

## LOS MAPAS CONCEPTUALES COMO HERRAMIENTAS DE DIAGNÓSTICO Y TRATAMIENTO DE ERRORES CONCEPTUALES

*Ladislada del Puy Molina Azcárate, Universidad Nacional de Tucumán, Argentina*

*Fermín María González García, Universidad Pública de Navarra, España*

*Email: ladismolina@hotmail.com,fermin@unavarra.es*

**Abstract.** El siguiente trabajo resulta de una investigación realizada para acceder al doctorado en la Upna (Navarra- España), en el cual se propone una forma de abordar y tratar los errores conceptuales (EECC) para lograr el Aprendizaje Significativo (AS). El modelo conductista en los ámbitos educativos no responde a las demandas de un aprendizaje significativo en integrar el pensamiento, el sentimiento y la acción conduciendo a la capacitación humana para el compromiso y responsabilidad. Responder a los desafíos actuales de la Sociedad del Conocimiento y la Información requiere cambiar la forma de enseñar y aprender (pasar de un Modelo Conductista- Positivista a otro Cognitivo-Constructivista), en este contexto aprender significativamente y crear conocimiento son claves para el desarrollo del pensamiento divergente, creativo y crítico. Los llamados errores conceptuales suponen auténticas barreras, para ello, esta investigación trata de eliminar y/ o paliar este problema. Un requisito clave para conseguir el AS es la elaboración de un material curricular e instruccional conceptualmente transparente, el Módulo Instruccional (MI); el tratamiento de los EECC que contribuye a modificar las estructuras cognitivas y un docente responsable que cambie la dinámica de trabajo en el aula. Se diagnosticaron los EECC y con ellos se realizó el MI, el que se implementó en escuelas secundarias de Argentina en las provincias de Tucumán (3 instituciones) y Jujuy (1 institución) a un grupo de clase (6º grado o 1º año). Se evalúa las actividades, dinámica propuesta y resultados de la implementación del MI con un mapa conceptual evaluador. Los resultados obtenidos evidencian un cambio en los grupos experimentales en las actitudes y en el rendimiento académico, En el pensamiento divergente se manifiesta el aprendizaje significativo, al aparecer en las producciones de los alumnos la creatividad en expresiones, producciones, y aplicaciones a la vida real.

### 1 Introducción

Las razones para innovar en educación son las exigencias de la sociedad del conocimiento y de la información, así como la necesidad de nuevas competencias cognitivas y una personalidad equilibrada emocionalmente. Para esto es fundamental un aprendizaje significativo frente al memorístico, reconocer los errores conceptuales y alcanzar una inteligencia emocional necesaria para el metaprendizaje. En general los sistemas educativos no cubren estas demandas ya que los planes de estudio apenas contemplan esta situación (González García, 2008).

En el aprendizaje significativo los errores conceptuales son un obstáculo y el docente debe ser consciente de los mismos y hacerlos conscientes a sus alumnos para avanzar en el aprendizaje. El alumno es un receptor activo, utiliza los conceptos y significados que ya internalizó para captar los nuevos e incluirlos en su estructura cognitiva (esquema conceptual). Si existen errores conceptuales (EECC) se dificulta la reorganización de su propio conocimiento, no elabora nuevas proposiciones ni logra su integración a la estructura cognitiva. El aprendizaje no es progresivo, los significados no son captados e internalizados, aprende de memoria (memoria a corto plazo) los EECC no se reconocen y no generan inconvenientes.

El aprendizaje significativo permite “SABER” ser, hacer, y sentir, lo que implica aprender a aprender. Al saber hacer se resuelven las situaciones problemáticas manejando el conocimiento para accionar en el mundo con creatividad. El “ser” ayuda a vivir rodeado de personas diferentes, actuar en una interacción social, y el “sentir” es ser plenamente responsable de uno mismo, actuando con voluntad y esfuerzo para el bien personal y colectivo. La complejidad de la vida cotidiana necesita del aprendizaje significativo, para Moreira (2000) debe ser crítico y subversivo. El pensamiento subversivo es poder cuestionarse, al plantear diferentes líneas de razonamiento y generar discursos distintos (es poder desestructurar su razonamiento y el de otros). El cambio conceptual tan necesario para lograr el aprendizaje significativo llevó a transformar los enfoques y las concepciones del aprendizaje de la ciencia. Los epistemólogos hablan de conceptos erróneos, concepciones alternativas, nociones ingenuas, nociones pre científicas pero Novak propuso adoptar la sigla *LIPH* (Limited or Inappropriate Propositional Hierarchies) como la más apropiada para esas concepciones erróneas. (Novak, 1983 y 1993).

