



REGISTRO: 03-2014-121709420800-01
TÍTULO: LA ENSEÑANZA-APRENDIZAJE DE LA
GEOMÁTICA: UN CASO DE ÉXITO

TIPO TRAMITE: REGISTRO DE OBRA
PRESENTACION: HOJAS

La Enseñanza-Aprendizaje de la Geomática: un caso de éxito

Carmen Reyes Guerrero, Rodolfo F. J. Sánchez Sandoval y Araceli Reyes Guerrero

CentroGeo

**Centro de Investigación en Geografía y Geomática
Ing. J.L. Tamayo A.C.**

Octubre, 2013

Contenido

- 1.- Introducción
 - 2.- Antecedentes
 - 3.- Contexto de investigación e innovación
 - 3.1.- Geocibernética
 - 4.- Aspectos del Modelo de Gestión Científica
 - 5.- Proyecto enseñanza aprendizaje en Geomática
 - 5.1.- Principales elementos de diseño del Programa de Posgrado en Geomática
 - 5.2.- Aspectos pedagógicos
 - 5.3.- Programa de Posgrado en Geomática del CentroGeo
 - 6.- Reflexión final
- Bibliografía

La Enseñanza-Aprendizaje de la Geomática: un caso de éxito

Carmen Reyes Guerrero, Rodolfo F. J. Sánchez Sandoval y Araceli Reyes Guerrero

CentroGeo

Centro de Investigación en Geografía y Geomática Ing. J. L. Tamayo A.C.

1. Introducción

Las revoluciones derivadas del explosivo crecimiento del conocimiento científico y las tecnologías derivadas de dicho conocimiento en el último medio siglo conllevan promesas de un mundo mejor. Aunque la Geomática es heredera de la revolución cuantitativa de la Geografía de mediados de los sesentas del siglo pasado y sus orígenes remotos son los mismos que los de la Geometría y el Álgebra, emerge producida por la conjunción de la revolución en las ciencias de la computación, la información y las comunicaciones, así como la aeroespacial. Los avances iniciales del *Laboratory for Computer Graphics and Spatial Analysis* y el *SYMAP* de la Universidad de Harvard en los EEUU) o el *Sistema Geomunicipal* de la Secretaría de Educación Pública en México, florecieron en una industria que reporta participaciones considerables, en términos del producto interno bruto, en los países desarrollados.

Las ciencias que conforman la Geomática o Ciencias de la Información Geográfica de orígenes milenarios han tenido un desarrollo vertiginoso en las últimas tres décadas. La Geomática abre ante nuestros ojos nuevos cauces que estimulan la creatividad y la innovación y presenta monumentales retos en la educación.

El CentroGeo (Centro de Investigación en Geografía y Geomática Ing. J. L. Tamayo A.C.) se refunda en el año 1999 con una visión de ampliar los horizontes mediante la generación de conocimiento científico, innovación y educación en Geomática. Desde sus inicios los miembros del CentroGeo han formado una orgullosa familia, cuya intensa experiencia cuenta con historias de éxito, perseverancia, dificultades y lealtad.

En el CentroGeo asumimos el compromiso de ampliar y consolidar el conocimiento en Geomática, conformar grupos de profesionistas de alto nivel y brindar a la sociedad beneficios que permitan apreciarla en toda su extensión cimentándola para las futuras generaciones.

Desde los inicios del CentroGeo se platearon proyectos de educación en esta ciencia emergente. En el año 2003 se hizo la primera convocatoria para una Especialidad y una Maestría en Geomática. Diez años después de ese inicio se hace aquí un recuento de los procesos realizados para poner en marcha y apuntar hacia la consolidación de los programas de educación, hasta la fecha exitosos, y se pretende compartir las buenas prácticas adoptadas para estos propósitos.

2. Antecedentes

En 1999 un pequeño grupo de profesionales de la Geomática apoyados por el CONACYT, dieron lugar al nacimiento de CentroGeo. El grupo que se dio a la tarea de construirlo desarrolló, desde sus etapas embrionarias, capacidades intrínsecas de organización y gestión que le permitieron adaptarse a su contexto institucional y a su entorno científico y tecnológico. Adoptar en el proceso un papel proactivo en su auto construcción así como en la definición de una identidad propia y distintiva que, en poco tiempo, logró proyectarse y posicionarse en el *mercado* del conocimiento de la Geomática y la Geografía Contemporánea en los ámbitos nacional e internacional. Este proceso se vio enriquecido con la participación de agentes externos al propio CentroGeo, como es el caso del CONACYT, quienes tuvieron la visión de reconocer el potencial y lo apoyaron en sus gestiones institucionales, en la consolidación paulatina de su patrimonio físico y en el enriquecimiento del patrimonio intangible que se genera por la circulación y aplicación del conocimiento.

