

Estrategias para la formación interdisciplinar en las áreas de Ciencias Básicas, Biológico- Agropecuarias e Ingeniería

Díaz Campos, M. A.¹, Valdés Cristerna, R.², Verdejo París, P.³ (Coords.)

INTRODUCCIÓN

El reto de la formación interdisciplinar en programas de estudios que tradicionalmente atienden a orientaciones disciplinares o campos profesionales específicos ha llevado a los profesores a realizar adecuaciones a sus cursos y a diseñar oportunidades de aprendizaje que incorporen diversos enfoques y aportaciones de diversas disciplinas. A pesar de que los campos profesionales comprenden la integración de varias disciplinas, su enfoque está orientado a problemas específicos alrededor de los cuales se construye la profesión para darles respuesta. La complejidad de la acción profesional, los problemas emergentes y el avance tanto de las disciplinas como de las mismas profesiones demandan explorar e integrar nuevos enfoques y soluciones con enfoques interdisciplinares.

En las instituciones de educación superior se han desarrollado diversas estrategias para incorporar a la formación el enfoque interdisciplinar. En esta publicación se describen las estrategias que fueron utilizadas por profesores en sus intervenciones en el contexto de la iniciativa de la Red Innova Cesal bajo el método de investigación-acción. Los reportes en extenso se publican en el sitio electrónico de la Red Innova Cesal.

¹ Universidad de Costa Rica, Costa Rica.

² Universidad Autónoma Metropolitana - Iztapalapa, México.

³ Aseguramiento de la Calidad en la Educación y en el Trabajo, S.C., México.

MARCOS DE REFERENCIA

Hay diversas variantes de la definición de interdisciplinariedad que incluyen desde concepciones comunes hasta variantes radicales en un continuo de posibilidades. En un extremo están definiciones comunes en las que la interdisciplinariedad se concibe simplemente como los cursos electivos que se pueden tomar de diversas disciplinas que de alguna forma están relacionadas con un tema general y, en el otro extremo, están variantes que sugieren una mayor integración y aún modificación de las contribuciones disciplinares a un tema específico. En este último caso, se requieren dos o más disciplinas que combinan sus aportaciones para conjuntamente abordar el problema en estudio.

Una de las contribuciones importantes del enfoque interdisciplinar es el desarrollo del pensamiento crítico en los estudiantes. Los investigadores han demostrado una relación entre los estudios superiores y el pensamiento crítico, particularmente en relación a la ponderación de evidencias, determinación de la validez de las generalizaciones o conclusiones basadas en datos, y la distinción entre argumentos fuertes y débiles. Si se logra que los estudiantes piensen críticamente, entonces ellos “reúnen, analizan, sintetizan y valoran información, así como identifican mala información, falta de información, prejuicios y argumentaciones parciales basadas en un solo punto de vista” (De Costa, 1986, p.2 citado por Ivanitskaya, 2002).

Se pueden utilizar varios argumentos para apoyar el aprendizaje interdisciplinar: un mayor tratamiento holístico y comprensivo de los temas clave, así como una asimilación más profunda de conceptos multidisciplinarios e interdisciplinarios. Los resultados de aprendizaje de los estudios interdisciplinarios incluyen el avance gradual en habilidades metacognitivas, pensamiento crítico y epistemología personal. Estos resultados de aprendizaje contribuyen a la integración personalizada y asimilación de conocimientos transferibles a otros contextos, temas o problemas.

En el artículo de Ivanitskaya se argumenta que la madurez intelectual se puede desarrollar a través de la exposición a diferentes disciplinas y la aplicación consistente de conocimiento multidisciplinar al mismo contexto relevante. También se propone un marco que detalla los hitos alcanzados por los estudiantes en cada etapa del proceso de aprendizaje interdisciplinar. En particular, se especifican cambios en las habilidades de pensamiento crítico, metacognición, epistemolo-

gía y estructuras de conocimientos que representan el marco de las relaciones ante las perspectivas disciplinares derivadas de las diferentes disciplinas.

Esther Díaz (2008) enfatiza que independientemente del método resulta imposible disociar la reflexión disciplinar e interdisciplinar de las condiciones políticas, institucionales y sociales de su contexto. Esas condiciones no son un elemento externo, atraviesan los diferentes saberes. Además, en un mundo complejo y globalizado hay que establecer relaciones entre universidad, sociedad, mercado y diferencias culturales. Es aquí donde se impone el debate no sólo acerca de la interdisciplina conectada con el dispositivo educativo e institucional internacional, sino también con nuestro acervo latinoamericano, nuestra pertenencia regional y nuestro compromiso nacional. Se trata así de establecer alianzas fecundas entre los diferentes ámbitos.

En la revisión del estado del arte que realizaron Elizabeth Spelt y colaboradores, se menciona que el pensamiento interdisciplinario no ocurre espontáneamente, y que hay que considerar que su desarrollo puede requerir una considerable cantidad de tiempo para alcanzar un adecuado nivel de pericia en su práctica. Además, en este proceso los estudiantes necesitan ayuda para ser capaces de sintetizar dos o más disciplinas.

Es muy frecuente que un currículo se llame *interdisciplinar* cuando realmente es multidisciplinar. En estas aproximaciones están presentes múltiples perspectivas sin ningún apoyo para la integración del conocimiento disciplinario a través del currículo. Ante estas dificultades, son importantes los apoyos específicos y el diseño de tareas de aprendizaje con la intención de desarrollar pensamiento interdisciplinar.

En el trabajo realizado por Spelt *et al* el análisis de las publicaciones revisadas sugieren que para desarrollo del pensamiento interdisciplinario es necesario alcanzar tanto conocimiento disciplinar como interdisciplinar y desarrollar habilidades superiores de cognición y comunicación. Se sugieren en conjunto otras ocho categorías, agrupadas por cada componente propuestos por Biggs, para facilitar el desarrollo de este pensamiento interdisciplinar.

En la síntesis del estado del arte sobre la formación interdisciplinar, se resumen las condiciones y subcompetencias requeridas para este tipo de formación y se muestra en la siguiente Tabla.

Spelt, E et al, Teaching and Learning in Interdisciplinary Higher Education: A Systematic Review en Educ. Psychol. Rev. (2009) 21:365-378. DOI 10.1007/s10648-009-9113-z

Tabla 1 Visión de las subcompetencias potenciales y condiciones con base en componentes del proceso de aprendizaje de Biggs

Subcompetencias potenciales y condiciones para una educación superior interdisciplinaria		
Pensamiento interdisciplinar	Tener conocimientos	Conocimiento de disciplinas Conocimiento de los paradigmas disciplinares Conocimientos interdisciplinares
	Tener habilidades	Habilidades cognitivas de orden superior Habilidades de comunicación
Estudiantes	Características personales	Curiosidad Respeto Apertura Paciencia Diligencia Auto-regulación
	Experiencias previas	Social Educativa
Ambiente de aprendizaje	Currículo	Balance entre disciplinariedad e interdisciplinariedad Conocimiento disciplinar dentro o fuera de cursos sobre interdisciplinariedad
	Maestros	Comunidad intelectual enfocada en la interdisciplinariedad Consenso sobre la interdisciplinariedad Trabajo en equipo Enseñanza en equipo
	Pedagogía	Intención de lograr la interdisciplinariedad Intención de lograr un aprendizaje activo Intención de lograr colaboración
	Evaluación	De la madurez intelectual de los estudiantes De la interdisciplinariedad
Proceso de aprendizaje	Patrones	Con fases de avance gradual Lineal Iterativo Hitos con preguntas de encuentro
	Actividades de aprendizaje	Intención de lograr la interdisciplinariedad Intención de lograr la reflexión

Considerando la complejidad de la enseñanza y el aprendizaje del pensamiento interdisciplinar, la educación superior enfrenta el reto de lograr un pensamiento interdisciplinar tanto amplio como específico. Darse cuenta y explicitar qué tipo de aprendizaje se espera lograr, ponen de manifiesto la necesidad de la construcción de un currículo adecuado para esta formación. Se requiere de ambientes de aprendizaje consistentes coherentes y centrados en el logro de esos aprendizajes. Además, la evaluación de la enseñanza y aprendizaje interdisciplinar requiere de medidas apropiadas dentro del contexto institucional.

El enfoque basado en resultados de aprendizaje, consistente con Biggs (2003), aparece como innovador en la educación superior interdisciplinaria, principalmente porque la educación superior todavía está definida en términos de sus propias características pedagógicas y no en términos de las habilidades que los estudiantes deben de lograr.