En el aprendizaje significativo el alumno se involucra, establece relaciones significativas y no arbitrarias. La incapacidad de trasladar ideas y el uso de conocimientos adquiridos en contextos diferentes, generan dificultades propias del aprendizaje, necesitando el cambio conceptual (González García, 2001). En general en las clases no se trabaja para lograr el aprendizaje reflexivo ni la argumentación, es necesario enseñar a pensar. El docente debe trabajar con las inteligencias múltiples (Gardner, 1995) desarrollando en sus alumnos la capacidad de resolver problemas o elaborar productos que puedan ser valorados dentro de su cultura. Las inteligencias múltiples generan en el aula nuevas oportunidades de actuar (desde las diferentes disciplinas)

potenciando la autoestima y autovaloración, brindando la libertad de pensamiento, acción, creación y autogestión. Para lograr este cambio es necesario considerar estas variables en un constructo (MI, módulo Instruccional) o recurso didáctico que permita su implementación. Como antecedentes sobre la aplicación de un módulo instruccional (MI) para lograr el aprendizaje significativo al detectar y corregir errores conceptuales se pueden citar el Proyecto Gonca (2003), Albisu y cols (2006) y González García (2008). Los objetivos de este trabajo fueron: 1) Aplicar nuevos criterios en el desarrollo y evaluación del AS, mediante el uso de los EECC. 2) Organizar la planificación en un marco general con los criterios propuestos para el MI. 3) Emplear las nuevas tecnologías para ayudar al alumno en el aprendizaje, 4) Planificar las actividades y recursos para aprender a aprender.

## 2 Metodología

La hipótesis asume que es posible encontrar diferencias en el rendimiento académico final (hay AS) entre los estudiantes que utilizan MMCC, trabajan con EECC y MI como estrategia de enseñanza con los que no lo hacen. La variable independiente es la metodología utilizada con sus dos niveles, en un curso utilizar errores conceptuales y en el otro no. La muestra estuvo integrada por alumnos de 6° grado o 1° año (12 a 14 años de edad) de escuelas públicas, tres de la provincia de Tucumán (de zonas diferentes) y una de la provincia de Jujuy (escuela en zona muy pobre). Para la recolección de datos se utiliza un diseño cuasi experimental, con pretest y postest, y dos grupos de experimentación no aleatorizados.

Provincia	Muestra		Establecimiento	Curso	Tipo	N° alumnos
Tucumán	A	1	Esc. Com. N° 3	7° 3	Experim	38
	B			7° 4	Testigo	38
Tucumán	C	2	Liceo Nacional	1° E	Experim	38
	D			1° A	Testigo	36
Tucumán	E	3	Esc. y Liceo V. Sarmiento	6° A	Experim	36
	F			6° B	Testigo	36
Jujuy	G	4	Escuela Nueva La Salle	7°1	Experim	32
	H			7°2	Testigo	31

**Tabla 1:** Características de la muestra.

El estudio se extendió durante cuatro meses (Período lectivo 2010) en sesiones de tres horas cátedras semanales (40 minutos cada una) en un módulo de 80 minutos y otro de 40 minutos. La muestra se dividió en el grupo testigo y el experimental, en espacio (aulas) distintos y con docentes diferentes. El currículum de cada escuela está adaptado a los lineamientos del currículum oficial. Este estudio se realizó en 4 etapas

**1° etapa)** Diagnóstico y detección de EECC (mediante encuestas a docentes y alumnos) para elaborar el MI. Elaboración y aplicación del 1er mapa conceptual evaluador (MC evaluador 1°), elaborado por un docente y transmitido a los demás docentes de la experiencia. Consta de 25 conceptos inclusivos, necesarios para el trabajo del tema durante el año. Se incluyen conceptos que generalmente son erróneos. Se realiza en el período de diagnóstico durante 2 semanas. En el grupo experimental la organización de las actividades sigue lo propuesto en el MI utilizando el software específico cmaptools, y en el testigo la realiza el profesor siguiendo su criterio.

