

**EL APRENDIZAJE SIGNIFICATIVO COMO BASE PARA COMPRENDER LA NATURALEZA DE LA CIENCIA Y LA TECNOLOGÍA Y PARA LOGRAR EL DESARROLLO DEL PENSAMIENTO CRÍTICO DE LOS ESTUDIANTES**

(The Meaningful Learning as A Basis for Understanding the Nature of Science and Technology and Fostering the Development of Students' Critical Thought)

*Ricardo Chrobak*

Universidad Nacional del Comahue (UNCOMA).

**Resumen**

El artículo examina diversas conceptualizaciones y aspectos del aprendizaje significativo y su relación con el pensamiento crítico, y la enseñanza de la naturaleza de la ciencia y la tecnología para fomentar el pensamiento crítico, presentando modelos y herramientas tendientes al desarrollo de habilidades creativas para la resolución de problemas y toma de decisiones en ciencias exactas y naturales. También se analizan experiencias educativas de profesores universitarios y reflexiona sobre implicancias en la formación docente.

Finalmente presenta una experiencia de aplicación del enfoque STEAM con la participación de estudiantes de nivel medio de la provincia de Neuquén, cuyos resultados de aprendizaje fueron exitosos y altamente promisorios.

**Palabras clave:** Aprendizaje significativo, pensamiento crítico, Naturaleza de la Ciencia y la Tecnología, enfoque STEAM.

**Abstract**

The article examines various conceptualizations and aspects of meaningful learning and its relationship with critical thinking, and teaching the nature of science and technology to foster critical thinking, presenting models and tools aimed at developing creative skills for the resolution of problems and decision making in exact and natural sciences. It also analyzes educational experiences of university professors and reflects on implications in teacher training.

Finally, it presents an experience of applying the STEAM approach with the participation of middle-level students from the province of Neuquén, whose learning results were successful and highly promising.

**Keywords:** Meaningful learning, critical thinking, Nature of Science and Technology, STEAM approach.



*Para que ellos puedan mirar el futuro con esperanza,  
la Educación debe volver a aprender*  
(Chrobak, R. 2010)

## **INTRODUCCIÓN**

Sabemos que nuestro país sufre de grandes postergaciones. Al mismo tiempo sufrimos una larga tradición de la enseñanza de las ciencias exactas y naturales, basada en teorías perimidas, que han dado como resultado una muy pobre preparación de los alumnos de hoy, que serán los ciudadanos del mañana. La situación se agrava cuando se trata de aprender asignaturas de estas ciencias, tan necesarias para lo que se denomina la alfabetización científico-tecnológica. Otro dato de interés radica en que es cada vez menor el número de estudiantes que se matricula o que se interesen por las carreras técnicas.

Considero que una propuesta adecuada para mejorar esta situación, sería la aplicación del modelo de competencias, el cual generó nuevas formas de mediar los procesos de aprendizaje y evaluación en los estudiantes, al buscar que estuvieran en condiciones de identificar, interpretar, argumentar y resolver problemas pertinentes del contexto, siendo éstos los procesos mentales característicos del pensamiento crítico.

Se trata de lograr una socioformación integral mediante el aprendizaje de las competencias necesarias *para la autorrealización, la mejora del tejido social en lo local, lo nacional y la tierra patria, el desarrollo socioeconómico, el emprendimiento en las diversas áreas, la contribución al equilibrio y la sustentabilidad ambiental, y el fortalecimiento del arte, la cultura y la ciencia.*

## **PREPARANDO CIUDADANOS PARA EL SIGLO XXI**

El progreso tecnológico genera nuevas necesidades de ciudadanos con competencias y capacidades de adaptación constante.

La innovación educativa no radica meramente en la inversión en TICs, más bien requiere nuevos modelos pedagógicos y didácticos, abiertos, ágiles y flexibles, que permitan aportar capital humano entrenado para los nuevos roles demandados.

Para desarrollar la propuesta, partiremos de las siguientes premisas en las que se basa la misma.

❖ *El aprendizaje significativo es liberador por su capacidad de favorecer el pensamiento crítico en los estudiantes*

❖ *Se reconoce que la ciencia y la tecnología tienen una presencia notoria y significativa en la sociedad*

❖ *Las repercusiones de la CyT en la economía, la política, la educación, la cultura, el ocio, etc. ponen de relieve su destacado papel en las decisiones tanto personales como colectivas en una sociedad globalizada como la actual.*

❖ *Existe una necesidad perentoria de que mediante la educación actual, toda la ciudadanía del siglo XXI alcance conocimientos básicos y útiles para poder participar de las decisiones importantes a lo largo de su vida.*

❖ *El enfoque de Educación STEAM (Acrónimo de Science, Technology, Engineering Arts and Mathematics) basado en el aprendizaje significativo prioriza a la integración y a la interdisciplina como clave del éxito para la ciudadanía del siglo XXI*

Basados en estos principios nuestro grupo de investigación se pregunta si necesitamos:

¿Docentes creadores de contenidos o solo consumidores de contenidos?

¿Docentes creadores de métodos de enseñanza para el futuro o solo consumidores de métodos de enseñanza para el futuro?

¿Docentes creadores de innovación tecnológica o solo consumidores de innovación tecnológica?

Es importante reconocer que, el camino de un docente de clase mundial comienza con experiencias educativas de calidad.

Esto requiere a su vez de un compromiso con el aprendizaje permanente y el desarrollo profesional. En este orden de ideas planteamos que, la educación tradicional —que parte de un docente que selecciona los contenidos de un programa, los organiza según su punto de vista y los explica, esperando que el educando aprenda esos contenidos y después los aplique— conlleva una lógica que ha sido rebasada por las demandas educativas actuales. *El paradigma de la “educación centrada en las competencias” promueve una lógica contraria: ahora es esencial enfrentarse a una tarea relevante (situada) que generará aprendizaje por la “puesta en marcha” de todo el “ser” implicado en su resolución* (Pimienta y Enríquez, 2009).

En definitiva, de lo que se trata es de “aprender a aprender y aprender a cambiar”

La Agenda Mundial 2030 de la UNESCO para el Desarrollo Sostenible es un programa ambicioso, deseable y universal para erradicar la pobreza mediante el desarrollo sostenible para el 2030. Cuando se aprobó en septiembre de 2015, la comunidad internacional reconoció que la educación es fundamental para el éxito de los 17 objetivos escogidos. Además de la agenda de la UNESCO, nos hemos basado en informaciones recabadas en cientos de entrevistas con dirigentes del mundo de las empresas, las ONG y la Educación, donde se concluye que: los estudiantes necesitan siete competencias de Educación, a fin de estar preparados para la vida, el trabajo y la ciudadanía del siglo XXI, a saber:

COMUNICACIÓN LINGÜÍSTICA

MATEMÁTICAS

COMPETENCIAS DIGITALES

APRENDER A APRENDER

SOCIAL Y CÍVICA

APRENDER A EMPRENDER

CULTURAL Y ARTÍSTICA

Sin embargo, revisando otros antecedentes, consideramos adecuado proponer que hace falta agregar una competencia más, como lo es el desarrollo del “pensamiento crítico” debido a que pensar críticamente permite discernir entre lo bueno y lo malo, lo verdadero y lo falso, lo feo y lo bello y, lo que es más importante, nos ayuda a tomar decisiones, aspecto aplicable a todos los órdenes de la vida.

