

LA VEE Y LOS MMCC EN LA RESOLUCIÓN DE PROBLEMAS COMPUTACIONALES EN INGENIERÍA EN COMPUTACIÓN DEL IPN, EN MÉXICO.

Beatriz Dolores Guardián Soto, Roberto Osornio Soto, Víctor Manuel Ignacio Espinoza, Instituto Politécnico Nacional, México

Fermin González García, Universidad Pública de Navarra, España.

Email: bdguardian@ipn.mx, fermin@unavarra.es, foreyoulet@hotmail.com

Resumen. El presente trabajo describe los resultados obtenidos durante la experiencia didáctica en el aula de clases al implementar la Vee de Gowin y los MMCC herramientas derivadas de la teoría del aprendizaje significativo de Ausubel, Novak y Gowin, en la resolución de problemas en asignaturas relacionadas con el análisis y diseño de los algoritmos computacionales (REPADAC), utilizada como apoyo a los estudiantes en su aprendizaje. La resolución de problemas computacionales (RPC) es un procedimiento intelectual complejo, en el cual no se deben pasar por alto las distintas acciones que realiza nuestra inteligencia para resolverlo, ésta solución debe estar al alcance del nivel de desarrollo cognitivo y de las capacidades del grupo de estudiantes, se deben proponer problemas simples para desarrollar capacidades complejas, éstos problemas deben reflejar la vida cotidiana. Para la RPC por parte del alumno, influye en gran medida el grado de complejidad del problema y el interés que despierte resolverlo, su capacidad creativa, su habilidad. La efectividad del algoritmo no se valida simulando la solución, se tiene que hacer uso de formulismos matemáticos que de manera formal lo demuestren ya sea por inducción matemática o como lo sugiera Knuth (1977), por medio de método finito de cálculo. La metodología seguida se inició con el análisis de las observaciones en el aula de clase, a partir de éstas se planteó la pregunta de investigación y la construcción de las herramientas de evaluación a utilizar para validar la hipótesis planteada, a través del registro y análisis de datos se obtuvieron los resultados que se describen en la sección de análisis y discusión de resultados.

1 Introducción

El origen del aprendizaje significativo surgió del interés por conocer y explicar las condiciones y propiedades del aprendizaje, cambios estables cognitivos, significación individual y social para resolver problemas como: naturaleza de la adquisición y retención del conocimiento organizado, desarrollo de capacidades de aprendizaje y resolución de problemas (Ausubel, 1976).

La teoría de aprendizaje de Ausubel (1978), parece ser consistente con la idea central de la epistemología que Novak toma en cuenta en sus investigaciones relevantes para su teoría de aprendizaje, ya que Ausubel presenta una teoría de aprendizaje cognitivo dirigido al aprendizaje humano y a la realidad que se vive en las escuelas, en la posición del aula de clases. Novak y Gowin (1984) coinciden con Ausubel en que el aprendizaje significativo es una incorporación de nuevos conceptos de forma no arbitraria y sustantiva en la estructura cognitiva de los estudiantes.

Para Moreira (2000: p. 10), “es un proceso a través del cual una misma información se relaciona, de manera no arbitraria y sustantiva (no literal), con un aspecto relevante de la estructura cognitiva del individuo”. Dos herramientas han sido desarrolladas por Novak y Gowin a partir de ésta teoría; la Vee de Gowin y los mapas conceptuales. Los primeros trabajos sobre la Vee de Gowin se iniciaron en la Universidad de Cornell, USA (Cardemone, 1975; Bogden, 1977; Moreira, 1977), con estudiantes universitarios. El diagrama de la Vee de Gowin se basa en un estudio epistemológico de un acontecimiento, y constituye un método simple y flexible para ayudar a estudiantes y docentes a captar la estructura del conocimiento y del modo como éste se produce (Gowin, Alvarez, Marino, 2005). Se trata de un diagrama en forma de V, en el que se representa de manera visual la estructura del conocimiento (González, 2008).

Gowin (1981) la propone como una herramienta para ser empleada al analizar críticamente un trabajo de investigación, entender un experimento en el laboratorio, en una enseñanza dirigida a promover un aprendizaje significativo, así como “extraer o desempaquetar” el conocimiento de tal forma que pueda ser utilizado en la resolución de problemas (Moreira; 1990a).