Se requiere una fuerte investigación empírica para probar las relaciones hipotéticas entre los estudiantes, el ambiente de aprendizaje y las condiciones del proceso de enseñanza y el pensamiento interdisciplinario dentro del contexto de la educación superior interdisciplinaria. Estas investigaciones podrían abrir el camino para el estudio sobre la naturaleza exacta de estas relaciones; por ejemplo, la extensión de la influencia de un factor sobre otro, la estabilidad de tal influencia y sus mutaciones a través del tiempo. Además, la investigación empírica debería enfocarse en identificar la combinación óptima de las condiciones para permitir un pensamiento interdisciplinario. En particular, la investigación sobre la extensión y secuencia del conocimiento y el desarrollo de competencias y el balance entre ellos.

También sería interesante investigar las diferencias y los cambios de la operacionalización de los aprendizajes interdisciplinarios a lo largo de los currículos de educación superior, entre currículos con enfoques amplios y específicos de pensamiento interdisciplinario y entre los contextos educativos.

Uno de los aspectos que requiere investigación y que no siempre se aborda, es el ambiente institucional necesario para facilitar que los estudiantes puedan participar en cursos fuera de su disciplina. Es necesario crear un ambiente para permitir los intercambios entre el personal académico y procesos para detectar intercambios entre grupos de trabajo. Se necesita permitir que los estudiantes ganen suficiente experiencia y pericia para reconocer el valor y la necesidad del estudio y trabajo interdisciplinario. Por ejemplo, los programas formales en el “campo de trabajo”, experiencias en sitio, tutoría en situaciones reales de trabajo, participación de los estudiantes en talleres, conferencias y mecanismos similares pueden ayudar a crear ese ambiente.

Para evaluar el nivel de desarrollo de las competencias esperadas de una formación interdisciplinaria, es necesario definir y delimitar los aspectos que son característicos de los niveles de desarrollo de un enfoque o pensamiento interdisciplinario. A diferencia de un pensamiento multidisciplinario que pone en yuxtaposición diferentes disciplinas, Rowntree (1982) –citado por Lana Ivatniskaya–⁴ define

⁴ Tomado de Ivanitskaya, Lana et al. (2002). *Interdisciplinary Learning: Process and Outcomes*. *Innovative Higher Education*, Vol. 27, No. 2, Winter.

el enfoque interdisciplinar como “uno en el cual dos o más disciplinas se unen, de tal forma que interactúan una con la otra y tienen un efecto sobre las perspectivas de cada una” (p. 135).

A través de la educación superior, las personas desarrollan un conocimiento estructural que relaciona el conocimiento declarativo (teoría e información fáctica), el conocimiento procedimental, las estrategias de pensamiento (heurística) y las habilidades, destrezas y pericia para resolución de problemas y ejecución de tareas complejas, generalmente en el marco de una disciplina o profesión.

En la formación interdisciplinar, se enfatiza el desarrollo de la capacidad de crear conexiones significativas a través de dominios de conocimiento diferentes en torno a un tema o problemática.

Diferentes autores han descrito los resultados de aprendizaje que serían propios de una formación interdisciplinar. En la siguiente tabla, tomada del artículo de Lana Ivatniskaya, se muestran las aportaciones de algunos autores.

Resultados de aprendizaje de programas interdisciplinares⁵

Autor	Resultados de aprendizaje
Ackerman (1989)	Pensamiento flexible. Habilidad para generar analogías y metáforas. Comprensión de las fortalezas y limitaciones de las disciplinas.
Ackerman & Perkins (1989)	Habilidad para valorar el conocimiento adquirido. Mayores habilidades de pensamiento y aprendizaje. Mejores habilidades cognitivas de orden superior. Mayor retención de contenidos. Capacidad para desarrollar habilidades proactivas y un pensamiento autónomo. Habilidad para visualizar conexiones entre contextos aparentemente disímiles.
Field, Lee & Field (1994)	Habilidad para tolerar la ambigüedad o paradojas. Sensibilidad para las dimensiones éticas de los asuntos. Amplitud de perspectivas y horizontes. Habilidad para sintetizar o integrar. Mayor creatividad, intuiciones originales o pensamiento poco convencional. Mayor pensamiento crítico. Capacidad de percibir un balance entre el pensamiento subjetivo y pensamiento objetivo. Humildad, sensibilidad a la parcialidad, empoderamiento. Habilidad para desmitificar expertos.

⁵ Ivanitskaya, L. *et al. op. cit.*

De su análisis, se encuentra que algunas características se comparten con una formación disciplinar o profesional, aunque se indica que dichas características se desarrollan en mayor grado en un contexto interdisciplinar. Las características que resultan distintivas son:

- Comprensión de las fortalezas y limitaciones de las disciplinas
- Habilidad para visualizar conexiones entre contextos aparentemente disímiles
- Sensibilidad para las dimensiones éticas de los asuntos

La competencia interdisciplinar se basa en el conocimiento profundo de la propia disciplina y del conocimiento de las herramientas de interpretación de otras disciplinas, que son la base para poder relacionarlas con el tema central o problemática a resolver.

Para ello los estudiantes deberán desarrollar habilidades metacognitivas que les permitan identificar su avance en la comprensión y aplicación del conocimiento, así como planear y llevar a cabo su proceso de adquisición y mejora de sus aprendizajes. Esto permite a los estudiantes seleccionar diferentes estrategias y rutas de aprendizaje para progresar en su aprendizaje y aplicarlo a diferentes contextos.

Otra característica de la formación interdisciplinar es el desarrollo epistemológico de los estudiantes, que les permite valorar los alcances de los conocimientos de las disciplinas, distinguir entre expertos y novatos, diferenciar conocimiento subjetivo de objetivo y comprender los principios básicos del desarrollo de conocimientos en el marco de una disciplina o profesión.

Con base en el modelo de aprendizaje estructural de Biggs y Collis (1982) se describen los niveles de resultados de aprendizaje interdisciplinar⁶:

⁶ Ivanitskaya, Lana. *op. cit.*

Nivel estructural (Biggs y Collis)	Descripción en el contexto de aprendizaje interdisciplinar	Resultados de aprendizaje
Uni-estructural (uni-disciplinar)	El estudiante se enfoca en una disciplina relevante	Conocimiento declarativo y procedimental en una disciplina
Multi-estructural (multi-disciplinar)	El estudiante adquiere conocimiento en diversas disciplinas pero no las integra	Conocimiento declarativo y procedimental en varias disciplinas que están relacionadas a un tema central; pensamiento multidisciplinar
Relacional (interdisciplinar, limitado a un tema o problema central)	El estudiante integra conocimiento de diversas disciplinas alrededor de un tema central. Se desarrollan las habilidades de pensamiento conforme el estudiante es consciente de las fortalezas y limitaciones de las perspectivas que ofrece cada disciplina.	Pensamiento de contenido interdisciplinar (conocimiento declarativo y procedimental); habilidades de pensamiento crítico; algunas habilidades metacognitivas; creencias epistemológicas avanzadas
Abstracción amplia (interdisciplinariedad, extensión a otros temas o problemas)	El estudiante adquiere una estructura de conocimiento que integra herramientas interpretativas (metodología, teorías, paradigmas, conceptos, etc.) de múltiples disciplinas. El estudiante utiliza habilidades metacognitivas para monitorear y evaluar su proceso de pensamiento. El estudiante aplica una estructura de conocimiento interdisciplinar a nuevos problemas interdisciplinarios o temas.	Una estructura de conocimiento interdisciplinar bien desarrollada; Pensamiento de contenido interdisciplinar; Habilidades de pensamiento crítico; Creencias epistemológicas muy avanzadas; Transferencia del conocimiento interdisciplinar

A partir del nivel relacional se puede hablar de enfoque interdisciplinar, en donde se describe que es probable que la persona integre conocimiento en relación al tema central comparando y contrastando las herramientas interpretativas de diferentes disciplinas, puede incorporar hechos, principios o teorías de múltiples disciplinas más rápidamente que un estudiante con formación exclusivamente disciplinar.

En el nivel de relación, el estudiante ha desarrollado habilidades de pensamiento crítico y es más consciente de las fortalezas y limitaciones de las diferentes perspectivas que aportan diferentes disciplinas. En general, el estudiante se aleja de la noción de conocimiento absoluto y es capaz de reconocer los aspectos subjetivos y la incertidumbre del conocimiento.