## **¿QUÉ ENTENDEMOS POR PENSAMIENTO CRÍTICO?**

Es muy común asimilar el pensamiento crítico a la racionalidad; Sin embargo, el PC no tiene que ver exclusivamente con los procesos racionales, sino con su coherencia, con su adecuación a la realidad y, sobre todo con la validez de las decisiones que se toman, en particular, las referidas a cuestiones existenciales y de convivencia.

Si bien existen muy variadas definiciones operativas del PC, no es fácil encontrar una definición conceptual. Es una situación similar al descubrimiento de la electricidad: nadie sabía que era aquello, pero se tenía una clara experiencia de su descarga. Uno de los trabajos más importantes sobre la caracterización del PC se realizó con el **Método Delphi**, que consistió en formar un panel de expertos compuesto por cuarenta y seis hombres y mujeres de todas partes de los Estados Unidos y de Canadá.

Representaban muchas disciplinas académicas diferentes como las humanidades, las ciencias, las ciencias sociales y la educación. El proyecto de investigación duró dos años y se realizó en nombre de la Asociación Filosófica Americana. El trabajo resultante se publicó bajo el título de **Pensamiento Crítico: “Una Declaración de Consenso de Expertos con Fines de Evaluación e Instrucción Educativa”** (The California Academia Press, Millbrae, CA, 1990) y se transcribe a continuación.

*“Entendemos que el pensamiento crítico (PC) es el juicio auto regulado y con propósito, que da como resultado interpretación, análisis, evaluación e inferencia, como también la explicación de las consideraciones de evidencias conceptuales, metodológicas, criteriológicas o contextuales en*

*las cuales se basa ese juicio. El PC es fundamental como instrumento de investigación. Como tal, constituye una fuerza liberadora en la educación y un recurso poderoso en la vida personal y cívica de cada uno. Si bien no es sinónimo de buen pensamiento, el PC es un fenómeno humano penetrante, que permite auto rectificar. El pensador crítico ideal es una persona que es habitualmente inquisitiva; bien informada; que confía en la razón; de mente abierta; flexible; justa cuando se trata de evaluar; honesta cuando confronta sus sesgos personales; prudente al emitir juicios; dispuesta a reconsiderar y, si es necesario a retractarse; clara con respecto a los problemas o las situaciones que requieren la emisión de un juicio; ordenada cuando se enfrenta a situaciones complejas; diligente en la búsqueda de información relevante; razonable en la selección de criterios; enfocado en preguntar, indagar, investigar; persistente en la búsqueda de resultados tan precisos como las circunstancias y el problema o la situación lo permitan. Así pues, educar buenos pensadores críticos significa trabajar en pos de este ideal. Es una combinación entre desarrollar habilidades de pensamiento crítico y nutrir aquellas disposiciones que consistentemente producen introspecciones útiles y que son la base de una sociedad racional y democrática”.*

En general, existe, como vemos, una apreciable diversidad de intentos de conceptualizar el PC, pero a los fines operativos, optamos por enumerar los principales rasgos y virtudes que porta el pensador crítico, donde destacamos los siguientes:

*Enfocado en preguntar, indagar e investigar*

*Una persona que es habitualmente inquisitiva*

*Elabora evidencias conceptuales y metodológicas*

*Es prudente al emitir juicios auto regulados*

*Es persistente en la búsqueda de resultados*

*Constituye una fuerza liberadora en la educación y un recurso poderoso en la vida personal y cívica de cada uno.*

Resumiendo, el pensamiento crítico involucra **plantearse preguntas, analizar y evaluar** – o emitir juicios de valor– basados en el conocimiento adquirido. Estas características lo convierten en una de las habilidades primordiales que deben adquirir, no solo los estudiantes de todos los niveles educativos, sino también todos los ciudadanos que desean desempeñarse con éxito en sus profesiones y vidas privadas en este siglo.

También es importante tener en cuenta, en el marco de la teoría ANG lo siguiente: «...El pensamiento crítico no puede enseñarse como una proceso generalizado. En la práctica, solo se puede mejorar, adoptando un enfoque preciso, lógico, analítico y crítico para la enseñanza de una disciplina en particular, un enfoque que fomente la apreciación del método científico de esa disciplina...» (Ausubel et al., 1986). Es decir que la capacidad de pensamiento crítico solo se puede mejorar dentro del contexto de una disciplina en particular. Esto significa que la capacidad de observar, clasificar y medir en un contexto determinado, no puede tomarse como indicativo de la capacidad de un estudiante para hacerlo en un contexto completamente diferente, por ejemplo, la competencia en una habilidad como la observación no se puede transferir de un contexto a otro a menos que los dos contextos y los conceptos científicos tengan mucho en común. Si hiciéramos ese tipo de suposición en medicina, estaríamos encantados de someternos a una operación **cerebral** realizada por un especialista en **obstetricia o psiquiatría**. En realidad, el contexto en el que las habilidades son adquiridas es crucial para el buen desempeño de esa habilidad y para nuestra confianza en el practicante. (Hodson, Derek, 1996). Las habilidades involucradas en la observación del

**comportamiento de los peces de acuario**, por ejemplo, tienen muy poca similitud o relevancia para observar el **comportamiento de los productos químicos** en calentamiento, la observación de **nebulosas distantes** a través de un telescopio o la 'lectura' de **Fotografías de rayos X**. (Ibid.) Lo que los estudiantes notarán y elegirán informar, y cómo lo reportarán, dependerá no solo de sus poderes de discriminación, sino de su posesión de **criterios teóricos relevantes para emplear**. Es lo que denominamos carga teórica de la observación.

De hecho, mucho **conocimiento científico** va en contra del sentido común: la física de Galileo, Newton o Einstein se compara desfavorablemente con puntos de vista aristotélicos si el sentido común es el árbitro. Además, mientras algunos científicos pueden trabajar solos, sus **afirmaciones de conocimiento y de valor**, deben tener la forma y lenguaje apropiados e informados para la evaluación crítica por otros científicos. Deben considerar el reconocimiento de la ubicación social y, por lo tanto, la **dependencia cultural** de la empresa científica.