El diagrama Vee, desafía a los investigadores a ser más precisos y explícitos sobre el rol que le otorgan a sus visiones el mundo durante la ejecución de la investigación; les obliga a pensar sobre las filosofías, teorías, principios/

leyes y conceptos que guían su trabajo. Los componentes de este lado, por lo tanto demandan integración con los del lado derecho (Moreira; 1990b).

El objetivo del presente trabajo fue implementar un modelo de enseñanza basado en la teoría del aprendizaje significativo de Ausubel y Novak, que apoyó al estudiante de la carrera de ingeniería en computación en la REPADAC en el tema del paradigma orientado a objetos. En la Escuela Superior de Ingeniería Mecánica y Eléctrica de la Unidad Culhuacán (ESIME-Cu) en ingeniería en computación (IC), se han realizado estudios previos en los cuales se ha dado a conocer estrategias metacognitivas como la Vee de Gowin para promover el aprendizaje significativo en el DAAC (Guardian, 2003,2004, 2005), por la autora, la experiencia en esas implementaciones, se puede afirmar que ésta le ayudó a los estudiantes a autoregular su conocimiento, permitiéndole el planificar, controlar y evaluar el proceso de desarrollo de la construcción de los algoritmos, para detectar posibles fallas en el proceso de aprendizaje (Guardian, 2009).

El diseño de los algoritmos computacionales representa un problema para que los estudiantes aprendan a programar, y ésta tarea es la parte medular de su carrera. El presente trabajo se realizó para ayudar al alumno a evolucionar desde su estructura cognitiva hacia la organización lógica de la manera en que ésta aprendiendo, y por tener interés como docente de guiar al alumno, hacia un aprendizaje significativo en la edificación de algoritmos computacionales óptimos como solución de los problemas planteados; ésta ha sido la justificación más relevante.

2 Implementación en la enseñanza de la POO

El uso de la Vee y los MMCC en la enseñanza de la programación se consideró como una estrategia y herramienta de apoyo en el aprendizaje significativo de los alumnos, por las razones antes descritas, su implementación al inicio no fue fácil, es difícil que los estudiantes acepten cambiar de métodos de estudio o la manera de aprender, están acostumbrados a una enseñanza centrada en el profesor, aprender a usar una herramienta metacognitiva no fue al inicio aceptada por el tiempo que creen le tienen que dedicar a entenderla para poder implementar, se buscó la forma de hacerla flexible para su uso en la construcción de los algoritmos, y en la evaluación se presentó como un método rápido y sencillo, en el cual la valoración de los diagramas construidos por los alumnos se realizó a partir de puntaje a los elementos incluidos.

3 Metodología

3.1 Etapa 0 o pre-inicial

Esta se realizó en cuatro etapas como se muestra en el mapa conceptual de la figura 1: Antes de iniciar el curso se aplicó a los estudiantes una entrevista con la finalidad de conocer su entorno social, económico y académico, así como los métodos de estudio utilizados por los estudiantes. Se aplicaron dos test, uno de conducta y otro de actitud para conocer éstos aspectos del alumno. Se registraron y analizaron los datos obtenidos de los instrumentos de evaluación mencionados, ésta información fue de gran valor para planear el curso, diseñar el material didáctico a utilizar, analizar y rediseñar y reorganizar los contenidos de manera lógica y coherente para hacerla más clara al alumno, así como la elaboración de los manuales del laboratorio, prácticas y apuntes. Para Gowin (1970) los materiales educativos son considerados acontecimientos previos que los seres humanos pueden usar para hacer que nuevos acontecimientos sucedan, y que para ser didácticos deben tener significados extraíbles y re construibles tanto por el docente como por el estudiante, para que puedan compartir los significados.

3.2 Etapa 1. Inicio-curso

En la primera semana de clases, se aplicó el examen diagnóstico, con la finalidad de conocer los conocimientos previos del alumno, así como detectar los errores conceptuales de cada estudiante, este examen estuvo constituido por una lista de preguntas cerradas, problemas propuestos y una lista de conceptos con los cuales el alumno construyo un mapa conceptual jerarquizando, ligando éstos con palabras de enlace, agregando los conceptos que el alumno consideró importante agregar.