En el nivel de abstracción amplia, el estudiante desarrolla una estructura de conocimiento interdisciplinar que le facilita la exploración del tema o problema; además, distingue las interrelaciones entre las categorías de análisis y las herramientas de interpretación que aportan diferentes disciplinas relevantes para la situación. Esto es posible gracias a que el estudiante ha desarrollado un elevado pensamiento crítico y habilidades de metacognición. Esta estructura compleja de pensamiento puede aplicarse a otros problemas, situaciones y procesos de aprendizaje en campos cercanos o distantes al propio. Como ejemplos se pueden mencionar la integración de perspectivas económicas, sociales, humanas y éticas en problemas de ingeniería o política pública.

Las creencias epistemológicas que subyacen al nivel de abstracción extendida encarnan un reconocimiento personal de la validez dual de los medios de razonamiento objetivo y subjetivo, dos aspectos de la cognición representada en la resolución de problemas interdisciplinares. En lugar de percibir al conocimiento como un bien estático, podría decirse que los estudiantes interdisciplinares tienden a percibir el conocimiento como un proceso gradual de compromiso cognitivo, influenciado tanto por el crecimiento analítico como experiencial del estudiante y por la eventual asimilación de patrones de información de creciente complejidad.⁷

DISCUSIÓN

Bajo las categorías de análisis y elementos propuestos por los autores anteriores, se pueden enumerar un conjunto de elementos para caracterizar la formación interdisciplinar y enunciar la forma de observar el nivel de desarrollo de dichos elementos. Por ejemplo, en la siguiente tabla se describen algunos elementos recogidos de las notas anteriores aplicadas al contexto de un problema, proyecto o caso a resolver.

⁷ Ivanitskaya, L. *op. cit.*

Elemento de la formación interdisciplinar	Desempeño en el contexto de un problema, proyecto o caso Nivel de experto
Comprensión de las fortalezas y limitaciones de las disciplinas Pensamiento crítico en el contexto interdisciplinar	Interrelaciona categorías de análisis de distintas disciplinas adecuadas al problema. Utiliza herramientas y métodos de análisis de otras disciplinas adecuadas al problema. Describe los alcances y limitaciones de las herramientas y métodos de análisis. Argumenta su solución integrando diferentes disciplinas. Identifica los aspectos no resueltos que requieren nuevas explicaciones
Habilidad para visualizar conexiones entre contextos aparentemente disímiles	Utiliza analogías o metáforas de otras disciplinas para argumentar o explicar su solución. Propone aplicaciones de la solución en otros contextos.
Sensibilidad para las dimensiones éticas de los asuntos	Identifica y argumenta las implicaciones éticas de la solución del problema o caso y de posibles alternativas.
Manejo de información de varias disciplinas	Integra bloques de información de diferentes disciplinas integrados entre sí. Utiliza y cita bibliografía de diferentes disciplinas relevante al tema o problema.
Metacognición	Reconoce los alcances y limitaciones de sus conclusiones y/o propuestas.

En un proceso de investigación-acción se requiere el planteamiento inicial del proceso o intervención que se llevará a cabo para lograr el pensamiento interdisciplinar para resolver problemas, así como las tareas de aprendizaje a partir de las cuales se obtendrán evidencias que muestren los logros de aprendizaje.

A continuación se presentan las principales estrategias que se extrajeron de los trabajos que se presentaron en los grupos de Ciencias Básicas, Biológico - Agropecuarias e Ingeniería de la Red Innova Cesal.

ESTRATEGIAS

En el grupo de Ciencias Básicas, Biológico-Agropecuarias e Ingeniería de la Red Innova Cesal se propusieron intervenciones educativas empleando cinco estrategias para la formación interdisciplinar, a saber:

- Aprendizaje basado en la resolución de problemas o desarrollo de proyectos complejos en una asignatura con la aplicación del contenido disciplinar en diferentes contextos.
- Aprendizaje basado en la resolución de problemas o desarrollo de proyectos complejos con trabajo colaborativo entre distintas disciplinas dentro de un mismo programa de estudio.

- Aprendizaje basado en la resolución de problemas o desarrollo de proyectos complejos con trabajo colaborativo entre distintas disciplinas de distintos programas de estudio.
- Aprendizaje basado en la resolución de problemas o desarrollo de proyectos complejos con trabajo colaborativo en vinculación con organizaciones, instituciones, gobierno o empresas.
- Trabajo interdisciplinar de los profesores para elaborar propuestas de formación de competencias y aprendizajes genéricas y transversales.

A continuación se describe cada una de ellas y se resumen casos de intervenciones particulares.

APRENDIZAJE BASADO EN LA RESOLUCIÓN DE PROBLEMAS O DESARROLLO DE PROYECTOS COMPLEJOS EN UNA ASIGNATURA CON LA APLICACIÓN DEL CONTENIDO DISCIPLINAR EN DIFERENTES CONTEXTOS.

Uno de los retos más importantes en los cursos es la aplicación y transferencia de los aprendizajes logrados en diferentes contextos. La estrategia consiste en abordar problemas en contextos tanto del campo disciplinar como de otros campos disciplinares o profesionales que requieran para su solución la recuperación y aplicación de los aprendizajes del curso o de cursos anteriores dentro del programa de estudios. Los problemas se diseñan para ilustrar la consideración de variables y factores que es necesario considerar en el contexto específico.

La clave de la estrategia es la identificación de los contextos más significativos e ilustrativos de soluciones complejas con enfoque interdisciplinar.

La estrategia se diseña desde la disciplina que considera un acercamiento interdisciplinar y representa la visión disciplinar de otras disciplinas y profesiones.

Casos

■ Mapeos Conformes.

Instituto Politécnico Nacional, México.

Luis Manuel Tovar Sánchez

En esta intervención se aborda el tema abstracto de mapeos conformes y el uso de ejercicios de aplicación a la Física e Ingeniería, tales como: conducción de calor, electrostática y dinámica de fluidos. Se plantean sus respectivas soluciones modelando cada problema.

Además del notable interés que despertó la forma como se aplicaba la teoría, llegado el examen correspondiente sobre mapeos conformes el índice de aprobación se incrementó en 33% de acuerdo a exámenes sobre el mismo tema que había dictado en cursos anteriores.

Reporte: http://www.innovacesal.org/innova_public/archivos/publica/area02_tema04/255/archivos/redIC_cb_interdisc_01_2013.pdf

■ MA230 en tu tiempo.

Universidad de Costa Rica, Costa Rica.

Ma. Antonieta Díaz Campos y Nuria Figueroa Flores

Proyecto de estudio individual, que se encuentra en la plataforma Moodle de la Escuela de Matemática de la Universidad de Costa Rica, para estudiantes universitarios del curso Matemática para Ciencias Económicas.

El recurso plantea un banco de ejercicios matemáticos pertinentes a los contenidos del curso, con niveles bajo, medio y alto de dificultad. En cada ítem propuesto se le brinda al estudiante retroalimentación inmediata independientemente de si su respuesta es correcta o incorrecta. En caso de no ser suficiente la ayuda en línea puede solicitar ayuda por correo electrónico.

Se presenta el resultado de la experiencia durante el primer semestre del 2013 y los ajustes realizados a fin de satisfacer de la mejor manera las solicitudes de los estudiantes.

Reporte: http://www.innovacesal.org/innova_public/archivos/publica/area02_tema04/250/archivos/redIC_cb_interdisc_03_2013.pdf

■ **Aplicación de MOOC en cursos universitarios e interdisciplinariedad.**

Universidad del Magdalena, Colombia.

Samuel Prieto Mejía

Los cursos masivos abiertos en línea (MOOC, por sus siglas en inglés) es una alternativa para el aprendizaje universitario que ha tomado vigencia recientemente, con el lanzamiento a nivel internacional de varios proyectos tales como edX, liderados por las universidades Norte Americanas: MIT, Harvard y Berkeley; otro proyecto es el denominado Coursera.org constituido por cursos de profesores de más de 33 universidades de prestigio internacional. Un antecesor de las MOOC son los denominados OpenCourseware que son los instructivos y material de clases que prestigiosas universidades han liberado para que sea libre y gratuita, entre ellas el MIT que inició este proyecto en el año 2001.

En la Universidad del Magdalena – Colombia, se ha experimentado con tres grupos de pregrado en dos asignaturas diferentes, usando estos recursos para aprender de ellas e impulsar con las mismas la interdisciplinariedad de los cursos que se imparten, tanto por el contenido de los cursos como la posibilidad de interactuar en ellos con alumnos de otras latitudes y formación disciplinar. Se ofrecieron dos asignaturas, una de ellas: dinámica de sistemas, asignatura concebida para enseñar una metodología que permite la interdisciplinariedad en la solución de problemas complejos, la otra denominada: “innovación empresarial” que combina las ideas o teoría de sistemas con los conceptos de innovación empresarial. Se valoraron las opiniones de los alumnos respecto a su experiencia con esta modalidad de cursos.

