse, ¿La educación que se está brindando a los estudiantes universitarios es de calidad? Si entendemos calidad de la educación como la capacidad que ésta tiene de formar profesionales con un alto dominio conceptual de su disciplina pero que también esté capacitado para aplicar esos conceptos en beneficio de la sociedad, entonces en el marco de este estudio la respuesta es que muy poco se está haciendo para lograr esa meta, a pesar de la concepción de transversalidad que la Universidad del Zulia establece en su currículo universitario.

Por tanto, no basta declarar sino practicar, es decir, transferir lo establecido en el nivel teórico del currículo al nivel operativo, en el cual se inserta el diseño del proceso de enseñanza y aprendizaje, puesto que aquí es donde se hace realidad el profesional que necesita la sociedad. En definitiva y de acuerdo a los planteamientos de Fernández (2004), está en duda que los profesionales del mañana sirvan para algo real en el mundo que viene, si se continúa haciendo caso omiso de la interdisciplinariedad como principio metodológico de la educación.

### **Objetivo 2: Análisis de la disponibilidad de las TIC.**

Los docentes y estudiantes que son potenciales usuarios del proyecto poseen una favorable disponibilidad de las TIC, destacando las siguientes fortalezas:

- El 95% de los posibles usuarios disponen de un adecuado soporte tecnológico, debido a que la mayoría tiene acceso permanente a computadoras y al servicio de Internet, siendo un requisito indispensable para el desarrollo exitoso de cursos de aprendizaje mixto.
- La familiarización que tienen los estudiantes y docentes hacia las computadoras e Internet representa un potencial en el incremento de la eficiencia durante el desempeño de la experiencia educativa, garantizando así altos niveles de satisfacción.
- La alta suscripción a las cuentas de comunicación electrónicas, como correos, mensajería instantánea y redes sociales; representa una oportunidad para fortalecer la participación y socialización de los estudiantes.
- El apoyo por parte del 66% de los estudiantes y el 100% de los docentes en incorporarse al curso de Química Orgánica I bajo la modalidad de aprendizaje mixto, una vez que esté listo para su implementación.

Lo anterior deja en evidencia la percepción positiva que tienen los estudiantes, en particular, aquellos que residen en municipios foráneos al de la institución, (que representan el 49% de la población encuestada

distribuidos en 10 localidades distintas del Estado Zulia) hacia una formación complementada con actividades en línea y el reconocimiento de los beneficios que pueden obtener, por ejemplo, en el rendimiento académico, en los gastos monetarios y energéticos que implica la movilización física hacia las instituciones y la flexibilidad para aquellos estudiantes que desarrollan paralelamente sus estudios con actividades laborales.

Sin embargo, al 34% de los estudiantes restantes les preocupa trabajar en línea argumentando aspectos como la complejidad de los contenidos, el alto nivel de exigencia y la inadaptabilidad de las asignaturas del área de las Ciencias Naturales a la modalidad mixta. Sobre este asunto, se puede interpretar que aún hay estudiantes que padecen de una elevada dependencia hacia los docentes del área de Química; por estar habituados a escenarios donde adquieren un papel pasivo, actitud que no da respuestas efectivas a los problemas en materia de DS.

### **Objetivo 3: Propuesta instruccional**

La información recolectada en las entrevistas a expertos no fue sometida a discusión, puesto que el propósito no estaba orientado a evaluar las posturas de los expertos alrededor de la interdisciplinariedad en la Enseñanza de la Química, ni tampoco al uso de la modalidad mixta, sino a obtener información calificada de base para la fase de diseño y desarrollo de la propuesta. Las ideas expuestas por los expertos se reflejarán de manera implícita o explícita en la propuesta final, la cual se mostrará de manera resumida pero tratando de transmitir las intenciones claves a implementar.

