

DIDÁCTICA DE CIRCUITO DOBLE EN EDUCACIÓN TECNOLÓGICA

Ponencia presentada por Ana Rúaⁱ

Centro Nacional de Educación Tecnológica. INET

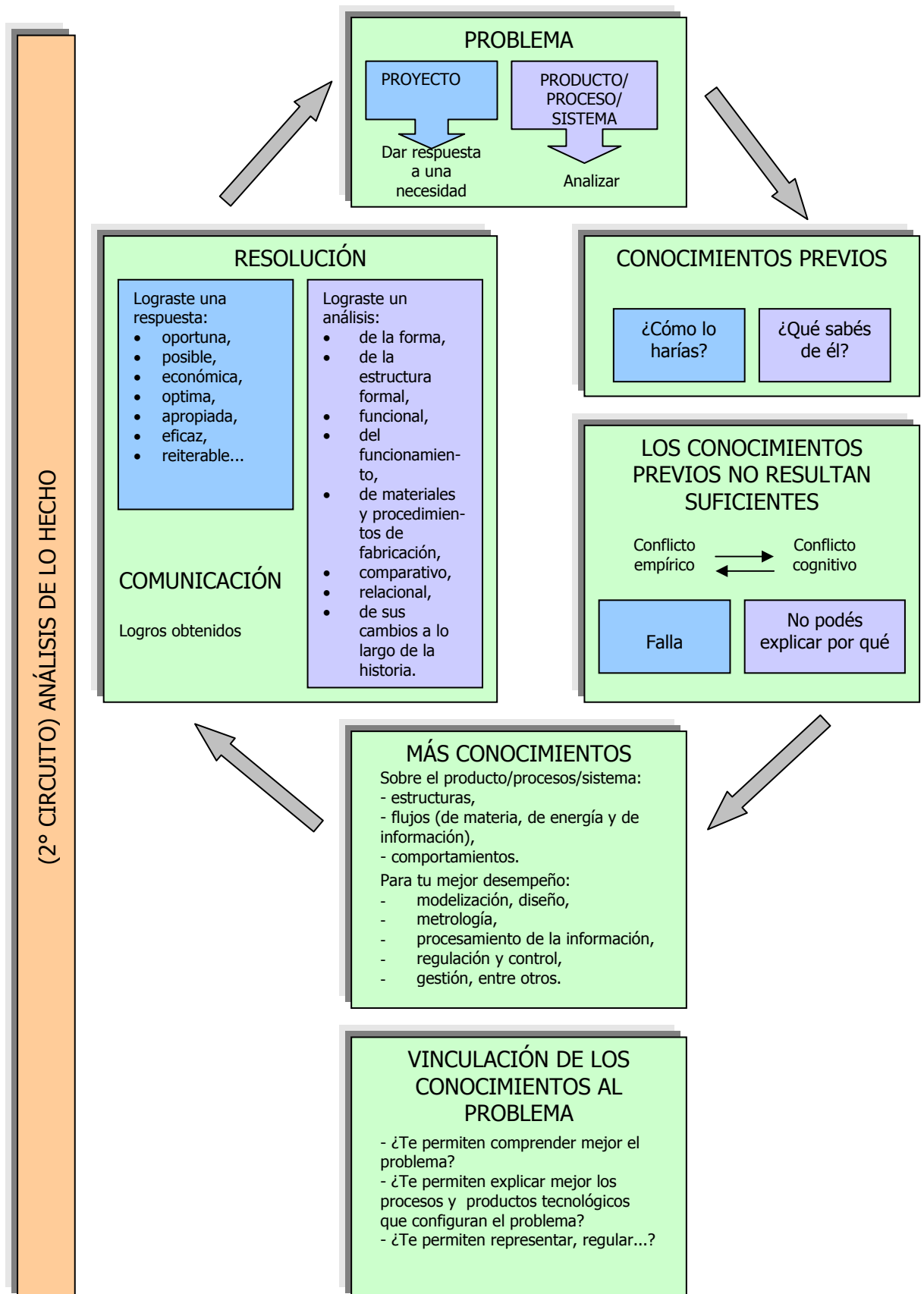
arua@inet.edu.ar

Desde su creación en 1997, el CeNET ha sido el ámbito de desarrollo de cientos de acciones de capacitación de docentes del área de la Educación Tecnológica.