Reporte: http://www.innovacesal.org/innova_public/archivos/publica/area06_tema04/270/archivos/redIC_ing_interdisc_01_2013.pdf

■ **Conociendo la Biodiversidad. Intervenciones educativas para el conocimiento y manejo sustentable de la biodiversidad.**

Universidad Juárez Autónoma de Tabasco, México.

Silvia Cappello García, Santa Dolores Carreño Ruiz, Eduardo Salvador López Hernández y José Edmundo Rosique Gil

Como parte de la asignatura Micología Básica se imparte la unidad Biodiversidad, la cual tiene por objetivo que los alumnos conozcan los niveles que conforman a la biodiversidad y reconozcan los bienes y servicios que proporcionan; con estos elementos, los alumnos iden-

tifican el valor que tiene la biodiversidad para la población humana y se ubican como parte integral de un ecosistema. Para el cumplimiento del objetivo se han implementado diversas actividades que se integran en el desarrollo de dos estrategias de intervención denominadas “Captando la biodiversidad” y “Una lección de humildad” donde los alumnos desarrollan las competencias para el conocimiento, manejo, uso y preservación de la biodiversidad.

Dichas estrategias se han implementado durante tres semestres en dos grupos de 30 alumnos, en la División Académica de Ciencias Biológicas de la Universidad Juárez Autónoma de Tabasco, de los cuales han surgido diversos productos de aprendizaje tanto en el aula como fuera de ella, donde se reflejan las competencias adquiridas con respecto al conocimiento y dominio del tema biodiversidad como son: mapas conceptuales, líneas del tiempo, la presentación de carteles en foros académicos, pláticas dirigidas a estudiantes de nivel básico impartidas por los propios estudiantes entre otros.

La estrategia está representada en el tipo de problema que se aborda y por la experiencia previa heterogénea de los participantes el contexto del problema.

Reporte: http://www.innovacesal.org/innova_public/archivos/publica/area07_tema04/233/archivos/redIC_ba_interdisc_03_2013.pdf

■ **Educación ambiental para la sustentabilidad y cultura ambiental: algunas definiciones.**

Universidad Juárez Autónoma de Tabasco, México.

Eduardo S. López-Hernández, Ana Rosa Rodríguez Luna y Graciela Beauregard Solís

El contexto de la intervención realizada en la asignatura de Cultura Ambiental, del Área de Formación General del Plan de Estudios Flexible 2003 de todas las carreras de la Universidad Juárez Autónoma de Tabasco. Se discuten los paradigmas ambientales para desarrollar una cultura ambiental que considera mucho más que sólo el cuidado de los recursos naturales. Ofrece oportunidades para afrontar la situación del planeta en su dimensión real. Ante los problemas ambientales globales la vía de la intervención educativa nos preparará en la solución de las situaciones más apremiantes. Para lograr la sustentabilidad será necesario emprender acciones con enfoque multidisciplinario y transversal, que incorporen la dimensión económica, social-humana y ambiental al instruir con estas bases a los alumnos de lo que deben saber y hacer que los faculte en la sociedad actual para colaborar al desarrollo humano. A partir del análisis como personas pertenecientes a la naturaleza, se fundamentan paradigmas con perspectiva histórica, filosófica, biológica

y evolutiva que contribuya entender la problemática global y todos los aspectos relacionados a trabajar por un mundo sustentable.

Reporte: http://www.innovacesal.org/innova_public/archivos/publica/area07_tema04/234/archivos/redIC_ba_interdisc_04_2013.pdf

■ **Diseño instruccional para la enseñanza de la educación ambiental en el sistema a distancia.**

Universidad Juárez Autónoma de Tabasco, México.

Carlos D. López Ricalde, Eduardo S. López Hernández y Ana Rosa Rodríguez Luna

Desarrollo de un modelo de instrucción utilizando tecnologías de información y comunicación para problemáticas complejas. La problemática a trabajar fue la educación ambiental en donde se diseñó el curso para permitir el trabajo autónomo e independiente con base en los lineamientos propuestos por el docente, los materiales y recursos multimedia producidos para el contexto y apoyo del contenido del curso, que representen la complejidad del mismo. En el artículo se presenta la metodología de trabajo, los elementos de diseño instruccional y los resultados.

Reporte: http://www.innovacesal.org/innova_public/archivos/publica/area07_tema04/235/archivos/redIC_ba_interdisc_05_2013.pdf

APRENDIZAJE BASADO EN LA RESOLUCIÓN DE PROBLEMAS O DESARROLLO DE PROYECTOS COMPLEJOS CON TRABAJO COLABORATIVO ENTRE DISTINTAS DISCIPLINAS DENTRO DE UN MISMO PROGRAMA DE ESTUDIO.

Los programas de estudio han tenido una composición multidisciplinaria necesaria para abordar un conjunto de problemáticas o selección de situaciones de la realidad que dan identidad a la disciplina o profesión. La visión actual de los planes de estudio considera que cada uno de los cursos o materias son elementos de

un sistema interrelacionado interdisciplinar que, en su conjunto, integran el perfil de egreso de la disciplina o profesión. Esto se refuerza a través del trabajo en proyectos complejos colaborativos entre distintos cursos del programa de estudio.

En el campo de las ingenierías, durante la formación profesional, se llevan a cabo proyectos integradores que representan las problemáticas reales que enfrentarán en el ejercicio profesional; sin embargo, con frecuencia se enfatizan los aspectos técnicos dejando de lado el enfoque de otras disciplinas o profesiones, matizando la solución ya que soluciones técnicamente correctas, por ejemplo, pueden ser económica o socialmente incorrectas.

En el caso de las ciencias básicas, los problemas planteados o proyectos complejos, con frecuencia, están referidos a la misma disciplina y el reto que se presenta es si es necesario incorporar otros marcos teóricos de disciplinas o lenguajes como parte de la identidad de la ciencia básica en cuestión.

La estrategia se refiere a la resolución de problemas complejos que requieren la incorporación de aprendizajes específicos de diferentes asignaturas que en conjunto integran una solución dentro de la misma visión profesional. Se trabaja con alumnos y profesores de diferentes asignaturas que complementan su abordaje e integran una solución. Aquí es importante mencionar que todos son profesionales del mismo campo y el énfasis está en la comprensión de las fortalezas y debilidades de las disciplinas que se unen para perfilar la profesión o campo disciplinar.

Casos

■ **Influencia de la interdisciplinariedad en el desarrollo de alimentos funcionales específicos en la disminución del riesgo de contraer diabetes mellitus en estudiantes de quinto semestre de ingeniería en Alimentos.**

Universidad Veracruzana, México.

José María Rivera, Lidia E. Chiñas, Rubén Salas y Roberto Gámez

La Diabetes Mellitus es un conjunto de trastornos metabólicos que afecta a diferentes órganos y tejidos durante toda la vida y se caracteriza por un aumento de los niveles de

glucosa en la sangre, por tal motivo es de suma importancia la elaboración de alimentos funcionales específicos en la disminución del riesgo de contraer esta enfermedad.

En este trabajo, un grupo de estudiantes desarrolló la propuesta de preparación de un alimento funcional que pueda ayudar en la disminución del riesgo de contraer diabetes mediante un enfoque interdisciplinario, con la participación de profesores expertos en el área de Química Orgánica, Bioquímica y Nutrición. Con este enfoque se logró implementar el modelo por competencias, además de lograr un trabajo colaborativo y de mayor participación.

Reporte: http://www.innovacesal.org/innova_public/archivos/publica/area02_tema04/252/archivos/redIC_cb_interdisc_02_2013.pdf

■ **Ecología: Bienes y Servicios Ambientales en el entorno de la Universidad Autónoma de Chiriquí, Panamá.**

Universidad Autónoma de Chiriquí, Panamá.

Letzy Serrano Samaniego

Se realizó el estudio en la enseñanza de la Ecología, con el objetivo de desarrollar estrategias de formación interdisciplinaria en "Bienes y servicios que brinda el bosque secundario del Jardín Botánico de la UNACHI". En el contexto de un grupo formado por 14 estudiantes que cursaban el tercer año de Tecnología Audiovisual en la Universidad Autónoma de Chiriquí, en el marco de colaboración con 8 grupos de diferentes disciplinas.