#### **Título de la propuesta**

Química Orgánica Sostenible (I)

#### **Aportes de la propuesta:**

La propuesta orientará las fases de desarrollo e implementación del proyecto, y se espera contribuya en los siguientes ámbitos:

#### **Ámbito social:**

- Incrementar la calidad de la Educación Universitaria a través de experiencias educativas pertinentes y orientadas a la inclusión social por medio de la expansión y flexibilización curricular, con especial interés hacia poblaciones geográficamente dispersas y/o que laboran y estudian de manera simultánea.
- Incrementar el rendimiento académico de los estudiantes como resultado de la creación de espacios de aprendizaje más motivadores y satisfactorios.
- Ofrecer mejores condiciones de seguridad académica y laboral en los laboratorios de docencia en Química.

#### **Ámbito económico:**

- Emprender una “economía instruccional” a través del fomento de valores relacionados con una conducta moderada y responsable

respecto a los recursos disponibles, principalmente al ahorro de sustancias químicas empleadas en los laboratorios de docencia.

**Ámbito medio ambiental:**

- Promover en los estudiantes y docentes una conciencia sobre los factores de riesgo asociados a las sustancias químicas empleadas y/o generadas, con énfasis en los residuos, durante el desarrollo de procesos químicos.
- Ofrecer un modelo a seguir por las demás asignaturas que conforman el área de Química en relación a la administración de contenidos teóricos y prácticos con un enfoque ecológico.

**Presentación de la propuesta**

<b>Organización administrativa</b>	
<b>No. de semanas por semestre:</b> 16	
<b>Horas de clase semanales:</b> Teóricas: 3 horas Prácticas: 3 horas	
<b>Total de horas en el semestre:</b> Teóricas: 48 horas Prácticas: 48 horas	
<b>Modalidad:</b> Aprendizaje mixto Sesiones teóricas: 24 horas presenciales y 24 horas en línea Sesiones prácticas: 24 horas presenciales y 24 horas en línea	
<b>Organización académica</b>	
<b>Teoría: Unidad temática</b>	<b>Propuesta de aspectos vinculados al Desarrollo Sostenible</b>
<b>Unidad I (en línea):</b> La Química del Carbono y nosotros	<b>Química verde:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• La Química: pasado, presente y futuro.</li> <li>• Definición de Química verde, ecología y ecotoxicología.</li> <li>• Química verde y desarrollo sostenible.</li> <li>• Parámetros de sostenibilidad de la Química verde: materia prima química, agua, energía y capacidad de recuperación del medio ambiente.</li> <li>• El “corazón” de la Química verde.</li> <li>• Los doce principios de la Química verde.</li> </ul>

<p><b>Unidad II (en línea/ presencial):</b> Nomenclatura y formulación de los compuestos orgánicos sintéticos y ambientales</p>	<p><b>Implicaciones ambientales de los compuestos orgánicos:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Ecotoxicología de las familias de los compuestos orgánicos.</li> </ul>
<p><b>Unidad III (en línea/ presencial):</b> Isomería e importancia ambiental</p>	<p><b>Importancia de la estereoquímica en compuestos orgánicos ambientales:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Estereoquímica en moléculas orgánicas ambientales naturales: La isomería cis-trans y la quiralidad en la ciencia de los semioquímicos.</li> <li>• Estereoquímica en moléculas orgánicas ambientales antropogénicas: Ecotoxicología de contaminantes ambientales quirales.</li> </ul>
<p><b>Unidad IV (en línea/ presencial):</b> Estructura y propiedades de los compuestos orgánicos y su vinculación con la contaminación ambiental</p>	<p><b>Propiedades moleculares y contaminación ambiental:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Coeficiente de partición, acidez y basicidad como parámetros en la caracterización ecotoxicológica de compuestos orgánicos.</li> </ul>
<p><b>Unidad V (en línea/ presencial):</b> Reacciones orgánicas en el contexto de la síntesis tradicional y de la síntesis verde</p>	<p><b>Química verde aplicada a reacciones orgánicas:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• La economía del átomo y las reacciones orgánicas.</li> <li>• Eficacia de una reacción: Rendimiento teórico y porcentual.</li> <li>• Porcentaje de la economía experimental del átomo.</li> <li>• La economía del átomo en reacciones de adición, sustitución y eliminación.</li> <li>• Síntesis en condiciones de menor toxicidad.</li> </ul>