En pocos años, el CentroGeo pasó de ser un embrión a ser una organización pública estable de generación, difusión y aplicación de conocimiento en Geomática, relevante en términos científicos, tecnológicos, sociales, económicos y culturales. Cabe señalar que esta evolución, lejos de reflejar un proceso natural o inercial, representa un proceso de

gestión científica inducido intencionalmente, guiado por una visión prospectiva, y conducida con la participación de la comunidad que lo integra. Es importante mencionar que, como parte del modelo de gestión científica, se incorporó el concepto de RedGeo. Esta Red está conformado por investigadores y especialistas que formalmente pertenecen a otras instituciones nacionales e internacionales y que colaboran puntual o extensamente a través de los grupos colegiados, de proyectos científicos y de innovación.

Desde los inicios del CentroGeo los posibles programas de enseñanza-aprendizaje en la Geomática fueron temas de reflexión. En los primeros años se ofrecieron diplomados a entidades de la administración pública donde la demanda se expresaba a través de procesos de profesionalización. Si embargo, el papel relevante que juegan los estudiantes en un proyecto científico es innegable. Con frecuencia los postulantes a doctorados son una fuerza impulsora de ideas novedosas en los ámbitos de conocimiento y generan sinergias con los científicos más consolidados. En el año 2001, el CentroGeo diseñó e instrumentó un plan de trabajo para un programa de Posgrado en Geomática.

Este esfuerzo debería ser concordante con el proyecto científico y con el modelo de gestión científica adoptados. Enseguida se hace referencia a ambos con el propósito de compartir el contexto en el cual nace y se desarrolla el proyecto de enseñanza-aprendizaje de la Geomática en el CentroGeo.

3.- Contexto de investigación e innovación

En el desarrollo e integración del CentroGeo se ha buscado un equilibrio entre la investigación, la formación de recursos humanos y la interacción con la sociedad. La generación de conocimiento y el desarrollo de soluciones en Geomática, por su naturaleza transversal, permiten que la investigación e innovación aporten soluciones creativas a una amplia gama de problemas.

La investigación básica es sustento y columna vertebral del CentroGeo, los resultados de esta tarea dan soporte a los trabajos orientados a la solución de problemáticas de la Sociedad. Su orientación estratégica dirige la investigación y la innovación hacia la generación de productos y servicios de alto valor. En este sentido, se identificaron desde

sus inicios dos nichos de posicionamiento: la Geomática Aplicada y el Modelaje Geoespacial.

Cada línea de investigación ha requerido de investigadores de reconocido prestigio académico, una infraestructura física moderna y la aplicación de un pensamiento tanto académico como estratégico

3.1 Geocibernética

En la Geomática/Ciencias de la Información Geográfica la “I” de información usualmente juega un papel muy importante. En el enfoque adoptado por un grupo de investigadores la “C” de conocimiento se convirtió en un nuevo prisma para abordar metodológicamente la interacción con la Sociedad (Reyes et al, 2014).

Usualmente el punto de partida son las problemáticas de la Sociedad que se expresan a través de actores sociales, de los distintos órdenes de gobierno y/o de organismos internacionales (Reyes, 2005, López 2011). En un proceso empírico y basado en marcos de conocimiento explícitos, se diseñan e instrumentan las soluciones integrales de geomática, conjuntamente con los actores involucrados. Estas soluciones se insertan en grupos de trabajo, comunidades, instituciones u organizaciones que permiten activar procesos de retroalimentación y colaboración. La recursividad del proceso ha permitido, además de la inserción en la sociedad, ofrecer soluciones efectivas en muy diversos temas tales como política pública, salud, gestión del medio ambiente y catastro, entre otras.

En síntesis, en el núcleo del proceso está el conocimiento, entendido dentro de un contexto amplio que abarca los marcos cognitivos de los actores de la Sociedad, en un entrelazamiento con el conocimiento científico de la Geomática así como el de otras disciplinas. El enfoque metodológico adoptado incorpora, explícitamente, el conocimiento formal y el conocimiento empírico de origen tácito o explícito.

Basado en este enfoque metodológico se han desarrollado, desde el año de 1998, líneas novedosas de investigación, a nivel práctico y teórico, como la cibercartografía, las

soluciones complejas de geomática, los mapas mentales colectivos y la geocibernética (Reyes, 2005, Reyes et al., 2006, López et al. 2014).