**2° etapa)** Elaboración y aplicación del MI para la detección y corrección de errores durante la aplicación del mismo. Este permite organizar de manera diferente los contenidos para el logro del AS y por otro ayudar a cambiar el esquema mental del alumno, corregir sus errores conceptuales o por lo menos aprender a pensar en ellos. Permite al docente actuar en la zona de desarrollo próximo (González García, 2008), se enfatizan los procesos cognitivos, el desarrollo de habilidades metacognitivas, y afectivas del alumno. En el MI se organizan actividades y será a través de ellas y como ellas son asimiladas por cada uno de los estudiantes donde se puede analizar el concepto de tarea la que comprende variables fundamentales que permiten el logro de habilidades cognitivas. Los contenidos a trabajar en el MI se organizan en una serie de actividades relacionadas, en una secuencia temporal y de complejidad creciente considerando los errores detectados. Los diferentes temas se organizan en introducción, focalización y resumen, adaptado de Project LEAP (Learning about Ecology, Animals and Plants, Cornell University, 1995). El MI está inserto en un marco general que presenta siete ejes verticales (psicológico, didáctico, epistemológico, procedimental, social, comunicacional y conceptual) y un eje transversal que integra y relaciona los anteriores) la evolución del pensamiento del alumno manifestado en el

AS. Los ejes verticales surgen en la complejidad del aula e intervienen la experiencia del docente y las características del grupo de alumnos.

Para el diseño y aplicación del MI se tiene en cuenta los siguientes criterios: Manejar el conflicto cognitivo para generar cambio conceptual, aprender a aprender, considerar las inteligencias múltiples, trabajar la comunicación biunívoca, el docente como mediador en la zona de desarrollo próximo, actitud positiva del alumno y del docente, vigilancia epistemológica del docente, trabajar con TIC (Nuevas Tecnologías de la información y de la comunicación), hipertexto como creación, el docente confía y valora el trabajo individual y grupal del alumno, los contenidos curriculares se trabajan como vehículo de las estrategias cognitivas, trabaja con herramientas heurísticas, mapas conceptuales, V de Gowin, valorar positivamente el error conceptual por permitir el cambio de la estructura cognitiva, valorar lo que el alumno sabe, las ideas previas, errores conceptuales, concepciones alternativas, fomentar el diálogo intrapersonal e interpersonal para conocer las estructuras cognitivas propias y las de los otros. Estos criterios, aunque no son trabajados todos a la vez, deben ser considerados durante el trabajo en clase ya que permiten de alguna forma asegurar el logro del AS.

Es fundamental en el desarrollo de este proceso enseñar la argumentación que favorece el dialogo interpersonal e intrapersonal tan necesario para el logro del AS. Con el diálogo o comunicación en el aula se puede acceder a las estructuras mentales propias y ajenas y lograr generar la circulación de información tan necesaria para romper las barreras de la timidez, desconfianza u otras. Estas pueden impedir que afloren los errores conceptuales que obstaculizan la reestructuración de los esquemas mentales. La autodisciplina y el trabajo consciente de ellas permiten ejercitar el autocontrol y el autoaprendizaje para llegar a aprender a aprender.

Otros aspectos de la tarea en el aula considerados importantes de observar y analizar son: el afectivo (como actitudes, las características propias de la personalidad, la actitud, motivación, o interés) y la evolución cognitiva continua (proceso profundo, invisible que aparece en la mente de los alumnos al responder, reaccionar o realizar las tareas en el aula o en la casa) y controlada. Es importante crear un clima de trabajo, de confianza y seguridad, donde los errores no son descalificados, sino reconocidos y reelaborados. Todo esto relacionado con el grado de dificultad que la tarea exige, y en un feedback adecuado entre la calidad de realización, permite oportunidades para lograr el final de un producto exitoso.

Se pone énfasis en los errores detectados por los propios alumnos y se trabaja con la argumentación en el aula. En esta etapa la evaluación del alumno se hace en forma permanente, analizando su evolución cognitiva.

**3º etapa)** Aplicación del 2º mapa evaluador (MC evaluador 2º), el alumno debe repetir el mapa evaluador de referencia.

**4º etapa)** Análisis comparativo MC evaluador 1º y 2º. La Valoración de Mapas y Errores Conceptuales en el grupo experimental y testigo se realiza mediante un análisis cualitativo (desde la topografía y la semántica) y cuantitativo, para lo cual se realizó el seguimiento del rendimiento académico de los alumnos, previo, durante y posterior a la aplicación del *MI*. Se aplicaron pruebas multivariadas a los indicadores de Bartels, Novak (1988), y a un nuevo índice propuesto que incluye los índices anteriores y agrega la presencia y número de los EECC. Para determinar si se da el AS se utilizaron por un lado los índices de González García y Guruzega (2004) y por otro lado se realizó la comparación del promedio de notas obtenidas durante la aplicación del MI con el obtenido en los dos cursos anteriores (4º y 5º grados).