## **LA NATURALEZA DE LA CIENCIA Y LA TECNOLOGÍA (NDCYT) Y EL PENSAMIENTO CRÍTICO**

Con relación a las ideas sobre la naturaleza de la ciencia y la tecnología (NdCyT), se debe favorecer la Actividad Científica Escolar, mediante la cual el alumnado puede apropiarse también de los contenidos científicos **supradisciplinarios**, es decir, los relacionados con cómo se genera, organiza y evoluciona el conocimiento científico, y los valores y las actitudes frente a este.

Enfatizar que el conocimiento científico se ha generado a lo largo de la historia, por y para las personas, y por tanto, es una producción cultural más de la humanidad. Estas últimas afirmaciones nos acercan al conocimiento y aplicación, para fomentar el PC, de la teoría de Ausubel, Novak y Gowin, hoy conocida como la teoría ANG, o del **Aprendizaje significativo**.

También nos remite a la aplicación de las herramientas metacognitivas desarrolladas en el marco de dicha teoría: **Los mapas conceptuales y la UVE** (Novak, J. D., and Gowin, D. B., 1981).

En efecto, una de las herramientas metacognitivas que mejor describe la generación de conocimientos es la conocida como UVE de Gowin, también llamada del conocimiento o heurística.

Para analizar el uso de la misma durante la enseñanza comenzaremos por analizar las dudas que muchas veces nos emergen sobre ciertos conocimientos. Comenzaremos recordando una cita de Eduardo Galeano al respecto:

**“Libres son quienes crean, no copian, y libres son quienes piensan no obedecen. Enseñar es enseñar a dudar”**

Existen muchos autores que comentan sobre la importancia de las dudas o preguntas en el proceso de enseñanza-aprendizaje:

...No se nos educa para que aprendamos a preguntar. Se nos educa para que aprendamos a responder...

...El auténtico preguntar zozobra la certeza, el mundo pierde pie, su orden se tambalea y la intensidad de lo polémico y conflictivo vuelve a cobrar preponderancia sobre la armonía de toda la síntesis alcanzada y el manso equilibrio de lo ya configurado... **(Kovadlof. 2007)**

Cuando a **Isidore Isaac Rabi**, (Descubridor de la resonancia magnética nuclear y premio Nóbel de Física 1944), le preguntaron qué le había ayudado a ser Científico, respondió: “Al salir de la escuela, todas las otras madres judías de Brooklin, preguntaban a sus hijos:

¿qué habéis aprendido hoy en la escuela?

En cambio, mi madre decía: *¿IZZY, te has planteado hoy alguna buena pregunta?*”  
(Christine Chin)

“La ciencia consiste en colgar preguntas a las certidumbres más logradas” (Ortega y Gasset)

“La ciencia es por esencia pregunta, problematicidad. en cuanto pasamos del qué, el porqué de la consignación de los hechos hasta la develación de todos los fundamentos que los hacen inteligibles, empezamos a situarnos en la vertiente creadora” (Martín Heidegger)

“Si tuviéramos que diseñar un robot que sea creativo, lo primero que debemos enseñarle es a realizar preguntas” (Javier Corbalán Berná)

## LA UVE HEURÍSTICA DE GOWIN

Se llama heurística a la herramienta utilizada como ayuda para resolver un problema o comprender un procedimiento. La "UVE" heurística (o diagrama en "V") fue desarrollada en sus orígenes para ayudar a los estudiantes ya sus instructores a ver más claramente la naturaleza y finalidad de las prácticas de laboratorio en los cursos de Ciencias.

Es importante señalar que los elementos epistémicos están relacionados entre ellos y que si estas relaciones no están bien establecidas en la estructura intelectual, el diagrama reflejará, posiblemente, una de las concepciones espontáneas. En tal caso, las elaboraciones futuras resultarán, probablemente, defectuosas. Esta propiedad del diagrama UVE de reflejar las concepciones espontáneas, es lo que lo hace particularmente útil para aplicarlo a la Educación, ya que permite visualizar en forma simple las proposiciones que necesitan ser re-elaboradas.

Hemos ya señalado que para llegar a ser buenos pensadores críticos, debemos poder relacionar las teorías con las prácticas, hacernos nuestras propias preguntas, buscar y utilizar nuevas evidencias, evaluar los argumentos, encontrar nexos entre los distintos argumentos y finalmente, categorizar las líneas de pensamiento principales. El uso de la UVE, conduce al estudiante a realizar todas estas acciones de forma dinámica y creativa. En efecto, también hemos señalado que pensar críticamente, permite mejores desempeños y los logros más importantes que conducen a fortalecer la creatividad. Todo ello permite mejorar las habilidades para **resolver problemas** y **tomar decisiones importantes**.

En este punto reforzaremos la hipótesis en cuanto a que la UVE potencia la creatividad de los individuos, por lo que describiremos someramente las características del ser creativo.

Aun reconociendo las numerosas definiciones de creatividad, es posible considerarla desde el punto de vista ausubeliano y su relación con al aprendizaje significativo, de donde surgen las condiciones mínimas que se requieren, considerando que la metacognición de cada sujeto sobre sus procesos creativos, debe ser considerada una base teórica apropiada sobre la que deben elaborarse cualesquiera métodos de formación de creatividad.

No es nuestra intención ahondar, en la descripción de la creatividad, por ser otras las motivaciones de este trabajo, pero sí, podemos resumir estos criterios en un mapa conceptual como el que muestra la figura 1. (Novak, 1998, traducción del autor).

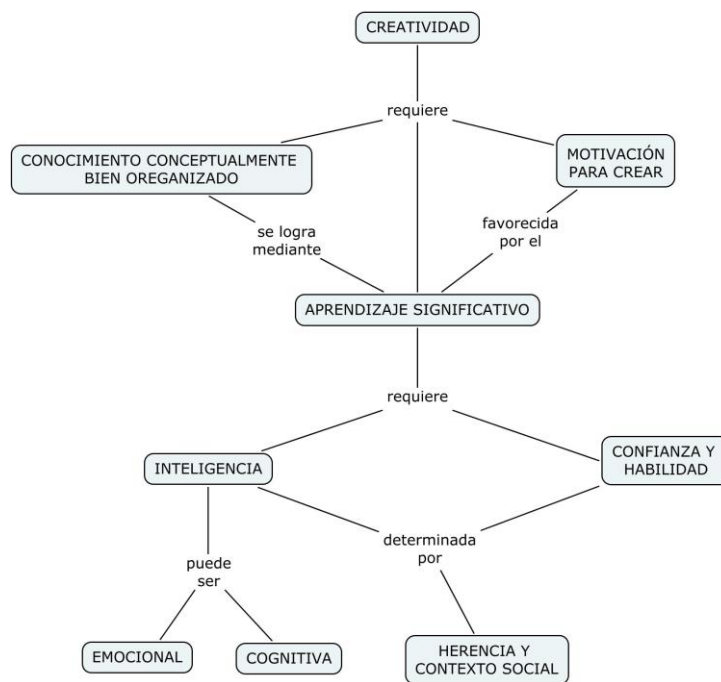


Figura 1: Conceptos centrales involucrados con la creatividad de los individuos

Cualquiera de nosotros posee capacidades creativas, pero no son muchos los que están dotados de la habilidad y el impulso emotivo para dar el gran salto que se necesita para producir adelantos en la ciencia, el arte, la música u otros campos del pensamiento humano. No obstante, las componentes creativas, pueden ser ampliamente mejoradas, desarrollando de modo significativo la capacidad y el deseo de aprender, en especial si logramos que el aprendizaje sea significativo.