4. Aspectos del Modelo de Gestión Científica

El Modelo de Gestión Científica, ha permitido al CentroGeo potencializar su capacidad y efectividad en la creación de nuevos conocimientos altamente especializados en Geomática, formar recursos humanos en esta disciplina, y difundir y aplicar dicho conocimiento en la solución de problemas complejos que enfrenta la sociedad.

Diversos aspectos del modelo de gestión científica han jugado roles fundamentales en el diseño del programa de posgrado, así, la RedGeo, los grupos heterárquicos y la construcción del conocimiento en estrecha colaboración e interacción con actores de la Sociedad (Ciencia Modo 2.0, Reyes y Parás, 2012).

La comunidad del CentroGeo está conformada por investigadores, especialistas, tecnólogos, técnicos y personal de apoyo, dedicados a la labor de la ciencia y convencidos de la trascendencia de su esfuerzo en el bienestar nacional.

La RedGeo es una comunidad virtual de investigadores, especialistas e instituciones dedicados a la Geomática y asociados al CentroGeo y han sido un modelo efectivo para la generación e intercambio de talento y conocimiento en Geomática que aumentan la inteligencia colectiva a través de la comunicación e incorpora conocimiento experto de vanguardia a la solución integral de problemas. En este sentido la RedGeo es un recurso invaluable ya que sus miembros son, o han sido, profesores, supervisores, consultores o asesores en la construcción y desarrollo de este Posgrado multidisciplinario y altamente especializado.

La forma de organización horizontal del CentroGeo a través de grupos heterárquicos en los que, ante un proyecto con la sociedad o de investigación básica, se establece un coordinador, directores académicos, tecnológicos o técnicos según el caso. Pero donde el elemento que predomina es el del trabajo en equipos multidisciplinarios y con un alto nivel de colaboración. Desde esta perspectiva, la generación de conocimiento y su

transferencia en el tema de la Geomática en un marco de grupos heterárquicos es un elemento estratégico y por tanto, se visualizó la importancia de un programa de posgrado en armonía con este enfoque.

5. Proyecto enseñanza-aprendizaje en Geomática

Los procesos de enseñanza-aprendizaje en la Geomática como en otras áreas del conocimiento se presentan desde distintas perspectivas que corresponden con frecuencia al ciclo de vida de las personas. El entorno familiar del individuo desde su nacimiento hasta su envejecimiento, en la educación básica media, en el bachillerato, en su formación profesional y finalmente en un posgrado. También en procesos de educación continua, en entrenamientos y capacitaciones o en su formación como instructor, entre otros.

Desde el año 2000 se diseñaron e implementaron cursos y diplomados en varios aspectos de las Ciencias de Información Geográfica en el CentroGeo. Asimismo, se diseñó e instrumentó una maestría de profesionalización en Gestión de Datos Geoespaciales para el INEGI en la que los elementos medulares del programa respondían a los propios intereses institucionales y contemplaban la revisión del estado del arte en diversos temas de la Geomática así como el reforzamiento de habilidades y conocimientos que contemplaban objetivos específicos. Cada ejercicio educativo que se abordó presentó retos que brindaron experiencia y permitieron dimensionar la demanda de otros posibles ejercicios de enseñanza-aprendizaje.

Como resultado de una reflexión colectiva, en el CentroGeo se optó por privilegiar el diseño y desarrollo de un programa de Posgrado en Geomática que comprendiera una Especialización de un año, una Maestría de dos años y un Doctorado de cuatro años.

5.1. Principales elementos de diseño del Programa de Posgrado en Geomática

La Geomática es una disciplina emergente en la que establecer un modelo curricular en posgrado a seguir es todavía un reto. En un primer momento del diseño se realizó una

revisión de esfuerzos previos en distintas universidades, incluyendo el currículo del *National Center for Geographic Information Analysis* (NCGIA, 1990).

Para diseñar un programa educativo deben existir las guías filosóficas y teóricas. Como ciencia emergente, la Geomática tiene muchos puntos controversiales, carece de un lenguaje común, y se enfatizan tópicos muy diferentes en función del individuo o grupos que trabajan los programas. Hasta ahora se identifican tres tendencias principales: 1) el grupo conducido por los ingenieros topógrafos, 2) la escuela de geógrafos inmersos en su disciplina y 3) una comunidad multi/transdisciplinaria con un enfoque más integral que incluye geógrafos, topógrafos, arquitectos, computólogos, ecologistas, economistas, planificadores, matemáticos y físicos entre otros.