A los profesionales que integramos el Centro nos ha ocupado implementar esas acciones, proyectos y programas de capacitación; pero, también, sistematizar la experiencia que íbamos desarrollando, con vistas a generalizar logros, modelizar metodología específica para el trabajo en el aula, y extraer tendencias respecto de los modos más eficaces de enseñar y de aprender en el área de la *Tecnología*.

A partir de este proceso de revisión sistemática de nuestra tarea como capacitadores, fuimos definiendo rasgos clave respecto de la didáctica de la Educación Tecnológica que nos permitieron delinear un circuito metodológico – lo presentamos completo en la página siguiente– constituido en función de estas certezas que la práctica nos fue presentando:

- El proceso didáctico se activa cuando el profesor presenta a sus alumnos una **situación que encierra un problema** –un proyecto tecnológico o un análisis de producto, en general– que actúa como desequilibrante entre lo que nuestros alumnos saben respecto de esta situación y lo que necesitarían conocer para resolverla.
- El proyecto o el análisis tecnológico son escogidos por el profesor en función de la **perturbación conceptual** que ocasionan: No se trata de cualquier problema sino de uno que desestabiliza las concepciones espontáneas de los alumnos respecto de un aspecto del mundo artificial.
- En este proceso de hacer accesibles a la curiosidad de nuestros alumnos determinados hechos del mundo tecnológico, resulta tan importante la resolución del problema por parte del grupo, como la **construcción del espacio-problema**, la organización de los elementos de esa situación que permite evaluar a los estudiantes que se hallan frente a algo a resolver.



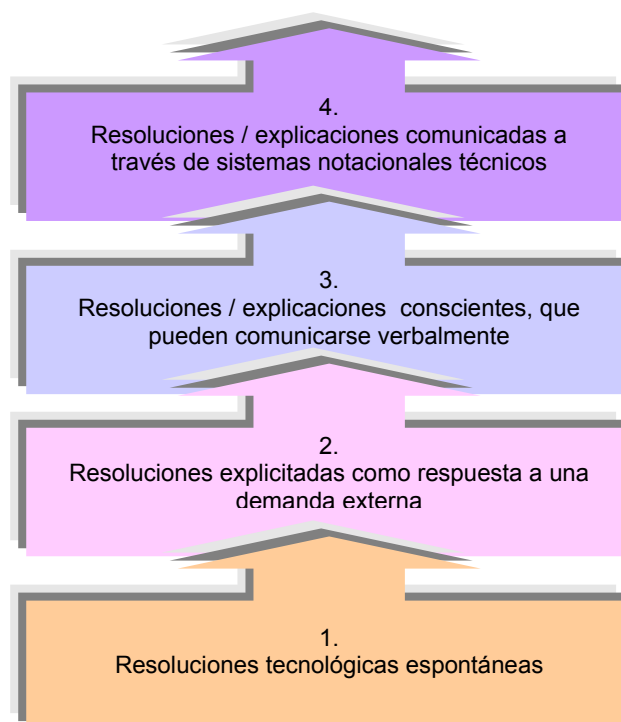
- Este espacio es –al mismo tiempo o poco después– el lugar de desarrollo de la resolución. Esto sucede cuando los alumnos construyen el espacio-problema precisando sus **limitaciones y/o posibilidades** de intervención en él¹ –para entenderlo (en el análisis de producto) o para resolverlo (en el proyecto tecnológico)–.
- La asignatura Educación Tecnológica es entendida, entonces, ya no como un conjunto de contenidos sino como un **campo conceptual**², como un conjunto de problemas (ajustados a la realidad de los alumnos, a los lineamientos curriculares propios de cada nivel u modalidad educativa), para cuya resolución los alumnos necesitan comprender e integrar determinados contenidos.
- Para explicar ese problema tecnológico que su profesor instala frente a ellos, los alumnos tienen respuestas –que no deberíamos ignorar en un proceso didáctico del tipo que estamos describiendo– cuya explicitación es promovida por las estrategias de enseñanza implementadas. Porque, toda vez que los alumnos se enfrentan a una nueva situación de aprendizaje, necesitan activar un **conocimiento previo** que actúa como organizador de ese problema novedoso, ya sea dándole sentido u operando como **obstáculo epistemológico**³ que inhibe su comprensión. Para un profesor, saber cuáles son los conocimientos previos con que sus alumnos cuentan, implica tener una clave didáctica imprescindible. De modo análogo, este momento –que en el esquema se denomina "Resolución desde los conocimientos que el alumno posee"– posibilita a los alumnos establecer vínculos de significatividad entre lo que ya saben y lo que están por aprender, codificado esto último en el problema presentado.
- A partir del planteamiento del problema por el docente y de la construcción del espacio-problema por los alumnos, el proceso didáctico continúa proponiendo a cada integrante de la clase o a cada grupo de trabajo, encarar la búsqueda de una **respuesta**.