Ser creativo involucra:

- *Adquirir estructuras de conocimiento bien organizadas.*
- *El impulso emocional necesario para buscar conexiones entre diferentes dominios de conocimientos.*
- *Transformar estructuras de conocimiento conceptualmente opacas a estructuras conceptualmente transparentes.*
- *Integrar constructivamente el pensar, sentir y actuar a través de la experiencia.*

Para lograr *ciudadanos creaCtivos<sup>i</sup>* como se requieren en el presente siglo, es importante que en las prácticas educativas, tengamos en consideración que el potenciamientos de la creatividad ofrece grandes posibilidades.

Sin embargo, la identificación del estudiante creativo, es generalmente conflictivo y mal entendido por los profesores. Muchos creativos quedan marginados del sistema escolar por falta de una detección a tiempo y una ayuda adecuada

El docente debe aplicar la práctica creativa en la docencia, sea como método de trabajo para o como propuesta de objetivo para el currículo. Una clase creativa es un foro para el pensamiento, un antídoto para el aburrimiento, una fuente de motivación para los alumnos, un recurso garantizado ante las disrupciones y un caldo de cultivo para la excelencia

También en la práctica empresarial, la creatividad es un recurso obligado, un lugar de iniciativas, innovación, búsqueda y adaptación. Todos los puestos de responsabilidad exigen a sus ocupantes perfiles altamente creativos



Debemos visualizar la creatividad como una manifestación en individuos que buscan altos niveles de adquisición de aprendizajes significativos.

Cada faceta que caracteriza a la creatividad está relacionada con la búsqueda de integración de conceptos y proposiciones en una estructura cognitiva altamente organizada, como las que se obtienen con la buena construcción de mapas conceptuales.

La recompensa afectiva que resulta de tal diferenciación y desarrollo cognitivo, cataliza el impulso creativo de cada individuo.

*¿Cómo creemos que se pueden lograr estas aspiraciones?*

- Buscando un verdadero cambio mental (sí, cambiar nuestra mentalidad) desde la opción convencional a la constructivista)
- Mediante los criterios emergentes de una teoría comprensible sobre el aprendizaje humano (aprendizaje significativo)
- Mediante la utilización de herramientas de enseñanza-aprendizaje que respondan a los criterios de la metacognición

Así, el desarrollo de un buen clima pedagógico de las clases debería caracterizarse por una serie de elementos que aportan a la formación de las competencias creativas, tales como, tener respecto por la individualidad del estudiante; centrar el proceso de formación en las necesidades y posibilidades del mismo para elevar los niveles de motivación; tender a un proceso de enseñanza-aprendizaje que considere el ritmo de desarrollo de cada estudiante, para lograr el desarrollo del pensamiento y el aprendizaje creativo; Por último permitir libertad y responsabilidad, para experimentar, problematizar y discrepar, permitiendo el desarrollo de la independencia de acción y juicio y el desarrollo de la imaginación. Y ninguna de estas características se cumplirá si no conseguimos que la docencia universitaria sirva para que los estudiantes se formulen sus propias preguntas.

La UVE ayuda a “desempaquetar” en forma imaginaria, un determinado cuerpo de conocimientos y a analizar cada uno de sus distintos componentes epistemológicos, para luego reestructurarlos y reconstruirlos desde una nueva perspectiva, lo que permite obtener un cuerpo de conocimientos más amplio y evolucionado. Esta representación utilizada en un área de conocimientos determinada recibe el nombre de la UVE del conocimiento, tal como se grafica en la Figura 3.

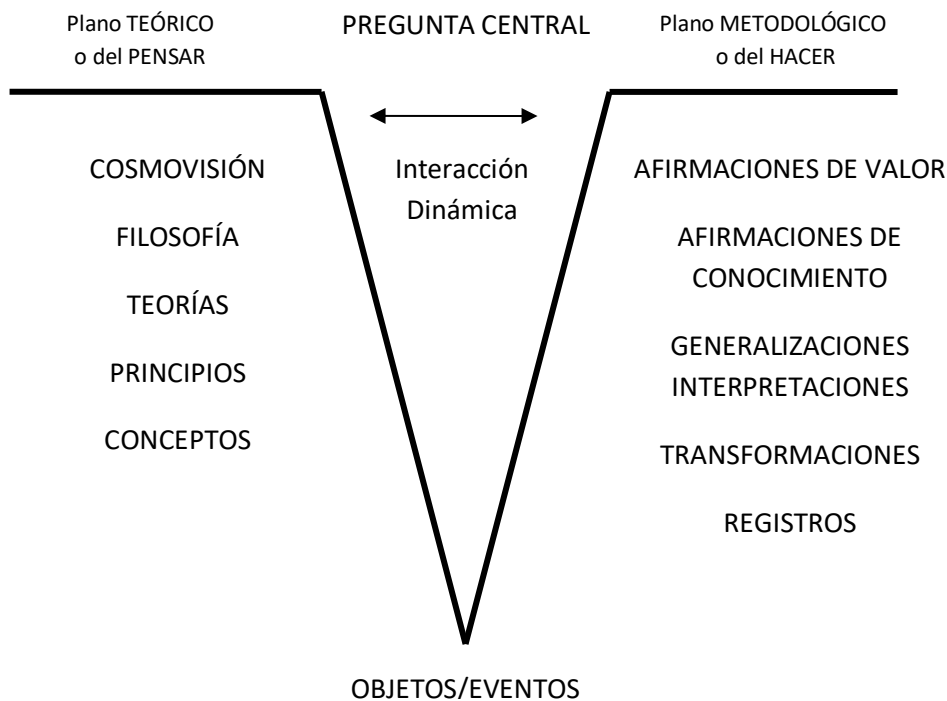
**Pregunta central:** Una buena forma de delinear el contexto de trabajo es construir una Pregunta Central, esto es, una pregunta que especifique claramente el problema o asunto que la UVE ayudará a resolver.