Una adecuada y balanceada combinación de tópicos teóricos, metodológicos, tecnológicos y técnicos puede proporcionar a los estudiantes los marcos cognitivos y las habilidades, dependiendo de la orientación del programa. Por ejemplo, en un programa académico de posgrado y de tiempo completo, los nichos de investigación identificados como estratégicos tienen un impacto en el currículo y finalmente en el conocimiento y las habilidades metodológicas transferidas al estudiante. En contraste, en un programa de profesionalización se enfatizan algunas necesidades específicas en un contexto más geotecnológico o de gestión de información geoespacial.

En el CentroGeo, se diseñó entonces un programa de posgrado de tiempo completo, acorde al modelo de gestión científica, que contempla entre otros aspectos un enfoque multidisciplinario y holista, con énfasis en la construcción de un lenguaje común mediante el conocimiento, el trabajo en equipo, un modelo educativo colaborativo, una fuerte interacción con la sociedad y un alineamiento de los proyectos de los estudiantes con las líneas estratégicas de investigación.

Como se mencionó anteriormente, el programa se apoya en una "red de conocimiento" (RedGeo) en la que los profesores son investigadores en Geomática o temas afines, de diferentes lugares del mundo con antecedentes académicos que ensanchan la visión de los estudiantes en la disciplina.

En la construcción de un modelo curricular de enseñanza-aprendizaje de la Geomática, se han identificado y adaptado buenas prácticas y algunos elementos de marcos desarrollados en otras ciencias como las Matemáticas. Encontramos similitudes entre los procesos de aprendizaje en ambas disciplinas, lo que no nos sorprende ya que las Matemáticas y la Geomática tienen una génesis histórica común.

Tanto las Matemáticas como la Geomática son áreas del conocimiento que poseen sus propios campos de investigación, innovación y educación, que deben integrarse a otras ciencias y disciplinas tales como: física, química, administración de empresas, economía, ingeniería, ciencias de la computación, ecología o arquitectura, entre otras.

La variedad de cursos y tópicos que pueden incorporarse en Matemáticas y Geomática, es muy numerosa. Como ya se mencionó, dependiendo de las necesidades, debe seleccionarse un enfoque conductor que permita tener un currículo comprensivo y coherente. Como ejemplo, en el programa de maestría del CentroGeo se adaptó un "enfoque de modelado geoespacial" para dotar a los estudiantes, tras graduarse, con un perfil bien definido.

Más aún, el sesgo de enseñar Matemáticas y Geomática enfatizando los aspectos técnicos únicamente, ha tenido un impacto negativo tanto en la educación como en la práctica profesional. Con frecuencia se asume que únicamente se requiere que los profesionales aprendan algunas habilidades técnicas de Geomática para que apliquen esta ciencia en otras áreas como la Economía o la Administración de Empresas. Como consecuencia, su aplicación tiene una perspectiva limitada resultante en frustraciones.

El "lenguaje del conocimiento" que hemos desarrollado como un elemento estratégico del proyecto científico "Geomática Basada en el Conocimiento" nos ha permitido proporcionar a los estudiantes los elementos necesarios para que ellos mismos puedan integrar diferentes componentes del conocimiento. Por tanto, la "integración del conocimiento" es un elemento clave del éxito del Programa de Posgrado del CentroGeo

Se requiere, sin duda, de una nueva área de desarrollo curricular en Geomática, pues se demandan, diseñan e implementan programas educativos en todos los niveles. Conforme

la Geomática madura, se deben ponderar los resultados del trabajo empírico que se realiza para tener la capacidad de ofrecer programas educativos más refinados.

Los criterios básicos iniciales adoptados para el diseño curricular del programa de posgrado en Geomática fueron hacerlo comprensivo, con una visión holista y sistémica, colaborativo, promotor del trabajo en equipo, articulado con programas de investigación-innovación, modular, de calidad, competitivo, documentable y presencial.

La decisión de contar con un programa multi/transdisciplinario llevó necesariamente a la reflexión acerca del perfil de los estudiantes que conformarían el posgrado en Geomática. La conclusión adoptada comprendía el diseño de un curso propedéutico de varios meses, en el que el postulante reforzaría o aprendería dos ámbitos medulares del conocimiento: el espacio y las estructuras conceptuales matemáticas. Desde un punto de vista pedagógico se adoptarían prácticas similares al posgrado como son el trabajo colaborativo y en equipo. De esta manera, el curso propedéutico permite al comité de programa de posgrado contar con buenos referentes para la evaluación de ingreso de estudiantes así como para asegurar que éstos cuentan con las bases de conocimiento y técnicas necesarias para ingresar a la especialización.