	<b>Organización académica</b>
<b>Práctica: Unidad temática</b>	<b>Propuesta de aspectos vinculados al Desarrollo Sostenible</b>
<p><b>Experiencia de laboratorio I:</b> Química orgánica experimental sostenible: Uso y manejo responsable de sustancias químicas</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Responsabilidad en la prevención de accidentes:</b></li> <li>• Protección personal.</li> <li>• Comportamiento en el laboratorio.</li> <li>• Equipos de seguridad y procedimientos de emergencia.</li> <li>• <b>Peligrosidad de las sustancias químicas:</b></li> <li>• Factor de riesgo químico.</li> <li>• Criterios de evaluación del riesgo químico.</li> <li>• Vías de ingreso y metabolismo de los contaminantes químicos en el organismo.</li> <li>• Parámetros de evaluación del riesgo químico.</li> <li>• Métodos de codificación de sustancias químicas.</li> <li>• Fuentes de información de la peligrosidad de las sustancias químicas.</li> <li>• <b>Economía sostenible en la gestión de sustancias químicas:</b></li> <li>• Costos implicados en la enseñanza experimental de la Química orgánica.</li> <li>• Consumo ético de sustancias químicas.</li> <li>• Consumo ecológico de sustancias químicas.</li> <li>• <b>Manejo ecológico de residuos químicos:</b></li> <li>• Identificación y disposición de residuos químicos.</li> <li>• Métodos de tratamiento de residuos químicos.</li> <li>• Flujogramas experimentales ecológicos.</li> </ul>
<p><b>Experiencia de laboratorio II:</b> Análisis elemental cualitativo de compuestos orgánicos</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sustituir, en lo posible, sustancias químicas peligrosas por otras de menor riesgo.</li> </ul>
<p><b>Experiencia de laboratorio III:</b> Estereoisomería</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Incorporar en cada experiencia del manual de prácticas vigente una sección denominada: "Costo económico" que informe a los estudiantes acerca de la inversión acometida en la ejecución de cada experimento con el propósito de sensibilizarlo hacia un consumo responsable.</li> </ul>

<p><b>Experiencia de laboratorio IV:</b> Técnicas de purificación (I): Recristalización de compuestos orgánicos</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Incorporar en cada experiencia del manual de prácticas vigente una sección denominada: "Tratamiento de residuos químicos"</li> <li>• Incluir por cada experiencia de laboratorio un formato titulado "Riesgos químicos en mi trabajo" a fin de que el estudiante se informe adecuadamente y tome sus decisiones con conocimiento de causa.</li> </ul>
<p><b>Experiencia de laboratorio V:</b> Técnicas de purificación (II): Métodos de Destilación</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Diseñar videos didácticos para cada experiencia de laboratorio con dos objetivos principales: primero, modelar virtualmente el trabajo de laboratorio previo a su ejecución lo que conduce a un trabajo personal más eficiente; y segundo, reforzar algunos aspectos prácticos que no hayan quedado claros durante el desarrollo experimental.</li> </ul>

### Consideraciones finales

El desarrollo, implementación y evaluación permanente de estos cambios inaplazables, que no implican necesariamente innovación, deben ejecutarse mediante estrategias didácticas que sean un motor impulsor de la participación activa de los estudiantes, a fin de despertar el interés y conducir de manera efectiva una educación comprometida con el DS.

Para esto, las TIC ofrecen diversos recursos educativos, electrónicos e interactivos adaptables a los temas propios de la Química Orgánica, razón por la cual se propone que todas las unidades temáticas pueden ser administradas en línea según el carácter teórico, experimental y de abstracción de los contenidos, siendo el docente el encargado de seleccionar la mejor combinación de estrategias que se ajuste a los objetivos y requerimientos de cada actividad de aprendizaje.