Los datos obtenidos mediante la aplicación de los índices, fueron analizados utilizando un análisis de varianza longitudinal multivariado para comparar el rendimiento de los grupos control y experimental. El método multivariado permite estudiar simultáneamente varias respuestas. Este tipo de modelo permite cuantificar la evolución del aprendizaje de los alumnos expresado como la diferencia de los puntajes obtenidos en los MMCC inicial y final, de cada uno. A partir de los promedios de las diferencias individuales dentro de cada curso, se puede comparar el comportamiento promedio del grupo control y el experimental y establecer si existen diferencias significativas entre ellos. El test de Tukey fue utilizado cuando se obtuvieron diferencias significativas en el ANOVA.

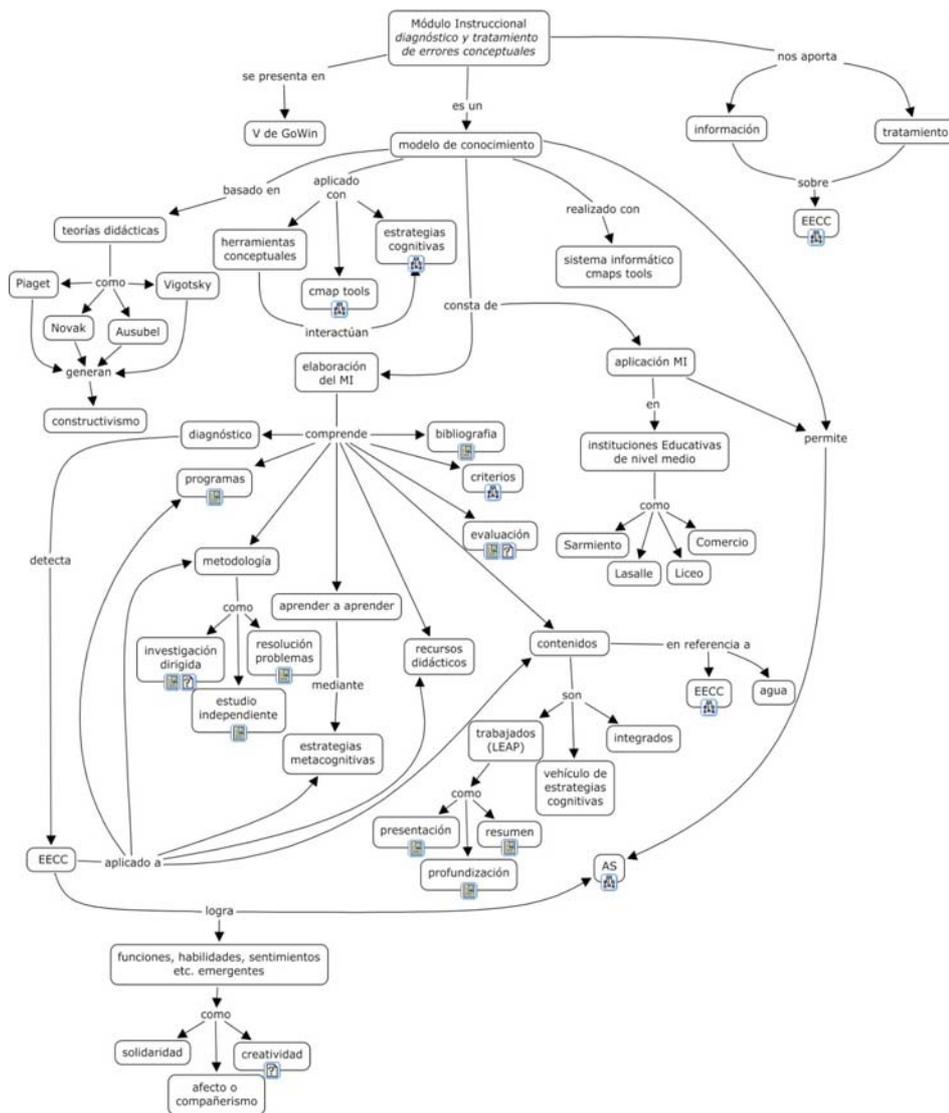


Figura 1. Mapa conceptual que describe el MI

### 3 Resultados

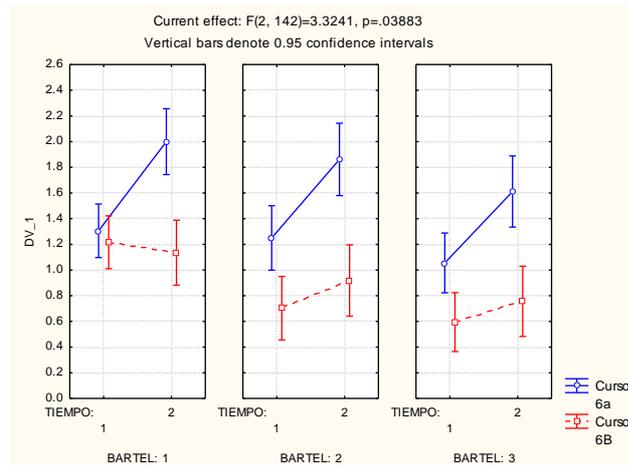
La encuesta para conocer los EECC se realizó a docentes (30 entre expertos y noveles) la que curiosamente no se devuelve quedando solamente por informar los resultados de la encuesta a los alumnos.

De las Instituciones Educativas en las que se realizó la experiencia solo en una de ellas (Escuela y Liceo Vocacional Sarmiento) se logran datos estadísticamente significativos. En las otras instituciones debido a situaciones de huelgas, ausencia y renuncia de profesores entre otros motivos se producen irregularidades que afectaron el normal desempeño del dictado de clases, pero si se pudieron obtener datos cualitativos. En todas las instituciones y en todos los grupos experimentales se