El CentroGeo se encuentra en la posición privilegiada de educar en el mismo ambiente en el que se generan conocimientos y se desarrollan soluciones en Geomática. Los estudiantes de alto nivel participan activamente en los procesos de investigación y representan la próxima generación de investigadores, especialistas, tecnólogos, técnicos y educadores.

5.2 Aspectos pedagógicos

En virtud de que el punto de partida para diseñar un marco pedagógico para la Geomática se basó en el marco teórico planteado por la Dra. Araceli Reyes para la enseñanza-aprendizaje de las Matemáticas, enseguida se describen los elementos fundamentales del enfoque adoptado.

La preocupación por atender la educación matemática ha sido acompañada por una serie de concepciones teóricas provenientes de la psicología educativa y las teorías del

aprendizaje. Desde la antigüedad se ha reconocido que la manera de comprender las ideas abstractas es a través del descubrimiento y la construcción.

Una de las teorías del aprendizaje que ha tenido una gran influencia en la educación matemática es la desarrollada por Piaget con la que pretende explicar los procesos de aprendizaje, en particular, en el aprendizaje de las matemáticas. Piaget aportó un cuerpo de ideas acerca de como ocurre el aprendizaje. Para él, el conocimiento que adquiere el individuo depende de los conocimientos previos que tenga. Antes de Piaget se pensaba que con presentarle al estudiante de una forma ordenada y clara el conocimiento lo iba a incorporar a su sabiduría. A partir de las teorías de Piaget surge la idea de que los conocimientos siempre están acomodados en una estructura que cada individuo ha desarrollado durante su vida. Para adquirir un nuevo conocimiento es necesario incorporarlo a la estructura que cada individuo tiene. Al enfrentar un conocimiento nuevo ocurre un proceso de incorporación a la estructura previa. Para que el proceso de incorporación ocurra se necesitan de otros procesos previos que no son siempre los mismos. En ocasiones hay conflicto de lo que ya se tiene incorporado con el nuevo conocimiento; en otras debe existir una experimentación para que se produzca la asimilación. En otras ocasiones la acomodación de los nuevos conocimientos dentro de la estructura previa requiere de modificar algunos elementos. En otras más, la forma de presentar el nuevo conocimiento produce obstáculos. Para que ocurra una acomodación o asimilación en un individuo, la mayor parte de las veces se necesita que interactúe con los conceptos, problemas y suficientes ejercicios para desarrollar una intuición formal, a partir de la cual, el aprendiz incorpora conceptos, soluciones nuevas y la posibilidad de ordenar e incorporar todo esto en una nueva estructura mental. En palabras sencillas, adquirir el conocimiento no es como llenar un vaso de agua si no que más bien es como tratar de mojar una superficie que en algunas partes se encuentra llena de grasa, en otras está seca y es absorbente, en otras más no alcanza a llegar el agua y en otras aunque la superficie esté seca no absorbe. Piaget resume este proceso como abstracción reflexiva.

El descubrimiento se consigue de manera individual en un ambiente social adecuado en la zona de desarrollo próximo. Este aprendizaje se realiza a través de la operación sobre las ideas objeto del aprendizaje. Pedagogos como Lev Vigostkii hablan del estímulo

cercano y necesario para que un individuo pueda descubrir nuevas ideas, este es el concepto de zona de desarrollo próximo.

La metodología para abordar el conocimiento con el propósito de que el estudiante haga la abstracción reflexiva es a partir de la descomposición genética de los conceptos. El educador hace un análisis del desarrollo histórico del concepto para entender cuál fue la situación que lo inició para después preguntarse para qué un alumno, en el momento actual, va a aprender ese concepto y cómo lo va a utilizar. Con el propósito de conseguir que el estudiante logre un aprendizaje completo de un tema debe recorrer el camino de la comprensión, la mecanización para finalmente lograr la comunicación de lo aprendido.

Como todos estos procesos son mentales resulta muy difícil observarlos y definir en qué etapa del camino se encuentra un individuo para terminar de comprender un concepto. Un aspecto importante en el trabajo de Piaget es que comparó el desarrollo individual de formación de conceptos con el desarrollo histórico de los mismos.

A partir de ésta idea central algunos psicólogos y matemáticos han realizado investigación y han constatado que muchos de los obstáculos de los estudiantes para aprender matemáticas se asemejan a los obstáculos que tuvieron los matemáticos cuando estaban construyendo el conocimiento. Sobre esta base se han desarrollado metodologías para provocar los procesos necesarios para que haya aprendizaje en un buen número de alumnos. A ésta nueva corriente de la investigación educativa en matemáticas se le conoce como constructivismo, un representante importante de ésta corriente en el área de matemáticas universitarias es Ed Dubinsky.