En este enfoque se utilizaron actividades para fomentar la integración interdisciplinaria y la estrategia de elaboración de proyectos. Los resultados fueron favorables en cuanto a la percepción de los estudiantes y aunque nuestro nivel de expectativa fue mayor, la experiencia nos permitió ampliar nuestros horizontes, en cuanto a las estrategias a utilizar en el quehacer educativo. Sin embargo, es necesario estudiar e incorporar nuevas técnicas que nos permita que los estudiantes adquieran la capacidad de enfrentar situaciones reales, acordes a las competencias que requiere la profesión que estudian.

Reporte: http://www.innovacesal.org/innova_public/archivos/publica/area02_tema04/254/archivos/redIC_cb_interdisc_04_2013.pdf

■ **Indagación en plantas medicinales desde la perspectiva interdisciplinar en la asignatura de bioquímica humana.**

Universidad Autónoma de Chiriquí, Panamá.

Roberto Guevara y Vielka C. de Guevara

Utilizando la estrategia de interdisciplinariedad, se obtuvo un total de 30 trabajos de revisión bibliográfica y consultas sobre usos fitoterapéuticos de plantas medicinales de la región chiricana, por estudiantes de bioquímica de la carrera de medicina de la UNACHI.

Entre las principales observaciones se presentó la clasificación de los preparados fitoterapéuticos, hábitos de consumo, uso tradicional, consejo farmacéutico, calidad, seguridad y eficacia. Los estudiantes de medicina consideraron importante establecer un muestrario de plantas medicinales en el Jardín Botánico de la universidad, aumentando su patrimonio botánico, creando un documento que orienta sobre los beneficios para la medicina convencional y los principales usos tradicionales de las plantas medicinales, así como los riesgos de su consumo.

Reporte: http://www.innovacesal.org/innova_public/archivos/publica/area02_tema04/251/archivos/redIC_cb_interdisc_05_2013.pdf

■ **Desarrollo interdisciplinario en asignaturas teórico-prácticas en química, a través del manejo de una temática medular.**

Universidad Juárez Autónoma de Tabasco, México.

Nancy Romero Ceronio, Abraham Gómez Rivera y Carlos E. Lobato García

La integración interdisciplinaria de áreas del conocimiento contribuye a mejorar la interpretación de los fenómenos químicos, esta estrategia propone el tema de indicadores ácido-base como punto de convergencia que promueva la interdisciplinariedad entre las asignaturas: Química de Productos Naturales, los laboratorios de Química analítica 1 y 2 y el Laboratorio de Química Analítica 2; las cuales integran el Plan de Estudios de la Licenciatura en Química.

En cada asignatura se desarrollaron actividades específicas, con miras a tener un punto de encuentro que propiciara el aprendizaje colaborativo entre las tres asignaturas y que

permitiera llegar a una visión integral en el abordaje de problemas químicos, realizando la complementariedad que proporcionan las diferentes áreas de la química para lograr un conocimiento integral.

Reporte: http://www.innovacesal.org/innova_public/archivos/publica/area02_tema04/253/archivos/redIC_cb_interdisc_06_2013.pdf

■ **Influencia de la interdisciplinariedad y el pensamiento crítico en el desarrollo de las competencias investigativas en estudiantes de primero y segundo semestre de medicina a través de eventos científicos.**

Universidad del Norte, Colombia.

Carmen Arias Villamizar, Marina Alonso Luz, Jorge M. Villegas, Ricardo Gutiérrez y Oscar Emilio Hernández

Los múltiples avances que a diario se evidencian en las ciencias básicas, deben permitir que los estudiantes ejerciten su capacidad para el pensamiento investigativo a través de conceptos, destrezas y aptitudes con una visión integral del saber. En este trabajo se desarrolla una estrategia de enseñanza-aprendizaje que permite a un equipo interdisciplinario de profesores evaluar sistemáticamente el juego de ser investigador y a la vez, lograr conocer la percepción que los estudiantes tienen del quehacer de los investigadores. Se evidencia a través de proyectos interdisciplinarios de aula acompañado de actividades extracurriculares, con el acompañamiento permanente de pares y asesores. Con esto se logra el desarrollo de la competencia de pensamiento investigativo y trabajo colaborativo.

Reporte: http://www.innovacesal.org/innova_public/archivos/publica/area02_tema04/247/archivos/redIC_cb_interdisc_07_2013.pdf

■ **La educación ambiental y las estrategias innovadoras para incrementar el pensamiento crítico y creativo en el estudiante de la UNACHI, Panamá.**

Universidad Autónoma de Chiriquí, Panamá.

Iris C. de Cumberras

El proyecto se realizó en la Facultad Ciencias de la Educación con veinte estudiantes de la licenciatura en Educación Primaria. El estudio buscó diseñar estrategias de formación interdisciplinar como metodología innovadora en la enseñanza de la Educación Ambiental, asignatura obligatoria del programa de Ciencias Naturales del plan de estudio de educación primaria del Sistema Nacional. También persiguió la valoración del medio ambiente mediante la divulgación en diferentes aspectos y medios e intercambiar experiencias que ayuden a que los estudiantes valoren el proyecto ecológico y construyan su propio conocimiento, siendo altamente creativos y aportando ideas para la conservación del medio ambiente y la forma de su aprovechamiento. En el marco del Desarrollo de Estrategias docentes para la Formación Interdisciplinar, que promueve la Red Innova Cesal, se convocó la participación de cinco facultades con carreras cuyos planes de estudio contemplaban la Ecología como asignatura generándose un plan en conjunto que se denominó: "Ecología y Valoración del Ambiente desde una perspectiva de formación Interdisciplinar en la Universidad Autónoma de Chiriquí". Las estrategias metodológicas utilizadas para propiciar el aprendizaje en los estudiantes de educación primaria fueron conferencias con la participación de profesores especialistas y estudiantes de otras disciplinas, giras al Jardín Botánico, trabajos de grupo disciplinar e interdisciplinar, murales, exposición de trabajos con las etapas del proyecto ciudadano, utilización del portafolio como recurso estratégico de la indagación, participación en programas de radio, confección de trípticos para divulgar información, aplicación de modelos de evaluación, elaboración de informe de resultado de la investigación y estructuración de una valla publicitaria sobre la ubicación del Bosque Secundario – Jardín Botánico de la UNACHI. En la autoevaluación del grupo, un total de dieciocho estudiantes evaluaron el desarrollo del proyecto, obteniendo en general una cifra 82.2%, que indica mucho interés y alto nivel de aceptación al trabajo realizado.

Reporte: http://www.innovacesal.org/innova_public/archivos/publica/area02_tema04/249/archivos/redC_cb_interdisc_09_2013.pdf

■ Solución de problemas reales apoyados en herramientas de uso corporativo: Una nueva estrategia de experiencia profesional desde el aula.

Universidad del Norte, Colombia.

Andrés Bejarano y Gustavo Morales

Hoy en día en las empresas de desarrollo de software, gran parte del trabajo es realizado por equipos con varias áreas de experticia. Estos se comunican por medio de herramientas TIC que permiten el trabajo cooperativo, rompiendo las barreras de distancia y tiempo. Uno de los problemas que tienen los estudiantes recién graduados es su falta de experiencia en estos escenarios, debido al ambiente netamente académico en el que desarrollan sus habilidades durante el periodo de formación de la carrera. Conscientes de esta situación, se ha venido desarrollando a nivel de laboratorio pedagógico e investigación en clase, con el apoyo del Centro para la Excelencia Docente (CEDU), la implementación de prácticas corporativas en ambientes académicos. La estrategia consiste en unir los conocimientos adquiridos en las asignaturas electivas Construcción de Software Bajo la Web y Programación Móvil, pertenecientes al programa de Ingeniería de Sistemas de la Universidad del Norte, con el propósito de desarrollar proyectos en equipos. Los proyectos tienen una aplicación real para satisfacer una necesidad al interior del campus universitario. En este trabajo se presentan los resultados obtenidos en el primer semestre de implementación de esta estrategia. Se presentan además las lecciones aprendidas y la retroalimentación de los estudiantes. La estrategia interdisciplinar se puede resumir en la resolución de problemas reales que requieren el concurso de diversos expertos para su resolución, integrando los conocimientos de ambas asignaturas para el desarrollo de un proyecto. Los equipos de trabajo se conformaron con estudiantes de las dos asignaturas.

Reporte: http://www.innovacesal.org/innova_public/archivos/publica/area06_tema04/267/archivos/redIC_ing_interdisc_04_2013.pdf

APRENDIZAJE BASADO EN LA RESOLUCIÓN DE PROBLEMAS O DESARROLLO DE PROYECTOS COMPLEJOS CON TRABAJO COLABORATIVO ENTRE DISTINTAS DISCIPLINAS DE DISTINTOS PROGRAMAS DE ESTUDIO.