aprecian cambios actitudinales como ser: clima afectivo positivo, mayor contención de alumnos problemáticos, mejora en las relaciones interpersonales, el trabajo con CmapTools en el laboratorio de informática permite la integración de los alumnos avanzados al colaborar con los menos diestros, además mejoran las relaciones interpersonales, y el tratamiento óptimo de alumnos con dificultades cognitivas manifiestas (Jujuy, Síndrome de Sutton).

Cuando se comparan los resultados en la Escuela 3, entre el 1º periodo (MC 1) y 2º Periodo (MC2) se observa que hay diferencia significativa entre medias solamente en el grupo experimental (indicado por letras diferentes) ( $p < 0,05$ ), cuando se aplica el índice de Bartels.

Escuela 3	Experimental		Testigo	
	Mc 1	Mc 2	Mc 1	Mc 2
Bartels A	1.30 <sup>a</sup>	2.00 <sup>b</sup>	1.21 <sup>a</sup>	1.13 <sup>a</sup>
Bartels B	1.25 <sup>a</sup>	1.86 <sup>b</sup>	0.70 <sup>a</sup>	0.92 <sup>a</sup>
Bartels C	1.05 <sup>a</sup>	1.61 <sup>b</sup>	0.59 <sup>a</sup>	0.75 <sup>a</sup>

**Tabla 2.** Promedios de cada ítem del índice de Bartels, dentro de los grupos experimental y testigo. Superíndices diferentes, en cada fila, indican diferencias significativas entre medias ( $p < 0.05$ ) obtenidas con test Tukey. Categoría A) Conceptos y terminología; B) Conocimiento de las relaciones entre conceptos; C) Habilidad para comunicar conceptos a través del mapa conceptual.



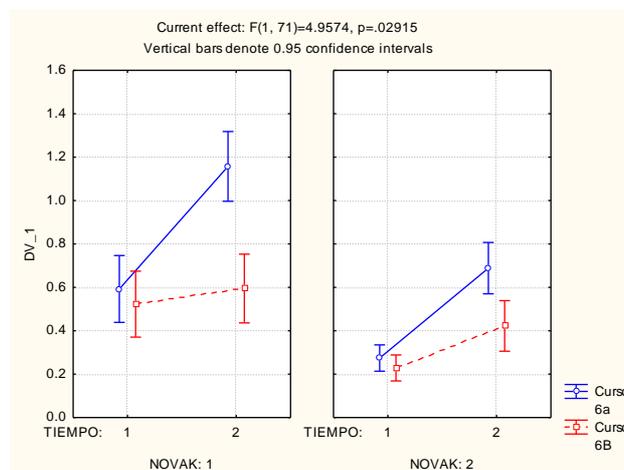
**Figura 2.** Gráfico de los resultados indicados en la tabla 1. Grupo experimental en azul (línea continua) (6a) y en rojo (línea de puntos) el grupo testigo (6B)