Básicamente la metodología constructivista propuesta por Dubinsky consiste en que el profesor diseña actividades para que los alumnos construyan y recreen el conocimiento. Para que el profesor pueda diseñar las actividades tiene que hacer un análisis del concepto, que Dubinsky llama descomposición genética, y a partir de ella puede reconstruir los ejemplos y problemas que puede ir abordando para que el alumno pueda tener todos los elementos para comprender el concepto. La reconstrucción y recreación del conocimiento solamente se logra en un aula en donde los alumnos puedan explorar problemas que les permitan, a través de la reflexión construir conceptos. Esta situación se

da en un ambiente de intercambio y discusión en lo que se ha denominado, aprendizaje cooperativo.

Un elemento adicional que es importante en el aprendizaje colaborativo es la motivación individual de los alumnos. En el aula, a nivel individual, la educación matemática no es solamente un problema académico ni de metodología de enseñanza si no, además, es un problema social. Hay investigaciones muy serias y profundas que muestran como la influencia social es importante en el desempeño académico de los alumnos.

El lugar que ocupa en este siglo el conocimiento matemático en la sociedad es muy complejo. Por un lado se ve como un conocimiento inaccesible, excepto para un grupo "privilegiado de individuos".

Por otro lado es un paradigma de lenguaje para la ciencia y la tecnología moderna. Es casi una necesidad básica en todos los planes de estudio. Pero por otro lado, a nivel de aceptación social inmediata está la idea de que solamente gente muy rara puede aprender matemáticas y que se puede leer, entre líneas el mensaje, solamente ese número limitado de personas debe aprender matemáticas, y solamente ese. Es decir, es aceptable, socialmente, tener dificultades con las matemáticas. Nadie, ni nada nos va a rechazar si tenemos esa dificultad. Aún más, al individuo que no se le dificultan las matemáticas es rechazado socialmente porque es una persona "rara". Esto implica que el individuo difícilmente va a alcanzar a interiorizar la motivación para aprender matemáticas porque no tiene ningún estímulo externo que lo induzca a hacerlo. En este ambiente es donde el aprendizaje cooperativo puede ayudar a revertir la influencia social negativa que existe para aprender matemáticas.

El papel del profesor que enseña matemáticas se vuelve muy complejo. Tiene que establecer un equilibrio entre la motivación, la exigencia y la influencia social para que haya un desarrollo intelectual en el alumno. En este orden de ideas es importante que el profesor vaya dando los elementos necesarios para que los alumnos resuelvan los problemas que están a su alcance. Esto hará que encuentren el placer de resolver los problemas y quieran regresar a ellos hasta que alcancen la motivación interna. Al mismo tiempo debe ir aumentando el grado de complejidad, dosificándola para no provocar

aburrimiento en los que si pueden avanzar y frustración en los que tienen mayores dificultades. También es importante considerar que el trabajo en equipo facilita la comunicación entre alumnos y provoca que los más hábiles ayuden a los menos hábiles. Este intercambio resulta benéfico para ambas partes. Si además conseguimos que en el aula haya un ambiente de aprobación hacia aquellos que dominen el conocimiento estamos creando un micro ambiente social que propicia el aprendizaje.

Un problema que se plantea cuando abordamos el aprendizaje cooperativo, a nivel universitario, es la dificultad con la que se enfrentan tanto los alumnos como los profesores para adoptarlo; ya que han estado sometidos, en un alto porcentaje, a una metodología de conferencia en el aula, en donde, pasivamente el alumno sigue, en el mejor de los casos, el razonamiento del profesor para entender un ejercicio y en el peor, una explicación de como debe resolverlo.

En el esquema de conferencia, el profesor se encuentra ocupado en organizar el contenido de una forma lógica y concentra su atención en hacer una exposición clara y ordenada de los temas que quiere que sus alumnos aprendan. La atención del conferencista se centra en el contenido. En ocasiones, el conferencista también es receptivo, aunque no puede hacer mucho, a las angustias y malestares que está causando en los oyentes, pero en general esto no es así.

Con la finalidad de conseguir que el profesor pueda modificar su punto de concentración en la clase y pasar de ser el expositor experto de un tema a ser un promotor del conocimiento necesita de algunos instrumentos que le permitan desenvolverse adecuadamente en el aula. Primero, dentro del aula, el profesor tiene que cambiar su atención del contenido hacia los alumnos. Para poder concentrarse en las reflexiones, los análisis y los conflictos de los alumnos cuando se enfrentan a los problemas el profesor debe tener una descomposición genética de los conceptos que está abordando.