Dicho lo anterior, para iniciar la expansión y ejecución de estas ideas a todo el currículo de la carrera, especialmente en la enseñanza experimental, se han adoptado diversas acciones destacando la formulación de proyectos susceptibles de financiamiento y con el propósito fundamental de implementar una Química experimental con carácter de operatividad sostenible.

### Referencias bibliográficas

- Arboleda, Néstor (2005), **Abc de la educación virtual y a distancia** (1<sup>ra</sup> Ed.), Bogotá. IELSAC/INTERCONED.
- Bartolomé, Antonio (2004), "Blended learning: conceptos básicos". Pixel-Bit: Revista de medios y educación, No. 23, pp. 7-20.

- Campaña de consumo responsable de Granada (2002), **Guía de consumo responsable: La otra cara del consumo**. Documento en línea. Disponible en: [www.consumoresponsable.com](http://www.consumoresponsable.com). Consulta: 29/10/2010.
- Cookson, Pedro (2003), **Elementos de diseño instruccional para el aprendizaje significativo en la educación a distancia**. Centro de Tecnología para la Educación e Información. Universidad para la Paz, Costa Rica. Documento en línea. Disponible en: <http://cvonline.uaeh.edu.mx/Cursos/Especialidad/TecnologiaEducativaG12/Modulo03/PDF/ESTEM03T04I03.pdf>. Consulta: 20/08/2010.
- Fernández, Miguel (2004), **Las tareas de la profesión de enseñar. Práctica de la racionalidad curricular**. Didáctica aplicable (2<sup>da</sup> Ed.). España. Siglo XXI de España Editores, S.A.
- Henao, Octavio (2002), **La enseñanza virtual en la educación superior**. (1<sup>ra</sup> Ed.). Bogotá. ICFES, pp. 3-87.
- Jantsch, Erich (1979), "Hacia la interdisciplinariedad y la transdisciplinariedad en la enseñanza y la innovación", en Léo, A., Berger, G., Briggs, A., Michaud, G. Interdisciplinariedad. **Problemas de la enseñanza y de la investigación en las universidades** (pp. 110-144). México. ANUIES. Documento en línea. Disponible en: <http://biblio2.colmex.mx/bibdig/interdisciplinariedad/base2.htm>. Consulta: 19/09/ 2010.
- Martín, Francisca (1995), "Bases teóricas de la educación ambiental: un modelo interdisciplinar". Revista Complutense de Educación, 6(2), pp. 95-119. Documento en línea. Disponible en: <http://www.ucm.es/BUCM/revistas/edu/11302496/articulos/RCED9595220095A.PDF>. Consulta: 30/08/2011.
- Nieto, Luz (1999), "La perspectiva ambiental en los currículos profesionales ¿una materia más?" **Revista Universitarios**, 7(2), México. Editorial Universitaria Potosina. Documento en línea. Disponible en: <http://ambiental.uaslp.mx/docs /LMNC-AU-9905-EcolPlanEst.pdf>. Consulta: 11/12/2010.
- ONU (1987), **Our common future. Report of the World Commission on Environment and Development**. Oslo. Documento en línea. Disponible en: <http://worldinbalance.net/pdf/1987-brundtland.pdf>. Consulta: 5/10/2010.
- ONU (1992), **Programa 21**. Capítulo 36: Fomento de la educación, la capacitación y la toma de conciencia [versión electrónica]. Disponible en: <http://www.un.org/spanish/esa/sustdev/agenda21/agenda21sp-chapter36.htm>. Consulta: 3/02/2011.