Resultados de aplicación del índice de Novak, en la siguiente tabla N° 3:

Escuela 3	Experimental		Testigo	
	Mc 1	Mc 2	Mc 1	Mc 2
Jerarquía	0.6 <sup>a</sup>	1.2 <sup>b</sup>	0.5 <sup>a</sup>	0.6 <sup>a</sup>
Relaciones	0.3 <sup>a</sup>	0.7 <sup>b</sup>	0.2 <sup>a</sup>	0.4 <sup>b</sup>

**Tabla 3.** Promedios de dos ítems del índice de Novak

Al comparar los resultados obtenidos para la categoría “Jerarquías”, entre el 1º y 2º Periodo hay diferencia significativa entre medias solamente en el grupo experimental (indicado por letras diferentes) ( $p < 0,05$ ). En cambio, en “Relaciones” se observa diferencias significativas en los dos grupos. Se consideran los puntajes obtenidos en las jerarquías y relaciones ya que prácticamente no existen relaciones cruzadas y ejemplos.



**Figura 3.** Gráfico de los resultados indicados en la tabla 2.

Los resultados obtenidos con el análisis de los índices de Bartels, Novak y el nuevo índice midiendo los EECC coinciden en sus resultados.

A continuación se muestran dos figuras de mapas conceptuales evaluadores (escaneados) realizados por una alumna antes (figura 4) y después de la aplicación del MI (figura 5). En la figura 4 se aprecia la falta de conectores y jerarquías, no usó todos los conceptos y las proposiciones son incorrectas. En la figura 5 se aprecia el uso correcto de conectores, de diferentes jerarquías, usa todos los conceptos y las proposiciones son correctas.

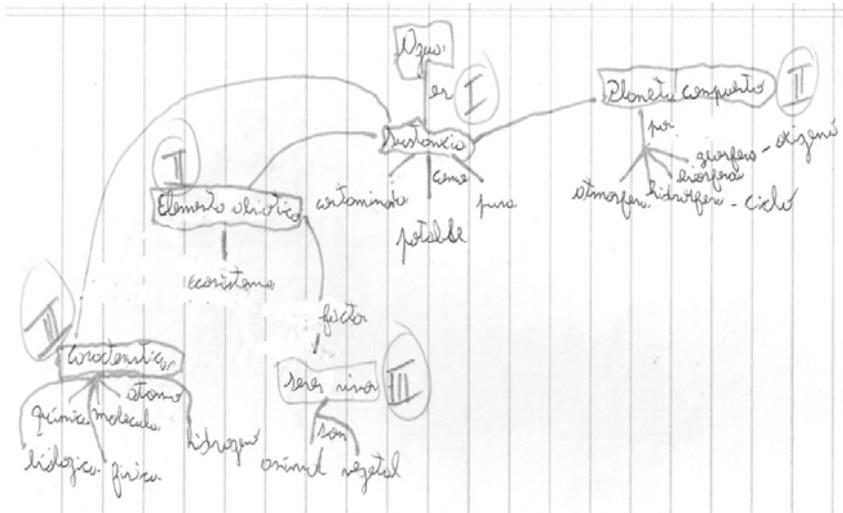


Figura 4 . Mapa conceptual evaluador 1 (previo a la aplicación MI)