Por otro lado, la metodología de conferencia, a la que ha estado y está sometido el alumno, hace que éste tenga una actitud pasiva en el aula. Le hemos exigido que aprenda a estarse quieto, sin hablar ni inquietarse mientras dura la clase. También la escuela ha exigido a los alumnos que aprendan a obedecer las indicaciones de sus maestros. De

pronto no podemos pedirle a un joven que ingresa al nivel de posgrado que cambie de actitud radicalmente y se vuelva una persona con iniciativa, crítica, inquieta, creativa y activa en la resolución de problemas. En otras palabras no considero que sea posible, en el nivel de posgrado, pasar de la conferencia a un esquema de resolución de problemas, sin darles elementos a los alumnos para que sepan lo que esperamos de ellos y a los profesores la confianza en que los alumnos van hacia los conceptos objetivo.

Una herramienta auxiliar para interactuar con un grupo y organizar el trabajo cooperativo son hojas de trabajo que contengan problemas, ejercicios y preguntas que conduzcan los análisis, reflexiones e intercambios entre los alumnos.

5.3 Programa de Posgrado en Geomática del CentroGeo

En el año 2003 se da un gran paso en el CentroGeo al iniciar un Programa de Posgrado en Geomática. Hoy podemos afirmar que esta iniciativa fue muy acertada en tiempo y forma. En su diseño participaron diversas instancias y personas (el Comité Académico, la Dirección General, el Órgano de Gobierno y miembros de la RedGeo). Actualmente se reconoce al Posgrado como un programa exitoso y de calidad.

Debido a su rápido crecimiento fue necesario institucionalizar algunos aspectos que se desarrollaban de manera empírica y cotidiana. En la actualidad contamos con instrumentos básicos como son el diseño curricular, reglamentos, documentación detallada de los flujos de estudiantes, procedimientos formales de exámenes de grado, un archivo histórico de los cursos impartidos y de los expedientes académicos de los estudiantes, entre otros. Una componente, sin lugar a dudas esencial, ha sido el Comité del Programa de Posgrado que ha funcionado puntualmente y que ha permitido la puesta en marcha de este proyecto y abierto el camino hacia su consolidación.

En la operación diaria del Programa hemos aprendido buenas prácticas que han sido institucionalizadas y que comprenden: un modelo acorde con el proyecto científico y el modelo de gestión, la conformación de los grupos colegiados desde el comité del programa hasta los comités supervisores y los tutores en su caso, el curso propedéutico, los estudiantes de tiempo completo, el diseño de un modelo pedagógico, la definición de

reglamentos, políticas y reglas de operación, la gestión de los recursos como el cuerpo de profesores-investigadores (incluyendo la RedGeo), laboratorios, tecnologías de comunicación e información, dinamismo en la revisión curricular, retroalimentación internacional continua, entre otros elementos. Pero en la cúspide de estas buenas prácticas, el lema es “la calidad no es negociable”.

6. Reflexión final

Hoy, la Geomática tiene respuestas para la sociedad. La navegación con Google Earth por primera vez en la historia pone al alcance de nosotros recursos para ver o explorar lugares y realizar viajes virtuales a lugares familiares o desconocidos. El mensajero que entrega a domicilio porta un GPS para registrar que, en efecto, la entrega se hace en el destino indicado. Los noticiarios presentan imágenes de satélite para informar del estado del tiempo. Pero además, también se proporciona recursos para mejorar los procesos de prospección petrolera y minera, para decidir sobre la mejor ubicación de una sucursal bancaria, para optimizar la distribución de productos y servicios, para ofrecer mejores servicios en bienes raíces y en general, para hacernos y hacer a nuestra organización, institución o empresa, más competitivos y eficientes.

En síntesis, la geomática es actualmente una ciencia estratégica en la que los países más avanzados están realizando muchas inversiones porque han tomado conciencia de que brinda elementos estratégicos, tácticos y logísticos que permiten competir en este mundo globalizado. Sin lugar a dudas, México requiere de capital humano altamente especializado en Geomática para volverse más competitivo.