Basándonos en ésta información se replanteo el objetivo general del curso, los objetivos de cada unidad de aprendizaje, se reestructuro el material didáctico y se reorganizaron los contenidos del curso, los métodos de evaluación, así como estrategias a implementar para cada unidad temática, prácticas de laboratorio estrechamente ligadas a la teoría.

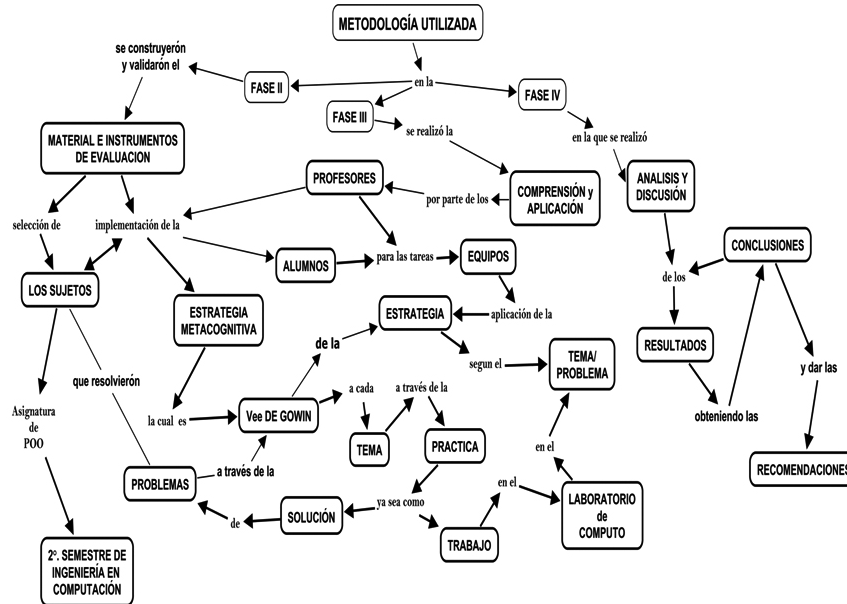


Figura 1. Metodología de la enseñanza implementando estrategias metacognitivas

3.3 Etapa 2. Durante _ curso

Se impartió los temas utilizando como estrategia la Vee de Gowin y los MMCC, construyendo los mapas para cada tema en colaboración con los estudiantes, a los cuales se les agrupo en equipos de máximo 4 estudiantes, para que en trabajo colaborativo, construyeran y discutieran sobre cada mapa conceptual construido.

La clase de resolución de problemas a través de algoritmos computacionales fue apoyada con la Vee de Gowin como estrategia didáctica, se utilizó la misma dinámica que con los MMCC, durante el curso en cada unidad del contenido del curso y una para cada práctica del laboratorio. Para la evaluación de las V de Gowin construidas por los estudiantes se utilizó un criterio de asignar puntuación a cada elemento de la V, tanto en las construidas para las prácticas del laboratorio, como en la resolución de los problemas propuestos en la clase teórica, también aquí se elaboraron las V de Gowin por grupos pequeños de no más de tres estudiantes, los cuales participaron de acuerdo a lo indicado en el manual que se les proporcionó al inicio del curso, sobre lo relacionado a la V de Gowin, sus preguntas y dudas fueron resueltas tanto en asesoría presencial como por correo electrónico, para guiar correctamente el proceso, en este proceso la tutoría al alumno fue de gran importancia.

El análisis de las V de Gowin elaboradas por los estudiantes permitieron evaluar la construcción del conocimiento de los alumnos y la forma como interaccionan la teoría y la práctica. El uso de la V invierte las afirmaciones piagetianas sobre el razonamiento, ya que supone que los estudiantes de cualquier edad puede parecer que operan en el nivel concreto o formal, dependiendo de lo adecuado que sean sus marcos conceptuales relevantes. Para éste análisis construyeron dos hojas de observación y evaluación.