Los problemas complejos de la vida profesional son multifactoriales y suelen requerir la generación de alternativas de solución con la concurrencia de distintas visiones para contrastar e integrar metodologías de diferentes profesiones. El reto en este caso es que las alternativas de solución reflejen un enfoque interdisciplinar / interprofesional que busca lograr una mayor comprensión de las conexiones entre las profesiones.

Tanto el diseño de los problemas o proyectos, como su desarrollo y la evaluación del logro de aprendizajes requieren la colaboración de profesores de los programas de estudio involucrados, no sólo para los aspectos académicos, sino también para el diseño de espacios, oportunidades de interacción presencial y virtual, así como el desarrollo de recursos de apoyo que contemplen audiencias provenientes de distintos programas de estudio.

Casos

- **Estudio de biopolímeros, trabajo interdisciplinar desarrollado en la unidad de ingeniería de la región Poza Rica-Tuxpan de la Universidad Veracruzana.**

Universidad Veracruzana, México.

Alejandro Marquina Chávez e Israel Hernández Romero

Este trabajo es la continuación de lo presentado a partir de cómo se proyectó la innovación educativa en la materia (Experiencia Educativa) de Fundamentos de Mecánica de Materiales de la Facultad de Ingeniería Mecánica y Eléctrica y, a partir de esta estrategia, se realiza un trabajo interdisciplinario con la Facultad de Ciencias Químicas en el estudio de biopolímeros de origen vegetal. Los resultados obtenidos de este trabajo interdisciplinario entre las facultades de la FIME y FCQ fueron satisfactorios, a saber: dos tesis de licencia-

tura, la firma de un convenio de colaboración entre dos cuerpos académicos, un artículo en proceso de revisión en una revista indexada y con factor de impacto, además de un artículo en elaboración también para ser publicado. Y, por supuesto, la participación de estudiantes en proyectos que pueden resultar en temas de investigación.

Reporte: http://www.innovacesal.org/innova_public/archivos/publica/area06_tema04/269/archivos/redIC_ing_interdisc_02_2013.pdf

■ La Matemática como ciencia interdisciplinar en la valoración de los bienes y servicios del Jardín Botánico de la Universidad Autónoma de Chiriquí, Panamá.

Universidad Autónoma de Chiriquí, Panamá.

Elidia Castillo de Moreno, Albin Moreno Alvarado y Cornelio Franco

Bajo la perspectiva de interdisciplinariedad, se logró la participación de 13 estudiantes de cuarto año de la Licenciatura en Matemática de la Universidad Autónoma de Chiriquí (UNACHI) con un proyecto referente al análisis matemático-estadístico en el bosque secundario del Jardín Botánico de la institución. Este trabajo fue de gran utilidad porque integró los conocimientos adquiridos en Estadística, Cálculo, Metodología de la Investigación Científica y Ecología necesarios para el curso de Análisis de Investigación en Matemática Educativa (Mat.425). Se logró vincular este proyecto con el macroproyecto relacionado con el estudio de la enseñanza de la Ecología, cuyo propósito fundamental era desarrollar la estrategia de formación interdisciplinar basada en los bienes y servicios que brinda este bosque secundario, enriqueciendo los aportes con la colaboración de otros siete proyectos individuales de diferentes disciplinas.

Mediante este análisis, los estudiantes determinaron cuantitativamente la producción maderable de *Tectona grandis* (teca) del bosque secundario, registraron diversas variables y compararon el crecimiento de la planta *Acacia collinsi* (cachito) en lugares soleados y no soleados. Para esto se hicieron mediciones del diámetro de árboles a la altura del pecho en lugares soleados o en sombra, determinaron que la luz es importante en el crecimiento y la competencia por la supervivencia; también registraron la temperatura promedio en diferentes puntos estratégicos del bosque secundario encontrando que el bosque secundario regula el microclima. Asimismo, los estudiantes, en compañía de sus profesores, estimaron necesario realizar una mejor distribución de las plantas, utilizando la estrategia de árboles celda a través de una parcela de monitoreo para que la producción maderable fuera mayor.

Es importante destacar que esta experiencia a pesar del problema de la disponibilidad de horarios y del factor tiempo para los encuentros de los estudiantes de las diferentes disciplinas, fue enriquecedora, porque se compartió y se formaron vínculos entre estudiantes. Definitivamente, tanto para docentes como para los estudiantes las expectativas de logros fueron mayores, quedó como un reto, incorporar en el resto de los cursos, la formación interdisciplinar como una estrategia a seguir en el quehacer educativo para el logro de las competencias propias de cada profesión.

Reporte: http://www.innovacesal.org/innova_public/archivos/publica/area02_tema04/248/archivos/redIC_cb_interdisc_08_2013.pdf

■ **Experiencias interdisciplinarias en los cursos de Práctica de campo y Ecofisiología de la Universidad Autónoma de Chiriquí, Panamá.**

Universidad Autónoma de Chiriquí, Panamá

Auristela Acosta

Los estudiantes de cuarto año de la Licenciatura en Ciencias Ambientales y Recursos Naturales de la Facultad de Ciencias Naturales y Exactas, de la Universidad Autónoma de Chiriquí, intercambiaron experiencias interdisciplinarias para la elaboración de una propuesta de mejoras en el Jardín Botánico de la UNACHI y el análisis fenológico de plantas medicinales. El grupo de Práctica de Campo (CAR 400) presentó los aspectos relacionados con el manejo y administración del Jardín Botánico, generalidades, análisis de desempeño, las referencias generales de la propuesta y propuestas alternativas que podrían aplicarse en el JB. Por su parte, el grupo de Ecofisiología (CAR 415) facilita que el estudiante observe cualitativa y cuantitativamente, el desarrollo integral de una especie vegetal en medios naturales o controlados y por efectos prácticos, se dedicó al estudio cuatro plantas medicinales de la región occidental de Panamá: Hierba de limón, Limón criollo, Sábila y Desbaratadora.

En el análisis del Intercambio de Experiencias en prácticas reales, el grupo de Ecofisiología señaló que esta investigación permitió reforzar la información que ya conocían sobre las especies de plantas investigadas. De igual forma, indicaron que gracias a cada una de las exposiciones magistrales interdisciplinarias, las preguntas surgidas y sus oportunas respuestas, obtuvieron un conocimiento más amplio acerca de la bioquímica de las plantas medicinales pero, sobre todo, desarrollaron la capacidad de brindar información ambiental y fenológica desconocida para compañeros de otras disciplinas.

De igual manera, el Proyecto Interdisciplinar Innova Cesal, permitió que los estudiantes manifestaran competencias en áreas específicas (investigación y comunicación), observándose el gran interés por participar en el desarrollo de las exposiciones y su entusiasmo por querer ser escuchados en un evento de esta magnitud. Finalmente, manifestaron que en su formación como profesionales deben aprender a interactuar con todos los compañeros de la misma facultad y de otras también, ya que esto les permite valorar fortalezas y oportunidades individuales, en cuanto a la preparación académica y humanística que poseen.

Reporte: http://www.innovacesal.org/innova_public/archivos/publica/area07_tema04/232/archivos/redIC_ba_interdisc_02_2013.pdf

■ Educación ambiental y carta de la tierra para la construcción de una sociedad justa.

Universidad Juárez Autónoma de Tabasco, México.

Ana Rosa Rodríguez Luna, Eduardo S. López Hernández y Carlos D. López Ricalde

En el Estado de Tabasco, al igual que el resto del país; la educación y capacitación representan uno de los pocos espacios pedagógicos articulados a las preocupaciones de mayor importancia a nivel nacional e internacional, sobre todo han logrado impactar en el plano local. Muestra de ello son los alcances logrados en las intervenciones de los cursos Educación Ambiental Sustentable y Cultura Ambiental basados en los principios de la Carta de la Tierra, espacios donde se han desarrollado actividades que aportan a la generación de conocimientos y con ello a la diversificación de las líneas de investigación desarrolladas por el cuerpo académico de Educación Ambiental, Cultura y Sustentabilidad, considerando en la discusión y análisis de la problemática socio-ambiental el contexto cultural, aspecto que no se había considerado anteriormente, sobre todo en el área de las ciencias ambientales. En este estudio, se trabajó con 42 estudiantes de las diferentes licenciaturas impartidas en la división académica de ciencias biológicas de la universidad del estado, variable que resultó ser una experiencia enriquecedora y útil para la comprensión de los problemas y cambios ocurridos en entorno natural, social y cultural, y con ello ofrecer a los estudiantes un valioso proceso de enseñanza – aprendizaje.