Por supuesto, la pregunta central o de enfoque, se deben referir a un objeto o evento Las UVEs que se enfocan en eventos tienden a ser más ricas en explicaciones y las que se enfocan en objetos tienden a ser más descriptivos. Ambos ayudan a responder preguntas

Cada vez que nos planteamos un problema, miramos el objeto o el acontecimiento a ser estudiado desde el marco conceptual de nuestro conocimiento previo. Es decir que el primer factor que influencia nuestra construcción de conocimientos, es justamente nuestra **cosmovisión**, o sea nuestra “visión acerca del mundo que nos rodea”

“El hombre como dueño y señor de lo creado”, es la **filosofía** imperante en los tiempos de Copérnico, al igual que sus contemporáneos, tenía esa imagen del Universo y creían que la relación entre el conocimiento de la naturaleza y el ser humano era de sumisión y pertenencia. De la filosofía, pues, emana nuestra manera particular concebir el mundo y al hombre dentro de él.

De acuerdo a la filosofía, los individuos aceptan determinadas **teorías** las cuales tratan de explicar el “porqué” la naturaleza se comporta de la forma en que lo hace.



*Figura 3: La UVE heurística como una representación de la estructura del conocimiento: una docena de elementos epistémicos. (Gowin, 1987)*

Los **principios** describen el “cómo” se comporta la naturaleza, es decir que son menos elaborados que las teorías, a pesar que muchas veces es difícil la distinción entre principio y teoría.

Según D. Ausubel un **concepto** es el “conjunto de regularidades percibidas en objetos o eventos que responden a una etiqueta” (el nombre) y que tienen suficientes elementos en común como para permitirnos la comunicación.

El lado derecho de la UVE se comienza con los **registros**. Los datos registrados a partir de las observaciones y mediciones constituyen los “**hechos**”

El tratamiento de los registros nos lleva a las **transformaciones**. En especial el analizar los registros en formas de gráficos, hace a los científicos afirmar que los gráficos son “maquinitas que ayudan a pensar” Lo mismo podemos mencionar sobre el gráfico UVE, al que podemos considerar como la “maquinita” que nos ayuda a empoderarnos para pensar críticamente.

Una vez que hemos acomodado y transformado toda la información proveniente de la observación, y las mediciones, pasamos finalmente a contestar su pregunta central, con una **afirmación de conocimiento**. Al no revestir el carácter de “hipótesis confirmada” las afirmaciones no constituyen la verdad última, por lo que pueden considerarse como verdades tentativas, que pueden dejar de serlo cuando nuevas evidencias científicas así lo indiquen, como sucedió con la teoría aristotélica heliocéntrica.

**Afirmaciones de valor:** En esta etapa se formulan conclusiones que ya no están estrechamente relacionadas con el manejo de los datos, sino que son más bien estimaciones del que aprende que tienen que ver con el valor que le atribuye a las nuevas proposiciones halladas.

## LA UVE PARA FORTALECER A DOCENTES Y ALUMNOS

La UVE heurística nos muestra una forma de usar lo que ya sabemos y que constituyen los elementos epistemológicos sobre los que debemos pensar cuando intentamos realizar un nuevo aprendizaje. Al mismo tiempo, reconocemos que el conocimiento es construido por las personas, por lo que, evidentemente, habrá una estrecha relación entre el conocimiento que cada persona construye para sí misma y su aprendizaje.

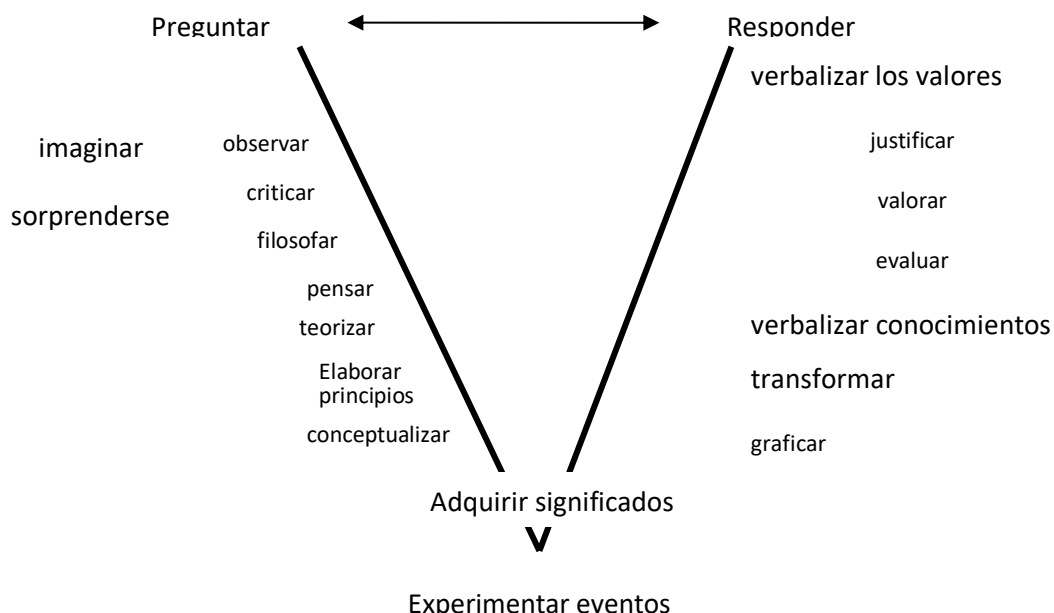


Figura 4: La UVE del Aprendizaje. (Gowin, 1987)

Considerando que el aprendizaje está íntimamente enlazado al contexto de la educación, podemos analizar cómo las dos ramas principales de la UVE del conocimiento están relacionadas por actividades de preguntas y actividades de respuestas durante el aprendizaje humano, lo que la convierte en una herramienta que permite examinar el aprendizaje y es de vital importancia para la educación. El diagrama UVE en el contexto de la educación como una herramienta de aprendizaje, se muestra en la Figura 4.

Por otra parte, Gowin destaca la importancia de relacionar, en una forma explícita y deliberada, el pensar, el actuar y el sentir. Podemos aprender a pensar a través del recorrido del lado izquierdo de la UVE (Lado del Pensar); guiar los procesos del actuar con el desarrollo del lado derecho de la UVE (Lado metodológico), mientras que los sentimientos son expresados ampliamente a través de la elaboración de las **afirmaciones de valor**.