Con respecto a los mapas conceptuales construidos por los estudiantes, estos se evaluaron por el número de conceptos empleados, la jerarquización de éstos, los enlaces cruzados a través de puntuaciones dadas a cada elemento de los mapas conceptuales, para comparar la evolución en el aprendizaje de conceptos de los estudiantes.

A través de una lista de conceptos con los cuales los alumnos tuvieron que construir un mapa conceptual así como agregar conceptos que ellos considerarán necesarios, jerarquizarlos y relacionarlos, para detectar errores conceptuales y el conocimiento previo del estudiante y se valoran las proposiciones que identificó, así mismo contestaron la prueba de conocimientos que consistió tanto de preguntas cerradas como de abiertas para conocer las habilidades y destrezas del alumno en la resolución de problemas a través del DAAC, para lo cual se les dio el tiempo suficiente para que éstos contestaran de acuerdo a los conocimientos previos con sumo cuidado y tiempo.

3.4 Etapa 3 Final _ curso

Al finalizar el curso se aplicó la pos-evaluación, y el cuestionario final de opinión, éste último para conocer las facilidades o dificultades de los alumnos al utilizar la Vee de Gowin y los MMCC, también nos permitió conocer la utilidad o no de estas técnicas como apoyo en la solución de problemas.

Materiales: Con el fin de recoger toda la información de manera fiel, se utilizó grabadora y guión de entrevista así como cuaderno de notas, y el lugar en donde se llevaron a cabo fue en el auditorio del departamento por ser un lugar amplio y cómodo.

El registro de estos datos sirvieron de base para la planeación didáctica del curso, ya que se reestructuró los temas del curso de manera más transparente para el alumno y apoyando con las estrategias como la V de Gowin y los mapas conceptuales, esta información registrada también fue la base para la elaboración del material didáctico y de apoyo como fueron:

a) Apuntes en los cuales cada tema se describieron los objetivos por tema y subtema, métodos y estrategias de apoyo, se dieron ejemplos y resolvieron ejemplos utilizando la Vee metacognitiva de Gowin, la parte teórica fue apoyada con los mapas conceptuales.

b) Manual de laboratorio: constituido por las prácticas, cada una de ellas con la especificación de los objetivos, metas, teoría requerida y un ejemplo desarrollado con la V, forma de evaluación.

c) Manual de la V y heurística de Gowin: El cual describe paso a paso la forma de construir la V de Gowin, con ejemplos y aplicación de cada uno de los elementos de esta técnica.

d) Manual del cmptools, para que el alumno utilizará el software para construir sus mapas conceptuales, atendiendo a la necesidad de los alumnos de utilizar los sistemas de cómputo, al ser ingenieros en computación.

Para el profesor universitario la elaboración de mapas conceptuales le va a permitir conocer lo que el alumno sabe en relación con una temática determinada y en base a ese conocimiento elaborar material curricular e instruccional conceptualmente transparente, aumentando así la eficiencia y eficacia de su labor (González, Casali, et al, 2007)

4 Resultados

Para el registro de los datos obtenidos al aplicar los instrumentos de evaluación como fueron; entrevistas, mapas conceptuales, diagrama V de Gowin, instrumentos finales y las calificaciones obtenidas en las evaluaciones fueron procesados en software informático SPSS. De la información registrada se realizó un análisis cualitativo y cuantitativo.

Test Value = 0	T	Media	<u>Desviación Estándar</u>	95% Intervalo de confianza
EXAMEN DIAGNOSTICO	10.471	5.90	3.042	3.00
POST-EVALUACION	39.690	8.89	1.927	8.45

Test de conocimientos y mapas conceptuales del grupo experimental semestre 02-2009

Tabla 1. Examen diagnóstico y post-evaluación: Std desviación

Para el registro de datos y análisis del examen diagnóstico de conocimiento y la lista de conceptos para que el alumno elaborara un mapa conceptual se tomó en consideración de las variables que habían mostrado ser relevantes en los estudios previos, éstas fueron: i) si el alumno es repetidor del curso; ii) si el alumno ha llevado cursos previos de programación en el nivel medio superior; iii) si el alumno trabaja; iv) Los alumnos que tienen conocimientos sobre el uso de las estrategias cognitivas.