Reporte: http://www.innovacesal.org/innova_public/archivos/publica/area07_tema04/237/archivos/redIC_ba_interdisc_06_2013.pdf

APRENDIZAJE BASADO EN LA RESOLUCIÓN DE PROBLEMAS O DESARROLLO DE PROYECTOS COMPLEJOS CON TRABAJO COLABORATIVO EN VINCULACIÓN CON ORGANIZACIONES, INSTITUCIONES, GOBIERNO O EMPRESAS.

El solo hecho de abrir el espacio de aprendizaje a experiencias de vinculación con organizaciones externas a la universidad trae al escenario variables y factores que necesariamente requieren la incorporación de enfoques interdisciplinarios y consideraciones contextuales complejas.

En estas estrategias los aspectos culturales de las comunidades y de las organizaciones son oportunidades de aprendizaje sobre cómo las alternativas de solución requieren considerar los actores que la llevarán a cabo y los elementos para la sostenibilidad las mismas.

El contexto de aplicación, además de facilitar los aprendizajes disciplinares e interdisciplinarios tiene un impacto significativo en la valoración de la función social del conocimiento.

Caso

■ Formación Interdisciplinaria en la Experiencia Educativa de Metabolitos Secundarios de la Facultad de Biología-Xalapa.

Universidad Veracruzana, México.

José Armando Lozada García

Esta intervención educativa se realizó en un grupo de "Metabolitos Secundarios" de la Facultad de Biología-Xalapa, de la Universidad Veracruzana, México; en el periodo escolar febrero-julio 2013. El objetivo planteado fue aplicar una estrategia educativa innovadora para desarrollar las competencias profesionales y de investigación en la formación interdisciplinaria de los estudiantes. La vinculación social con los caprinocultores de la comunidad rural de Tlalchi, Ixhuacán de los Reyes, en el estado mexicano de Veracruz, el conocimiento empírico que posee esta comunidad, la resolución de una tarea de apren-

dizaje complejo, actividades aula programadas y la participación en un foro estudiantil interdisciplinario, corresponden a los primeros, y la complejidad, investigación y TIC como los segundos.

Para registrar y documentar la percepción de los estudiantes sobre el efecto de esta estrategia en el proceso de aprendizaje, se utilizó una encuesta que registró el nivel de significancia con una escala de 1 a 10 y la bitácora del profesor. Los valores promedio de percepción de los estudiantes en los elementos de intervención variaron de 8.25 a 9.4, siendo más significativo el conocimiento empírico de los informantes clave representativos de las familias de los caprinocultores de la comunidad. Los valores promedio de percepción más altos que muestran una correlación positiva entre los ejes y los elementos de intervención fueron para la complejidad y la tarea de aprendizaje complejo con el valor de 9.12, para la investigación con el conocimiento empírico de la comunidad con un valor de 9.5 y finalmente para las TIC con el desarrollo de la tarea de aprendizaje complejo con un valor de 9.12. Se concluye que la vinculación social con los caprinocultores de la comunidad rural de Tlalchi, Ixhuacán de los Reyes, el conocimiento empírico que posee esta comunidad y la resolución de una tarea de aprendizaje complejo; juntos tienen un efecto significativo mayor para desarrollar las competencias profesionales y de investigación en la formación interdisciplinar de los estudiantes.

Reporte: http://www.innovacesal.org/innova_public/archivos/publica/area07_tema04/236/archivos/redIC_ba_interdisc_01_2013.pdf

TRABAJO INTERDISCIPLINAR DE LOS PROFESORES PARA ELABORAR PROPUESTAS DE FORMACIÓN DE COMPETENCIAS Y APRENDIZAJES GENÉRICOS Y TRANSVERSALES.

En los programas de estudio, además de los aprendizajes propios de la disciplina o profesión, se busca desarrollar un conjunto de competencias y aprendizajes llamados genéricos y transversales. El reto que se presenta es diseñar estrategias de enseñanza-aprendizaje que sean significativas y de aplicación a diversas disciplinas y profesiones. Para ello, los diseños requieren ilustrar tanto los aspectos generales como las aplicaciones específicas de acuerdo al contexto profesional.

La colaboración de los profesores en un trabajo interdisciplinar permite acordar recursos de enseñanza-aprendizaje e instrumentos de evaluación que incorporen lo general y lo específico del aprendizaje transversal o genérico.

En el siguiente caso se muestran estrategias para el desarrollo de la competencia comunicativa en el campo de la ingeniería.

Caso

■ **Competencias comunicativas en Proyecto Final en ingeniería: Informe preliminar.**

Universidad del Norte, Colombia.

Adela de Castro, José Daniel Soto, María Gabriela Calle, Lucy García, Dick Guerra y Freddy Hernández

Este proyecto tuvo su origen cuando los docentes observaron la patente necesidad de los estudiantes por mejorar sus competencias comunicativas orales y escritas en la asignatura Proyecto Final en el área de ingenierías. Por tal motivo, los profesores de la materia en ingenierías Eléctrica, Electrónica y Sistemas, apoyados por una docente del Departamento de Lenguas, decidieron diseñar un proyecto que arrojara resultados específicos sobre estas carencias, para luego realizar una intervención en estudiantes de esta asignatura en el siguiente semestre.

Hasta el momento se ha realizado una fase inicial del proyecto en la que se adelantaron capacitaciones específicas para dotar a los profesores de la materia de herramientas con las que puedan entender en qué consisten los problemas de los estudiantes en cuanto a la expresión oral y escrita. En dicha fase se aplicó una encuesta de opinión a los estudiantes para conocer sus impresiones acerca de la importancia de las competencias comunicativas en ingeniería y en la asignatura en especial. Asimismo, se diseñó una rúbrica para que los profesores pudieran evaluar las competencias comunicativas de este primer grupo.

Cabe mencionar que el proyecto se encuentra en plena segunda fase, en la cual se adelantarán capacitaciones para profesores, magistrales colectivas y tutorías para estudiantes. Los resultados preliminares, que presentamos en este informe, muestran que los estudiantes son plenamente conscientes de la importancia y necesidad de desarrollar mejores

competencias orales y escritas transversales, tanto en la asignatura Proyecto Final como a lo largo de sus estudios universitarios.

Reporte: http://www.innovacesal.org/innova_public/archivos/publica/area06_tema04/268/archivos/redIC_ing_interdisc_03_2013.pdf

BIBLIOGRAFÍA

Davies, Martin and Devlin, Marcia. (2007). *Interdisciplinary higher education: implications for teaching and learning*. The University of Merlbourne, Centre for the study of higher education.

Díaz, Esther. (2008). La teoría del caos y el concepto de Rizoma como modelos posibles para pensar en la interdisciplinariedad. *Ciencias y múltiples miradas. Primera Jornada Nacional de Ciencia e Interdisciplina*. Junio. URL: www.imd.uncu.edu.ar/paginas/index/ciencia-y-multiples-miradas

Ivanitskaya, Lana et al. (2002). Interdisciplinary Learning: Process and Outcomes. *Innovative Higher Education*, Vol. 27, No. 2, Winter.

Midgley, Mary. (1991). *Wisdom, information and wonder: What is knowledge for?*. London: Routledge.

Sánchez, R. José Manuel. (2011). *La nueva ilustración: ciencia, tecnología y humanidades en un mundo interdisciplinar*. España: Ediciones Novelo.

Spelt, E et al, (2009). Teaching and Learning in Interdisciplinary Higher Education: A Systematic Review en *Educ. Psychol. Rev.* (2009) 21:365-378. DOI 10.1007/s10648-009-9113-z

Thompson K., Julie. (1996). *Crossing boundaries: knowledge, disciplinarity, and interdisciplinarity*. USA: The University Press of Virginia.