Numerosos trabajos de investigación han revelado muy buenos resultados cuando el docente busca que sus alumnos transiten los pasos de la UVE del aprendizaje en la reconstrucción de conocimientos. Aprender es un proceso vital que tiende a la reorganización de la estructura cognitiva como actividad central.

En primer lugar, puede afirmarse que, en términos de esta postura constructivista, se considera el actuar como el comportamiento gobernado por el significado. Por lo tanto, el logro de

aprendizajes significativos por parte de los estudiantes resultará en un cambio positivo en su forma de actuar. Aprender acerca del aprendizaje también lleva un cierto tiempo y el tiempo que toma es diferente para cada estudiante. El tiempo es un tirano de todo proceso de enseñanza - aprendizaje. No obstante, el tiempo suele utilizarse para controlar directamente los esfuerzos, más que para verificar cuáles son los significados que dirigen esos esfuerzos.

Un segundo paso consiste en lograr que el estudiante llegue a ser competente en el análisis de la UVE. Puede ser a través del análisis de trabajos de otros, de ser posible, de gente que sea autoridad en ese tema. Es útil, asimismo, analizar trabajos de investigación, libros, manuales, artículos y las filosofías de la disciplina. El fortalecimiento de los estudiantes aparece cuando ellos llegan a comprender en qué medida la autoridad experta también es falible, ya que entre los expertos hay desacuerdos.

Un tercer momento se inicia cuando los alumnos comienzan sus propias investigaciones. A medida que van completando sus trabajos, ellos se van dando cuenta de cuánto aprendieron por sí mismos. El trabajo del docente puede considerarse terminado cuando los trabajos de los alumnos están bajo su propio control. Las entrevistas entre el docente y los estudiantes, grabadas o filmadas, son técnicas muy recomendables, que constituyen registros de nuevos eventos. Estos registros pueden ser estudiados por docentes y alumnos para construir así una UVE de aprendizaje como estructura de conocimiento acerca del hecho educativo. “A medida que estos eventos vayan cambiando en el futuro, estas UVEs también cambiarán, fortaleciendo el proceso tanto de enseñar como de aprender”. (Chrobak, R. et. al., 2010).

## **EL ENFOQUE DE EDUCACIÓN STEAM**

A escala global existe preocupación por mejorar la educación a través de todos los niveles educativos, desde la educación preescolar hasta los post-doctorados y también en los ámbitos no formales de educación. Este interés es motivado, como ya se ha señalado, por la necesidad de los países de contar con ciudadanos capacitados para enfrentar los desafíos del siglo XXI.

En efecto, actualmente el mundo enfrenta desafíos como: resolver problemas generados por el cambio climático, desarrollar la gestión energética, restaurar zonas degradadas, etc. Por lo que necesita ciudadanos capacitados en cuestiones científicas. Paradójicamente las evaluaciones PISA muestran pobres resultados, además cada vez es menor el número de estudiantes que continúan carreras relacionadas de Ciencia, Tecnología, Ingeniería o Matemática.

Por este motivo, nuestro grupo de investigación sobre: “La enseñanza de la Naturaleza de la Ciencia y la Tecnología (NdCyT) y el desarrollo del Pensamiento Crítico (PC)” se propuso realizar cambios en los enfoques de enseñanza de ciencias, en el marco del mencionado proyecto de investigación, donde además participan estudiantes del doctorado y maestría en enseñanza de las ciencias exactas y naturales que se dicta en la Universidad Nacional del Comahue.

Nuestro grupo considera a la educación mediante el enfoque STEM como uno de los motores de cambio, porque desarrolla en los estudiantes habilidades de pensamiento crítico, comunicación, colaboración, creatividad e innovación trabajando en equipos. Esto contribuye a lograr las competencias de: saber, saber hacer, ser y saber convivir juntos.

Aplicando este enfoque, una integrante de nuestro grupo de investigación, la Mg. Ana Beatriz Prieto, realizó un estudio de caso atendiendo a la mencionada problemática. De tal manera, puso en práctica el enfoque STEM en el marco del Club de Ciencias del CEI “San Ignacio” que funciona después del horario escolar. El CEI “San Ignacio es una escuela agrotécnica localizada a 10 km. de la ciudad de Junín de los Andes, provincia del Neuquén.

A raíz de la preocupación por la disminución de las precipitaciones níveas en la región que afectan los caudales de los ríos, un grupo de cuatro estudiantes, con el asesoramiento de Ana, decidieron realizar un muestreo de la calidad del agua del río Chimehuín en distintos sitios a lo largo de su curso. También se generó la **pregunta de investigación** sobre la influencia antrópica en la calidad del agua y el efecto amortiguador de las riberas. Por éste motivo decidieron realizar transectas de vegetación para estudiar los tipos de cobertura vegetal en las riberas. Las transectas de vegetación son líneas que proveen una escala muestral de la cobertura vegetal.

Los estudiantes comenzaron el trabajo buscando información sobre la calidad del agua y el efecto de filtro que realizan las riberas. Como gran parte de la información solo está disponible en inglés utilizaron traductores online para facilitar la tarea. Los trabajos de investigación realizados por otros fueron analizados utilizando el diagrama UVE. Luego, formularon las siguientes preguntas de investigación:

**¿Qué relación hay entre las riberas y la calidad del agua en ambientes poco alterados por el hombre?**

**¿Qué tipo de impactos antrópicos se observan en las riberas del río Chimehuín?**

**¿Cómo puede cuidarse la calidad del agua con el cuidado de las riberas?**

La información conceptual general de las búsquedas bibliográficas la reunieron en un mapa Conceptual que se muestra en la Figura 5.