Interpretación de los resultados encontrados en el examen diagnóstico con respecto a las variables que podrían afectar los resultados finales del estudio éstas no fueron significativas. El análisis estadístico de los datos recolectados concerniente a esas variables para cada par de grupos (experimental y control) resultaron no incidir de manera importante en los resultados finales.

En la Tabla 1 se puede observar una tendencia hacia la avance en el rendimiento en el grupo experimental, en el transcurso del semestre 02-2009. De un total de cuatro grupos se produjeron progresos en el rendimiento en dos grupos los que pertenecen al experimental, mientras que los otros dos (control) no empeoró, pero tampoco avanzó significativamente

En la Tabla 1 en el primer momento se obtuvo la media la cual es favorable para el grupo experimental y en el segundo momento la desviación estándar a través del paquete SPSS y como se puede apreciar en ésta el examen diagnóstico (5.042), los datos se han dispersado más que en el examen post evaluativo (1.927), hay más dispersión de datos en el examen diagnóstico y el promedio en el grupo experimental fue mayor, se puede observar las diferencias de resultados de la post-evaluación entre grupo experimental y control (Stevenson, 2004: p: 22-33).

El porcentaje que participó en la investigación por género, fue el 72.5 % del sexo masculino, esto es muy importante ya que el análisis también se realizó desde la perspectiva de género, para entender el porqué siempre existe en al menos un 70% estudiantes varones y la población femenina ha llegado a ser incluso de 5 % en algunos semestres, lo anterior a pesar que se han hecho estudios anteriores en donde ambos sexos tienen las mismas capacidades y destrezas en ésta ingeniería, y las edades en su mayoría en el curso del semestre fue de 18 años, por ser del turno matutino, ya que en estudios anteriores en donde se incluye el turno vespertino la edad promedio es entre 19 y 20 años.

Los resultados obtenidos al aplicar el examen diagnóstico y la post-evaluación hubo un avance conceptual de los estudiantes en un promedio de grupo, también se realizó un análisis comparativo por alumno.

En el primer momento se obtuvo la media la cual es favorable para el grupo experimental y en el segundo momento la desviación estándar a través del paquete SPSS y como se puede apreciar en ésta el examen diagnóstico (4.41), los datos se han dispersado más que en el examen post evaluativo (1.927), hay más dispersión de datos en el examen diagnóstico y el promedio en el grupo experimental fue mayor, se puede observar las diferencias de resultados de la post-evaluación entre grupo experimental y control.

La Figura 2 muestra un comparativo por estudiante de los resultados del examen diagnóstico y el de la evaluación al final del curso como se puede observar en un porcentaje mayor los estudiantes mejoraron después de implementar la metodología propuesta.

En ésta Figura se puede ver el comparativo del examen diagnóstico y post-evaluativo por estudiante. Como se puede observar, sólo los estudiantes 5, 15, y 17 no mejoraron incluso en el examen post-evaluativo. Su calificación fue menor como en el caso del estudiante 15 y 17 que su pre evaluación, lo cual es de poca significancia en comparación con el porcentaje de alumnos que mejoraron.