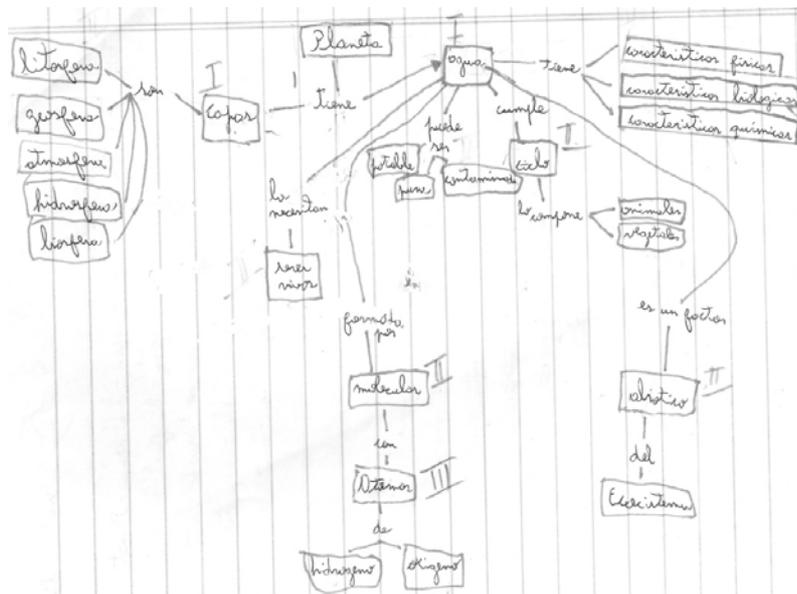
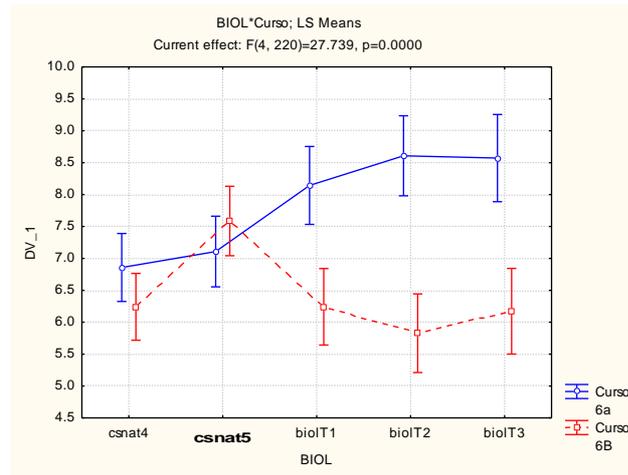


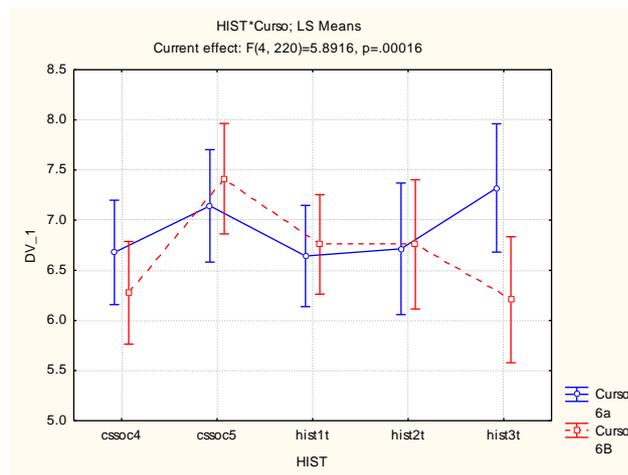
Figura 5 . Mapa conceptual evaluador 2 (posterior a la aplicación MI)

Los resultados de comparar las calificaciones finales de dos cursos previos y las calificaciones trimestrales del curso correspondiente al período de aplicación del MI se observa en la figura 6. En la misma se grafica los resultados de la comparación de los grupos experimental y testigo donde se observa una marcada diferencia a partir del 1° trimestre (diferencia significativa). Cabe recordar que se inicia la aplicación del MI al comenzar el período lectivo y el dato del 1° trimestre corresponde a las primeras pruebas evaluadoras del año.



**Figura 6.** Resultados de la comparación de las calificaciones finales (asignatura biología).

Los alumnos del grupo experimental valoraron positivamente sus resultados y resolvieron aplicarlos voluntariamente en asignatura Historia. En la figura 7 se grafica los resultados de esta experiencia donde se observa una tendencia a la mejora en el grupo experimental hacia el 3° trimestre.



**Figura 7.** Resultados de la comparación de las calificaciones finales (asignatura historia).

Cuando se evaluó el Aprendizaje Significativo utilizando los indicadores descriptos por González García & Guruceaga se puede decir que en ambos grupos se logra el mismo pero de manera diferente.

#### 4 Conclusiones

Las notas registradas en la escuela N° 3 en 4° y 5° grado en ambos grupos al ser comparadas con los resultados de 6°, muestra que si se da una mejora en el grupo experimental. La mejora puede ser explicada por causas que tienen que ver con la organización institucional, por ejemplo: las alumnas empiezan su escolaridad en esta institución, lo que permite el logro de una gran pertenencia y les da seguridad emocional (se sienten seguras); se promueve la autodisciplina; la autogestión de actividades extra programáticas por las alumnas; un sistema de evaluación continua (exámenes parciales y finales en todas las asignatura y todos los curso); se procura la inclusión de todas las aspirantes a jardín (1° año inicial de escolaridad) y se favorece la recuperación (la no expulsión) de las alumnas con problemas de aprendizaje. Esto permite disminuir las diferencias sociales con las que ingresan las alumnas. Pudo detectarse en todo momento en el grupo experimental muy buen estado de ánimo, disposición para el trabajo y colaboración.