BIBLIOGRAFÍA

- Bolles, Robert. *"Teoría de la motivación"*. Editorial Trillas, V., 1983.
- Carlson, David; Johnson, Charles. *"The Linear Algebra Curriculum Study Group recommendations for the first course in linear algebra."* *College Mathematics Journal*, V.24 1, 1993. pp. 41-46
- Carlson, David. *"Teaching linear algebra: must the fog always roll in?"* *College Mathematics Journal*, V.2 4, 1993. pp. 29-40
- Dörfler, W., Mc. Lone, R.R. *"Mathematics as a school subject."* Christiansen, B., Howson, A.G., Otte, M, editores. *Perspectives on Mathematics Education*. . D.Reidel Publishing Company. Kluwer Academic Publishers Group. 1986.
- Dubinsky, E. *"Reflective Abstraction in Advanced Mathematical Thinking."* *Advanced Mathematical Thinking*. David Tall, editor, Kluwer Academic Publishers, Dordrecht. 1991.
- Geographic Information Science Body of Knowledge*. 2006. Publicado por Association of American Geographers, Washington, D.C. por iniciativa del UCGIS (University Consortium for Geographic Information Science).
- Gewin, V. *Mapping Opportunities en Nature, Careers and Recruitment*. Vol. 427, 22 enero 2004. <http://www.nature.com/nature/journal/v427/n6972/>
- Harel, Guershon. *"Learning and teaching linear algebra. Difficulties and an alternative approach to visualizing concepts and processes."* *Focus on Learning Problems in Mathematics.*, V.11, 1989. pp. 139-148
- Harel, Guershon. *"Applying the principle of multiple embodiments in teaching linear algebra; aspects of familiarity and model representation."* *School Science and Mathematics*, V.89, 1989. pp. 49-57
- Hillel, Joel; Sierpinska, Anna. *"On one persistent mistake in linear algebra."* *PME XVIII- Proceedings*, V.III, 1994. pp. 65-80

- Johnson, David W.; Johnson, Roger T. "The effects of cooperative and individualistic instruction on handicapped students and nonhandicapped students." *The Journal of Social Psychology*. V. 118, 1982. pp. 257-268.
- Konecny, Gottfried. 2002. "Recent Global Changes in Geomatics Education" en *The International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences*, Vol. XXXIV, Part 6 CVI.
<http://www.isprs.org/proceedings/XXXIV/part6/>
- Lay, David; Porter, Duane. "The Linear Algebra Curriculum Study Group recommendations for the first course in linear algebra." *College Mathematics Journal*, V.24 1, 1993. pp. 41-46
- Loomer, S.A. NGA Academic Research Program
<http://ncgia.ucsb.edu/projects/nga/docs/pdf/loomer.pdf>
- López-Caloca F., Sánchez R., Reyes, C., López-Caloca A. *From, Cybercartography to the Paradigm of Geocybernetics: A Formal Perspective* en "Cybercartography"
Editor: Taylor, F. Elsevier, Amsterdam. 2014
- López Caloca, F. *Un Aporte Teórico: El Prototipo Geomático*. Tesis Doctoral: Centro de Investigación en Geografía y Geomática Ing. J.L. Tamayo A.C. (CentroGeo) México, 2011 Tesis
- NCGLA CORE CURRICULUM, 1990 Version
<http://www.geog.ubc.ca/courses/klink/gis.notes/ncgia/>
- Piaget, Jean. "Introducción a la epistemología genética." Editorial Paidós, S.A.I.C.F., V.12, 1975.
- Renshaw, Peter D. "Synthesizing the Individual and the Social." *Seventh International Congress on Mathematics Education*. Quebec City, Canada.1992.
- Reyes, Araceli, 1995: "Propuesta metodológica para diseñar material didáctico para un curso de Álgebra Lineal Aplicada" Instituto Tecnológico Autónomo de México, (ITAM)

Reyes, C. *Cybercartography from a Modeling Perspective* en "Cybercartography: Theory and Practice" Ed. Fraser Taylor, Elsevier, Amsterdam. 2005

Reyes, C., Parás, M. *Geocybernetics: A pathway from empiricism to cognitive frameworks*. En "GEOcibernética: Innovating in Geomatics for Society" (Año 1, Número 1) 2012 <http://www.geocibernetica.org/journal/index.php/diciembre-2012/resumen-2012-02>

Reyes, C., Taylor, D. R. Fraser., Martinez, E., López-Caloca F. *Geo-Cybernetics: A New Avenue of Research in Geomatics?*, Cartographica Vol 41, No. 1, pp 7-20, spring 2006

Reyes, M. C., Lopez-Caloca, A., Lopez-Caloca, F., Sanchez, R. *Geocybernetics as a Tool for the Development of Transdisciplinary Frameworks* en "Cybercartography" Editor: Taylor, F. Elsevier, Amsterdam, Elsevier 2014.

Stevenson, Harold W. "*Learning from Asian Schools.*" Scientific American, V.267, 1992