- ONU (2002), **Resolución 57/254: Decenio de las Naciones Unidas de la Educación para el Desarrollo Sostenible**. Resolución aprobada por la 78ª sesión plenaria de la Asamblea General de las Naciones Unidas. Documento en línea. Disponible en: <http://daccess-dds-ny.un.org/doc/UNDOC/GEN/N02/556/15/PDF/N0255615.pdf?OpenElement>. Consulta: 20/01/2011.
- Ruiz, Carlos (2008), "El *blended-learning*: evaluación de una experiencia de aprendizaje en el nivel de postgrado". **Revista de Investigación y postgrado**, 23(1), pp. 11-36. Documento en línea. Disponible en: [http://www.scielo.org.ve/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1316-0087200800010002&lng=es&nrm=iso](http://www.scielo.org.ve/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1316-0087200800010002&lng=es&nrm=iso). Consulta: 13/09/2010.
- Ruiz, Elena; Castaño, Nieves; Boronat, Julia (1999), "Reflexiones sobre el enfoque interdisciplinar y su proyección práctica en la formación del profesorado". **Revista Electrónica Interuniversitaria de Formación del Profesorado**, 2(1), pp. 269-276. Documento en línea. Disponible en: <http://www.uva.es/aufop/publica/revelfop/99-v2n1.htm>. Consulta: 24/01/2011.
- UNESCO (1998), **Declaración Mundial sobre la Educación Superior en el Siglo XXI: Visión y Acción**. París. Documento en línea. Disponible en: [http://www.unesco.org/education/educprog/wche/declaration\\_spa.htm](http://www.unesco.org/education/educprog/wche/declaration_spa.htm). Consulta: 23/02/2011.
- UNESCO (2006), **Decenio de las Naciones Unidas de la Educación con miras al Desarrollo Sostenible (2005-2014): Plan de aplicación internacional. Francia. Sección de la Educación para el Desarrollo Sostenible**. Documento en línea. Disponible en: <http://unesdoc.unesco.org/images/0014/001486/148654so.pdf>. Consulta: 21/02/2011.
- UNESCO (2007), **Decenio de las Naciones Unidas de la Educación para el Desarrollo Sostenible 2005-2014: El decenio en pocas palabras**. Francia. Sección de la Educación para el Desarrollo Sostenible. Documento en línea. Disponible en: <http://unesdoc.unesco.org/images/0014/001416/141629s.pdf>. Consulta: 9/12/2010.
- UNESCO/PNUMA (2004), **Jóvenes por el cambio: Manual de educación para un consumo sostenible**. (1ª Ed. en español; CECADESU y SERMARNAT, Trad.). España. Escuela de Consumidores de Cantabria. Documento en línea. Disponible en: [http://www.ceadu.org.uy/documentos/YXC\\_red.pdf](http://www.ceadu.org.uy/documentos/YXC_red.pdf). Consulta: 17/02/2011.
- UNESCO/UNEP (1987), **International Strategy for Action in the field of environmental Education and Training for the 1990s**. Kenya. Majestic Printing Works Ltd. Documento en línea. Disponible en: <http://unesdoc.unesco.org/images/0008/000805/080583eo.pdf>. Consulta: 16/11/2010.

Universidad del Zulia (2006), **Acuerdo 535. Normas sobre el currículo universitario**. Vicerrectorado Académico. Venezuela. Documento en línea. Disponible en: <http://www.viceacademico.luz.edu.ve/images/stories/Documentos/acuerdo535.pdf>. Consulta: 8/03/2011.

Valiente, Antonio; Galdeano, Carlos (2010), **Estudio sobre el valor económico en los profesionistas de la química**. Instituto Mexicano de Ingenieros Químicos. Trabajo presentando en la Exposición Internacional de Tecnología EXPOIMIC 2010. Documento en línea. Disponible en: <http://web.imiq.org/index.php?Option=comk2&view=item&id=28:estudio-sobre-el-valor-econ%C3%B3mico-en-los-profesionistas-de-la-qu%C3%ADmica&Itemid=257>. Consulta: 10/02/2011.