Este tipo de metodología permite un trabajo integrado e interdisciplinario con otros espacios curriculares y los alumnos entusiasmados con el trabajo con mapas y por sus resultados positivos utilizaron voluntariamente los mapas conceptuales en la asignatura de ciencias sociales.

La construcción de significados es un hecho individual, solo el estudiante puede decidir hacer el esfuerzo, así el debe empeñarse en modificar y reestructurar consciente y deliberadamente sus esquemas mentales. Los maestros deberían ayudar a sus alumnos a que realicen y reconstruyan sus esquemas personales en el plano conceptual, de manera que formen su competencia cognoscitiva.

Los criterios seleccionados y empleados para diseñar el *MI* se consideran adecuados y en cierta forma novedosos por su interrelación. Estos mismos criterios pueden aplicarse perfectamente en otras disciplinas en el trabajo del aula.

Se pudo organizar la planificación en un marco general que abarque los criterios propuestos para el *MI*, con diferentes núcleos temáticos fundamentales y criterios para el AS mediante el tratamiento de los EECC. Esto fue aplicado por las docentes involucradas en la experiencia. Tanto los alumnos como los docentes implicados en la experiencia reconocen la existencia y persistencia de los errores conceptuales.

La aplicación del *MI* facilita detectar y trabajar los EECC, permite la autocorrección por parte de las alumnas, que aprendan a aprender, tendiendo al aprendizaje significativo. Se detectan cambios actitudinales en la tarea en el aula, mejor rendimiento general, mayor creatividad en las producciones, más participación en el aula con mejor nivel de argumentación.

Se aplicó el software específico para el trabajo con mapas conceptuales (cmaptools) cumpliendo así el objetivo de emplear las nuevas tecnologías para ayudar al alumno en el aprendizaje.

## 5 Referencias

- Albisu, S., San Martín, I., y González García, F. (2006). Aplicación de los Mapas Conceptuales (mmcc) y de la V de Gowin en la Elaboración de Módulos Instruccionales en Alumnos de Magisterio. En A. J. Cañas. y J. D. Novak (editores), *Concept Maps. Theory Methodology*, San José, Costa Rica: Universidad de Costa Rica.
- Cornell University (1995). LEAP Project (Learning about Ecology, Animals and Plants).
- Gardner, H. (1995). *Inteligencias Múltiples. La Teoría De La Práctica. Cognición y Desarrollo Humano*. Paidós (Ed).
- González García, F. M. (2008). *El Mapa Conceptual Y El Diagrama V. Recursos Para La Enseñanza Superior En El Siglo XXI*. Narcea (Ed).
- González García, F. M., Moron, C., y Novak, J D. (2001). *Errores Conceptuales. Diagnósis, Tratamiento Y Reflexiones*. Eunate (Ed).
- Guruceaga, A., González García, F. M. (2004). Aprendizaje Significativo y Educación Ambiental: Análisis de los Resultados de una Práctica Fundamentada Teóricamente. *Enseñanza de las Ciencias*, 22(1), 115 –136.
- González García, F. M., Cañas, A. J. (2003). Gonca Project: Meaningful learning using cmap tools. Paper. *Advances in Technology-Based Education: Toward a Knowledge-Based Society. II International Conference on Multimedia ICT's in Education*. Junta de Extremadura. Consejería de Educación, Ciencia y Tecnología. Badajoz, Spain.
- Helm, H. & Novak, J.D., (Eds.) (1983). *Proceedings of the International Seminar on Misconceptions and Educational Strategies in Science and Mathematics* (Ithaca, NY: Cornell University, Department of Education).
- Moreira, M. (200) *Aprendizaje Significativo Crítico*, accesado en 2012:  
<http://www.if.ufrgs.br/~moreira/apsigcritesp.pdf>
- Novak, J.D., (Ed.) (1993) *Proceedings of the Third International Seminar on Misconceptions and Educational Strategies in Science and Mathematics*. (Ithaca, NY: Cornell University, Department of Education).
- Novak, J.D.,& Gowin, B. (1988) *Aprendiendo a Aprender*. Martinez Roca (Ed).