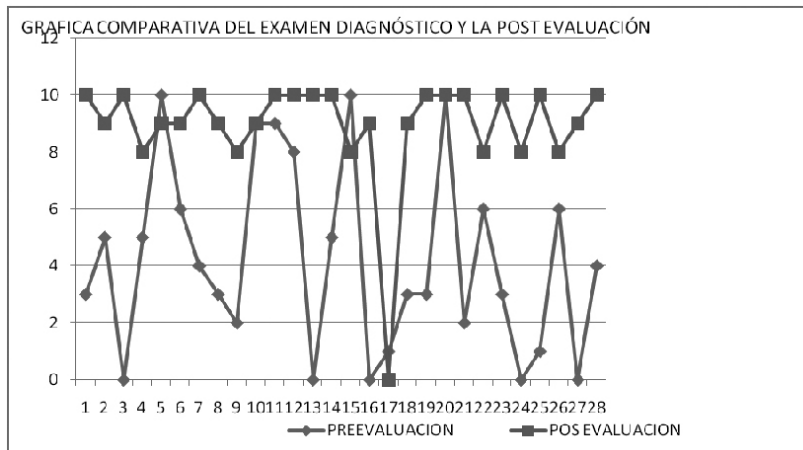


Figura 2. Comparativa por estudiante de la pre y post evaluación

5 Conclusiones

A partir de los resultados obtenidos, podemos concluir que el atender a la sugerencia de Gowin en su modelo trídico, en donde realza el dialogo entre el profesor, alumno y material educativo, y de Novak con su teoría humana de la educación, se lograron resultados positivos tanto en las evaluaciones, como en el avance conceptual del grupo experimental en relación al grupo control.

¿Existirá una variación significativa en los indicadores de un proceso de aprendizaje más significativo, en el grupo experimental y en relación al grupo control, mediante el uso la V en el análisis y diseño de los algoritmos?

Con base en los análisis de los resultados de las entrevistas y los test de actitud y conducta así como las pruebas de ¿Existirá una variación significativa en los indicadores de un proceso de aprendizaje más significativo, en el grupo experimental y en relación al grupo control, mediante el uso la V en el análisis y diseño de los algoritmos?

Con base en los análisis de los resultados de las entrevistas y los test de actitud y conducta así como las pruebas de conocimiento aplicado antes y al finalizar el curso, la prueba de actitud y la opinión de los alumnos sobre el material de los contenidos del curso, se puede concluir qué:

Hay evidencias de que los alumnos si lograron tener un aprendizaje significativo, esto se puede afirmar porque se cumplieron las tres condiciones necesarias para lograr un aprendizaje significativo.

En la presente investigación el grupo al cual se le enseñó bajo el modelo propuesto se logró integrar la teoría y la práctica a través de la V de Gowin, esto, no solo produjo enriquecimiento de aspectos metodológicos o estrictamente teóricos, sino que nos permitió sacar conclusiones de la práctica docente diaria.

Sobre las hipótesis: H1“Hay una mejora en la calidad de indicadores de aprendizajes significativos entre los estudiantes en el cuál se implemento la V de Gowin bajo la teoría de Ausubel, Novak y Gowin en el diseño de algoritmos, en relación con el grupo control”.

H0“No hay una mejora en la calidad de indicadores de aprendizajes significativos entre los estudiantes en el cuál se implemento la V de Gowin bajo la teoría de Ausubel, Novak y Gowin en el diseño de algoritmos, en relación con el grupo control”. Se midió el progreso paulatino del alumno a través del análisis cualitativo de las Vee de Gowin construidas por el alumno tanto para 11 prácticas del laboratorio, como en los problemas propuestos en la clase de teoría, para lo cual se utilizó la tabla de registro de puntos para el análisis de cada uno de los elementos de la V de Gowin.

Los mapas conceptuales y las ECPM se utilizaron en el examen diagnóstico y la post-evaluación como instrumentos cualitativos para conocer la variación de la estructura cognitiva del alumno, estar al tanto a lo que el alumno sabía con respecto a los conocimientos previos que debería tener para asimilar y aprender el nuevo contenido de la asignatura de programación orientada a objetos, objetivo que fue realizado satisfactoriamente, de acuerdo a los resultados obtenidas y a través de las medias y la desviación estándar, se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alterna.

La validación de las hipótesis:

En relación a las hipótesis:

1. H1” Hay una mejora que se pueda considerar significativa en relación al rendimiento académico entre los estudiantes en el cuál se implemento la V de Gowin bajo la teoría de Ausubel, Novak y Gowin en el diseño de algoritmos, en relación con el grupo control.”
2. H0” No Hay una mejora que se pueda considerar significativa en relación al rendimiento académico entre los estudiantes en el cuál se implemento la V de Gowin bajo la teoría de Ausubel, Novak y Gowin en el diseño de algoritmos, en relación con el grupo control.”