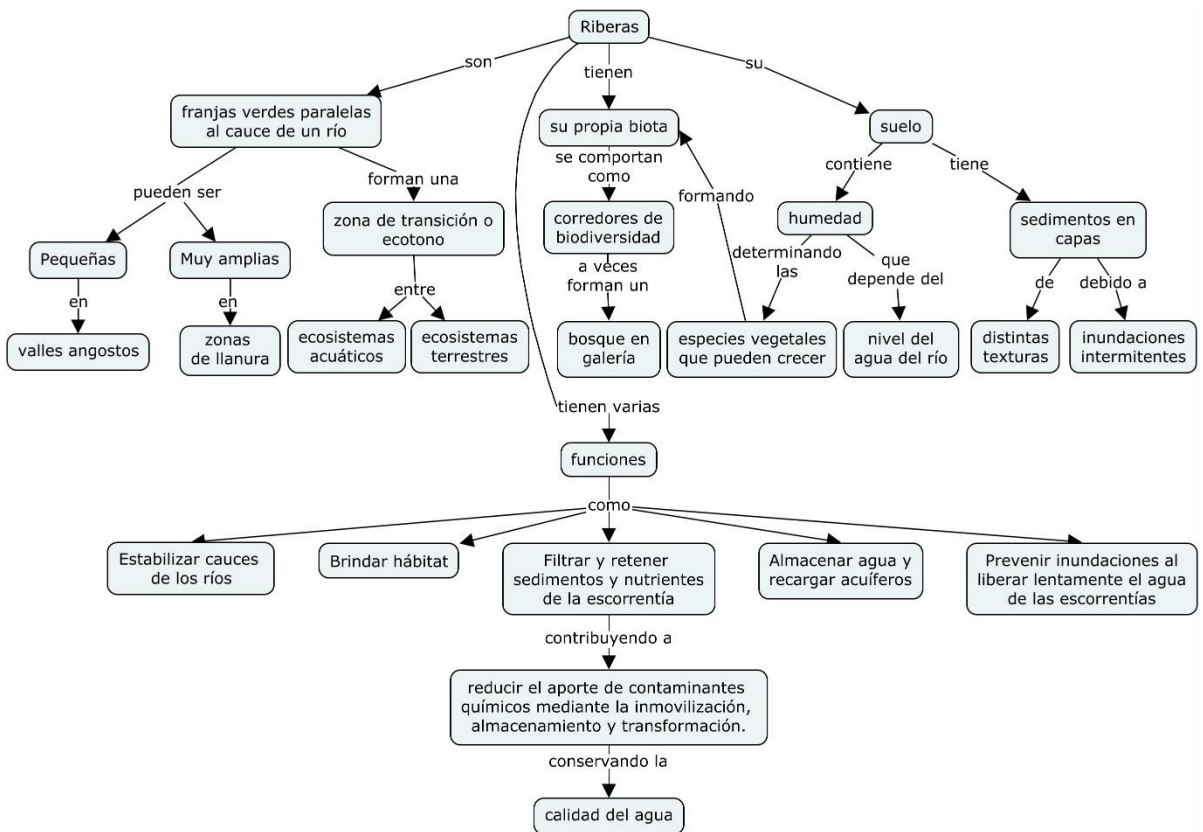


Figura 5: Mapa conceptual sobre las riberas

Para diseñar y realizar la propia investigación utilizaron el diagrama UVE, en el cual reemplazaron los elementos epistémicos del lado conceptual (o del pensar), por el mapa conceptual previamente elaborado:

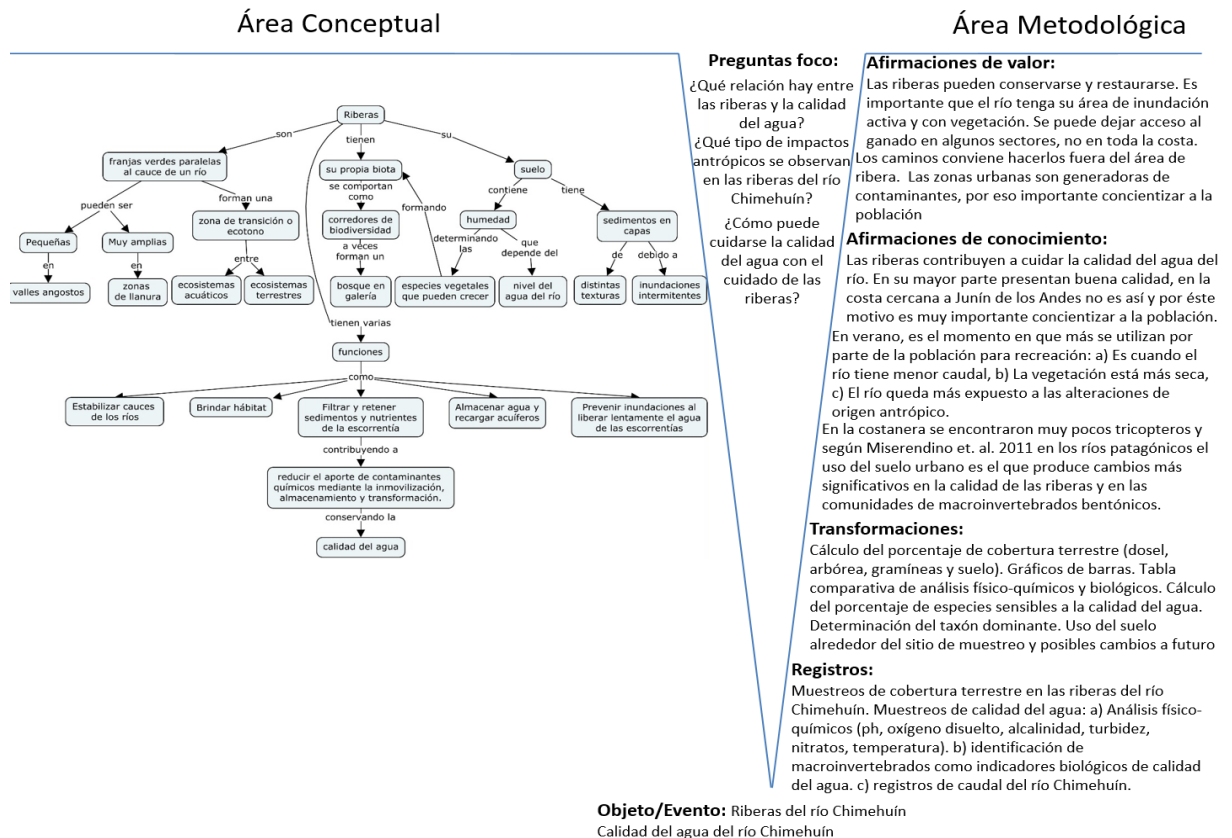


Figura 6: Diagrama UVE con los resultados de la investigación realizada por los estudiantes

Este trabajo de investigación resultó finalista en el Premio Argentino Junior del Agua, por lo tanto los estudiantes viajaron a Buenos Aires para exponerlo ante un jurado en la sede de AIDIS Argentina. En éste evento el trabajo resultó ganador y representó a la Argentina en el Stockholm Junior Water Prize, en Suecia. Además AIDIS publicó el trabajo en su revista Ingeniería Sanitaria y Ambiental.

A partir de éste premio los alumnos debieron traducir su investigación a inglés y readaptarla en formato de poster. Posteriormente los estudiantes viajaron a Suecia para participar del Stockholm Junior Water Prize y exponer ante jurados internacionales. Ambas experiencias de exponer la investigación ante profesionales, en Argentina y luego en inglés en Suecia ayuda a los estudiantes a adquirir las habilidades de comunicación de la ciencia, utilizando términos técnicos e intercambiando ideas con personas de mayor experiencia que ellos.