CASOS DESARROLLADOS EN EL MARCO DE LA RED INNOVA CESAL

Acosta, A. (2013). *Experiencias interdisciplinarias en los cursos de Práctica de campo y Ecofisiología de la Universidad Autónoma de Chiriquí, Panamá*. Universidad Autónoma de Chiriquí, Panamá. Red Innova Cesal. Estrategias para la formación interdisciplinar en educación superior. Recuperado de http://www.innovacesal.org/innova_public/archivos/publica/area07_tema04/232/archivos/redIC_ba_interdisc_02_2013.pdf

Arias Villamizar, C., Alonso, L.M., Villegas, J.M., Gutiérrez, R., Hernández, O.E. (2013). *Influencia de la interdisciplinariedad y el pensamiento crítico en el desarrollo de las competencias investigativas en estudiantes de primero y segundo semestre de medicina a través de eventos científicos*. Universidad del Norte, Colombia. Red Innova Cesal. Estrategias para la formación interdisciplinar en educación superior. Recuperado de http://www.innovacesal.org/innova_public/archivos/publica/area02_tema04/247/archivos/redIC_cb_interdisc_07_2013.pdf

Bejarano, A., Morales, G. (2013). *Solución de problemas reales apoyados en herramientas de uso corporativo: Una nueva estrategia de experiencia profesional desde el aula*. Universidad del Norte, Colombia. Red Innova Cesal. Estrategias para la formación interdisciplinar en educación superior. Recuperado de http://www.innovacesal.org/innova_public/archivos/publica/area06_tema04/267/archivos/redIC_ing_interdisc_04_2013.pdf

Cappello García, S., Carreño Ruiz, S.D., López Hernández, E.S., Rosique Gil, J.E. (2013). *Conociendo la Biodiversidad. Intervenciones educativas para el conocimiento y manejo sustentable de la biodiversidad*. Universidad Juárez Autónoma de Tabasco, México. Red Innova Cesal. Estrategias para la formación interdisciplinar en educación superior. Recuperado de http://www.innovacesal.org/innova_public/archivos/publica/area07_tema04/233/archivos/redIC_ba_interdisc_03_2013.pdf

Castillo de Moreno, E., Moreno Alvarado, A., Franco, C. (2013). *La Matemática como ciencia interdisciplinar en la valoración de los bienes y servicios del jardín Botánico de la Universidad Autónoma de Chiriquí, Panamá*. Universidad Autónoma de Chiriquí, Panamá. Red Innova Cesal. Estrategias para la formación interdisciplinar en educación superior. Recuperado de http://www.innovacesal.org/innova_public/archivos/publica/area02_tema04/248/archivos/redIC_cb_interdisc_08_2013.pdf

- De Castro, A., Soto, J.D., Calle, M.G., García, L., Guerra, D., Hernández, F. (2013). *Competencias comunicativas en proyecto final en ingeniería: informe preliminar*. Universidad del Norte, Colombia. Red Innova Cesal. Estrategias para la formación interdisciplinar en educación superior. Recuperado de http://www.innovacesal.org/innova_public/archivos/publica/area06_tema04/268/archivos/redIC_ing_interdisc_03_2013.pdf
- De Cumberas, I.C. (2013). *La educación ambiental y las estrategias innovadoras para incrementar el pensamiento crítico y creativo en el estudiante de la UNACHI, Panamá*. Universidad Autónoma de Chiriquí, Panamá. Red Innova Cesal. Estrategias para la formación interdisciplinar en educación superior. Recuperado de http://www.innovacesal.org/innova_public/archivos/publica/area02_tema04/249/archivos/redIC_cb_interdisc_09_2013.pdf
- Díaz Campos, M.A., Figueroa Flores, N. (2013). *Ma0230 en tu tiempo*. Universidad de Costa Rica, Costa Rica. Red Innova Cesal. Estrategias para la formación interdisciplinar en educación superior. Recuperado de http://www.innovacesal.org/innova_public/archivos/publica/area02_tema04/250/archivos/redIC_cb_interdisc_03_2013.pdf
- Guevara, R., de Guevara, V.C. (2013). *Indagación en plantas medicinales desde la perspectiva interdisciplinar en la asignatura de Bioquímica Humana*. Universidad Autónoma de Chiriquí, Panamá. Red Innova Cesal. Estrategias para la formación interdisciplinar en educación superior. Recuperado de http://www.innovacesal.org/innova_public/archivos/publica/area02_tema04/251/archivos/redIC_cb_interdisc_05_2013.pdf
- López-Hernández, E.S., Rodríguez Luna, A.R., Beauregard Solís, G. (2013). *Educación ambiental para la sustentabilidad y cultura ambiental: algunas definiciones*. Universidad Juárez Autónoma de Tabasco, México. Red Innova Cesal. Estrategias para la formación interdisciplinar en educación superior. Recuperado de http://www.innovacesal.org/innova_public/archivos/publica/area07_tema04/234/archivos/redIC_ba_interdisc_04_2013.pdf
- López Ricalde, C.D., López Hernández, E.S., Rodríguez Luna, A.R. (2013). *Diseño instruccional para la enseñanza de la educación ambiental en el sistema a distancia*. Universidad Juárez Autónoma de Tabasco, México. Red Innova Cesal. Estrategias para la formación interdisciplinar en educación superior. Recuperado de http://www.innovacesal.org/innova_public/archivos/publica/area07_tema04/235/archivos/redIC_ba_interdisc_05_2013.pdf

- Lozada García, J.A. (2013). *Formación Interdisciplinar en la Experiencia Educativa de Metabolitos Secundarios de la Facultad de Biología-Xalapa*. Universidad Veracruzana, México. Red Innova Cesal. Estrategias para la formación interdisciplinar en educación superior. Recuperado de http://www.innovacesal.org/innova_public/archivos/publica/area07_tema04/236/archivos/redIC_ba_interdisc_01_2013.pdf
- Marquina Chávez, A. (2013). *Estudio de biopolímeros, trabajo interdisciplinar desarrollado en la unidad de ingeniería de la región Poza Rica-Tuxpan de la Universidad Veracruzana*. Universidad Veracruzana, México. Red Innova Cesal. Estrategias para la formación interdisciplinar en educación superior. Recuperado de http://www.innovacesal.org/innova_public/archivos/publica/area06_tema04/269/archivos/redIC_ing_interdisc_02_2013.pdf
- Prieto Mejía, S. (2013). *Aplicación de MOOC en cursos universitarios e interdisciplinariedad*. Universidad del Magdalena, Colombia. Red Innova Cesal. Estrategias para la formación interdisciplinar en educación superior. Recuperado de http://www.innovacesal.org/innova_public/archivos/publica/area06_tema04/270/archivos/redIC_ing_interdisc_01_2013.pdf
- Rivera, J.M., Chiñas, L.E., Salas, R., Gámez, R. (2013). *Influencia de la interdisciplinariedad en el desarrollo de alimentos funcionales específicos en la disminución del riesgo de contraer diabetes mellitus en estudiantes de quinto semestre de Ingeniería en Alimentos*. Universidad Veracruzana, México. Red Innova Cesal. Estrategias para la formación interdisciplinar en educación superior. Recuperado de http://www.innovacesal.org/innova_public/archivos/publica/area02_tema04/252/archivos/redIC_cb_interdisc_02_2013.pdf
- Rodríguez Luna, A.R., López Hernández, E.S., López Ricalde, C.D. (2013). *Educación ambiental y carta de la tierra para la construcción de una sociedad justa*. Universidad Juárez Autónoma de Tabasco, México. Red Innova Cesal. Estrategias para la formación interdisciplinar en educación superior. Recuperado de http://www.innovacesal.org/innova_public/archivos/publica/area07_tema04/237/archivos/redIC_ba_interdisc_06_2013.pdf
- Romero Ceronio, N., Gómez Rivera, A., Lobato García, C.E. (2013). *Desarrollo interdisciplinario en asignaturas teórico-prácticas en química, a través del manejo de una temática medular*. Universidad Juárez Autónoma de Tabasco, México. Red Innova Cesal. Estrategias para la formación interdisciplinar en educación superior. Recuperado de http://www.innovacesal.org/innova_public/archivos/publica/area02_tema04/253/archivos/redIC_cb_interdisc_06_2013.pdf

- Serrano Samaniego, L. (2013). *Ecología: Bienes y Servicios Ambientales en el entorno de la Universidad Autónoma de Chiriquí, Panamá*. Universidad Autónoma de Chiriquí, Panamá. Red Innova Cesal. Estrategias para la formación interdisciplinar en educación superior. Recuperado de http://www.innovacesal.org/innova_public/archivos/publica/area02_tema04/254/archivos/redIC_cb_interdisc_04_2013.pdf
- Tovar Sánchez, L.M. (2013). *Matemáticas: Un ejercicio interdisciplinario para la enseñanza de los "Mapeos Conformes"*. Instituto Politécnico Nacional, México. Red Innova Cesal. Estrategias para la formación interdisciplinar en educación superior. Recuperado de http://www.innovacesal.org/innova_public/archivos/publica/area02_tema04/255/archivos/redIC_cb_interdisc_01_2013.pdf

ESTRATEGIAS DOCENTES PARA LA FORMACIÓN INTERDISCIPLINAR EN EDUCACIÓN SUPERIOR