El análisis de las medias y la desviación estándar obtenidas de los resultados finales de los exámenes departamentales, reporte y exámenes de las prácticas de laboratorio, los mapas conceptuales construidos al inicio y al final del curso de acuerdo a los resultados obtenidos, nos aportaron evidencias significativas de que el grupo experimental mejoro su rendimiento académico y éste fue mayor al del grupo control, el cual no empeoro pero tampoco incremento su rendimiento académico significativamente, por son siguiente y dadas las certidumbres: Se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alterna.

Referencias

- Ausubel D. P. (1976), *Psicología Educativa, un punto de vista cognoscitivo*, 13ª Ed., Trillas, México.
- Ausubel D. P., Novak J. D. & Hanesian H. 1978. *Educational psychology: A Cognitive view*. 2ª edición. Holt. Reinhart & Wiston. Nueva York.
- Bodgen, Ch., (1977). *The Use of Concept Mapping as a Possible Strategy for Instructional Design and Evaluation in CollegeGenetics*. Unpublished Master’s thesis (Cornell University, Department of Education: Ithaca, N. Y).
- Cardamone, P. (1975). *Concept Mapping: A technique for Analyzing a Discipline and its Use in the Curriculum and Instruction in a Portion of a Colleague Level Mathematics Skills Course*. Unpublished Ph. D. thesis (Cornell University, Department of Education: Ithaca, N. Y.).
- González, F.; Ibáñez, F.; Casali, J.; López, J. y Novak J. D. (2007, 2ª Edición). *Una aportación a la mejora de la calidad de la docencia universitaria: Los mapas conceptuales*. Servicio de Publicaciones de la Universidad Pública de Navarra. Pamplona.
- González, F. M. (2008). *El Mapa Conceptual y el Diagrama V. recursos para la Enseñanza del siglo XXI*. Narcea, Madrid.
- Gowin, B. (1970). *The structure of knowledge*, *Educational Theory*, Vol. 20 (4), 319-328.
- Gowin D. B. 1981. *Educating*. Cornell Iniversity Press. Ithaca.
- Gowin, B., Alvarez, Marino C. (2005). *The Art of Educating with V Diagrams*, Cambridge University Press.
- Guardián, B. D. (2003). *Estrategias para promover el aprendizaje significativo de la asignatura de Análisis de Algoritmos en el nivel de Educación Superior*, Unpublished Ph. D. thesis (Universidad autónoma Metropolitana de Xochimilco, Departamento de Ciencias Sociales, Area de Educación y Sociedad, México).
- Guardian, B. D. (2004). *CEGA, Memorias del XX Simposio Internacional de Computación en la Educación*, México.
- Guardian, B. D. (2005). *El laboratorio virtual en la asignatura de Graficación a través del MELGA, un material didáctico interactivo como estrategia docente en la asignatura de Graficación*. Memorias del XXI.
- Guardián, B. D. (2009). *La Teoría de Ausubel, Novak y Gowin en la enseñanza del diseño de los algoritmos computacionales. El uso de la V de Gowin*. Unpublished Ph. D. thesis (Universidad autónoma Metropolitana de Xochimilco, Departamento de Ciencias Sociales, Area de Educación y Sociedad, México).
- Knuth Donald E. (1977). *El Arte de Programar, Algoritmos Fundamentales “Tomo 1 y II, de la 1ª versión y la última 1989*.
- Novak J. D. & Gowin D. B. 1984. *Aprendiendo a aprender*. Martínez Roca. Barcelona.

- Moreira, M. A. (1977). An Ausubelian Approach to Physics Instruction: An Experiment in an Introductory College Course in Electromagnetism. Unpublished Ph. D. thesis (Cornell University, Department of Education: Ithaca, N. Y.).
- Moreira M. A. (1990a). Aspectos metodológicos y referenciales teóricos a la luz de la Ve de Gowin. Editora Pedagógica Universitaria. Brasil.
- Moreira M. A. (1990b). La Vé epistemológica de Gowin como recurso instruccional en la enseñanza de las ciencias. Trabajo presentado en el III Congreso Internacional sobre la Didáctica de las Ciencias y las Matemáticas. Santiago de Compostela.
- Moreira, M. A. (2000). Aprendizaje significativo: teoría y práctica, Visor, Madrid. Stevenson, 2004.