La experiencia en Suecia también ayudó a adquirir otro tipo de habilidades, al tener que comunicarse todo el tiempo en inglés y convivir durante una semana con estudiantes de países con otras culturas, algunos similares y otras muy diferentes a la suya. Los estudiantes se sintieron felices

de compartir y aprender con otros. Además de exponer su trabajo en la competencia también compartieron viajes de estudio y participaron en las actividades de la Semana del Agua en Estocolmo con profesionales de todo el mundo. Esto los ayudó a ampliar su visión del mundo, sobre todo si se considera que provienen de un contexto rural con escasas oportunidades similares a ésta.

En mayo de 2016 fueron invitados a exponer el trabajo y la experiencia en Suecia en el 20º Congreso de Saneamiento y Medio Ambiente organizado por AIDIS. Esta fue una nueva experiencia motivadora y desafiante para los estudiantes.

## **CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

Los clubes de ciencia son espacios de aprendizaje informales donde los estudiantes participan en proyectos de investigación que integran contenidos de distintas asignaturas, además trabajan sobre problemas del mundo real. En este caso tres de los alumnos provienen del área rural e incluso su escolarización primaria fue en éste ámbito, el otro alumno es de la ciudad de Junín de los Andes donde han tenido pocas oportunidades de desarrollar habilidades de poner en práctica el pensamiento crítico, la resolución de problemas, el trabajo colaborativo y la comunicación de su trabajo tanto en español como en inglés.

Exponer su trabajo de investigación ante profesionales y especialistas en el tema, ayuda a los estudiantes a vincularse profesionalmente participando en conversaciones referidas a temáticas de STEM, a conocer el mundo profesional y el tipo de trabajo que realizan, en éste caso se relacionaron en su mayoría con ingenieros sanitarios.

Aplicar en forma integrada conceptos STEM para resolver problemas los hace valorar la importancia y la utilidad de los mismos. Estudiar problemas locales y llegar a establecer recomendaciones les aumenta la autoestima y los vincula con la sociedad.

Por esto se considera que los clubes de ciencias son un aporte más a las oportunidades de aprendizaje de los estudiantes y en muchos casos ayudan a vencer estereotipos y prejuicios que han sido una barrera importante para el aprendizaje y para optar por carreras de ingeniería.

Obviamente estos resultados promisorios nos alientan a seguir este camino y recomendar el uso de este enfoque en todas las instituciones responsables de la Educación formal.

## **REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

Ausubel, D., Novak, J.D., and Hanesian, H. "Educational Psychology, a cognitive view". 2nd Edition (Holt, Rinehart and Wiston, New York, 1978).

Corbalán Berná F.J. et al. (2015) CREA. Inteligencia Creativa. Una medida cognitiva de la Creatividad. TEA Ediciones, S.A.U., I.S.B.N.: 978-84-16231-05-8 Madrid (España).

Chrobak, R. (2010) "Volver a Aprender, el derecho a Enseñar" Editorial EDUCO. Neuquén, U.N.Co. (ISBN 978-987-604-181-2). ARGENTINA

Chrobak, R. et. al. (2010) "Enseñar creativamente: los mapas conceptuales y la uve del conocimiento ¿pueden fomentar la creatividad?" Publicado en Memorias. CMC 2010, 5 al 7 de octubre 2010. Vol. 1, pp.222-229. CITA INDEX: ISBN 978-956-19-0705-8 (Obra completa) ISBN 978-956-19-0706-5 (volumen 1) Viña del Mar, CHILE

Chrobak, R. Prieto, A.B. (2010) "La herramienta UVE del conocimiento para favorecer la creatividad de docentes y estudiantes" ANALES DE PSICOLOGÍA, Vol. 26, nº 2 (julio), pp.197-418. CITA INDEX: ISSN edición impresa: 0212-9728. ISSN electronic edition (web): 1695-2294 Revista indexada- Universidad de Murcia. Murcia, ESPAÑA.

Ennis & Halone (2011) Pensamiento crítico en el aula, en:

[educacion.to.uclm.es/pdf/revistaDI/3\\_22\\_2012.pdf](http://educacion.to.uclm.es/pdf/revistaDI/3_22_2012.pdf)

Kuhn, D., Weinstock, M. (2002). What is epistemological thinking and why does it matter? Department of Psychology, Teachers College, Columbia University, Box 119, NY 10027, USA

Gowin, D.B. "Educating" (Cornell University Press, 1981) Ithaca, New York

McPeck, John E. (1990). Teaching Critical Thinking: Dialogue and Dialectic. Front Cover. John E. McPeck. Routledge, Chapman & Hall, Incorporated, 1990 - Education - 135 pages.

Novak, J. D. (1998) "Learning, Creating, and Using Knowledge. Concept Maps as Facilitative Tools in Schools and Corporations" (Lawrence Erlbaum associates, publishers, Mahwah, New Jersey, London)

Novak, J. D., and Gowin, D. B. (1981). ConceptMapping and Other innovative Strategies. Unpublished manuscript, Cornell University.

Novak, J. D.; Gowin, D. B. (1988). Aprendiendo a aprender. Barcelona: Martínez Roca. 228p.

Pimienta, J. y Enríquez, A. (2009). Educación basada en competencias. Guía para la aplicación del enfoque. México: Pearson.

Prieto, A. B.; Chrobak, R.; Plaza, M. J. (2012) Integración de TICs, investigación y herramientas metacognitivas en la educación de ciencias y ambiental. Estudio de caso: Cambio climático y eventos extremos en Patagonia Norte. In: A. J. CAÑAS, J. D. NOVAK, J. VANHEAR, Eds. Concept Maps: Theory, Methodology, Technology. Proc. of the Fifth Int. Conference on Concept Mapping. v.3, p.114-117.

Prieto, A. B.; Chrobak, R. (2013). Integración de TICs, investigación y herramientas metacognitivas en la educación de ciencias y ambiental. Estudio de caso: disponibilidad de agua de las cuencas del noroeste de Patagonia y su relación con la actividad solar. Journal for Educators, Teachers and Trainers, v.4, n.1, p.132-141.

Prieto, A.B.; Bertossi, M. B.; Amato, M. I.; Caro Vera, C.; Piriz, P.; Camejo, M. (2016) La colaboración, uno de los desafíos educativos del siglo XXI. Un proyecto de investigación ambiental colaborativo entre estudiantes y docentes de tres países. En: Chrobak, R.; Chrobak, E. (Coords.) La creatividad como base de la innovación. Actas del II Congreso Internacional de Investigación y Docencia de la Creatividad. Neuquén. EDUCO. P.267–280.

---

<sup>i</sup> El pensamiento creaCtivo consiste en una nueva concepción de la creatividad, que busca que los individuos puedan cambiar el pensamiento espontáneo por el pensamiento crítico deliberado.