¹ Las definiciones de *perturbación conceptual* y de *construcción de un espacio-problema* corresponden a Camilloni, Alicia; comp. 2001. *Los obstáculos epistemológicos en la enseñanza*. Gedisa. Barcelona.

² "Es un espacio de problemas o de situaciones-problema cuyo tratamiento implica los conceptos y procedimientos de diverso tipo que están en estrecha relación (...) está definido, primeramente, por su contenido ¿Cómo determinar su extensión? En primer lugar, definiendo el conjunto de situaciones-problema que dan sentido a esos contenidos² (...) Un campo de objetos de conocimiento suficientemente homogéneo para que pueda ser analizado por una red conexa de conceptos y de relaciones, suficientemente extenso como para no dejar de lado aspectos que pueden desempeñar un papel importante en los procesos de adquisición. Como la adquisición de conceptos se realiza principalmente a través de la solución de problemas (...) es, ante todo, un espacio de problemas". Vergnaud, Gerard y Graciela Riccò. 1985. "Didáctica y adquisición de conceptos matemáticos; problemas y métodos". *Revista Argentina de Educación* N° 6. Buenos Aires.

³ Es lo que se sabe y que, como ya se sabe, genera una inercia que dificulta el proceso de construcción de un saber nuevo que es, precisamente, lo que constituye el acto de conocer (Bachelard, Gastón. 1989. *Epistemología*. Anagrama. Barcelona. Bachelard, Gastón. *La filosofía del no*. Amorrortu. Buenos Aires.)

- En la clase de Tecnología, los alumnos tienen ocasión para dar curso a su ingenio para formular explicaciones, hipótesis y anticipaciones. Tienen la posibilidad de trabajar sobre las ideas que han creado de manera espontánea para sí, en relación con aquellos procesos o productos tecnológicos u otros similares. Pero, son sostenidos por su profesor, para avanzar desde esas explicaciones o resoluciones implícitas, hacia resoluciones fundamentadas y comunicadas a través de **lenguajes técnicos**⁴.



- Puede resultar interesante –de hecho, a los profesionales del CeNET nos ha resultado imprescindible– hacer aquí una reflexión: Si el circuito didáctico de la Educación Tecnológica se interrumpiera en este momento (cuando sólo se ha presentado un problema tecnológico a los alumnos y se los ha instado a resolverlo a partir de los conocimientos con que ya cuentan), no habría aprendizaje alguno respecto de los contenidos que el problema podría haber convocado. La clase entraría en una circularidad de explicaciones (*A mí me parece... Yo creo que...*) muy poco enriquecedora. Esto sucede muchas veces en situaciones de enseñanza que se definen

⁴ La taxonomía planteada en el cuadro que muestra la secuencia desde el saber tácito hasta el saber comunicado a través de sistemas de representación normalizados y específicos del área (el dibujo técnico, por ejemplo) es una adaptación para el campo conceptual de la Tecnología del planteo de Annette Karmiloff-Smith (1994. *Más allá de la modularidad*. Alianza. Madrid).

como "activas" pero en las cuales no hay **inclusión de nuevos contenidos**, más allá de los que cada alumno ya tiene.

- ¿Cómo se produce tal integración de nuevos saberes? Luego de las explicaciones iniciales de sus alumnos, el profesor recoge las propuestas y avances planteados por cada grupo. Propone, entonces, efectuar comparaciones entre los aportes de los integrantes de su clase y las respuestas dadas por especialistas, en un proceso de **contrastación**⁵. Esta **cognición distribuida socialmente**⁶ permite advertir que existen muy distintas y hasta contradictorias estrategias de comprensión y de explicación del problema tecnológico –más o menos correctas, más o menos consistentes, más o menos combinables con otras– entre las que es preciso tomar una decisión (conflicto cognitivo).
- La **cognición distribuida materialmente** –en equipamiento, en materiales, en herramientas– presenta, por otra parte, datos de realidad que hacen a los alumnos poner en duda (conflicto empírico) sus intervenciones iniciales, porque no resultan eficaces, económicas, reiterables...
- Para permitir a su clase optar por la mejor resolución al problema tecnológico, el profesor proporciona explicaciones, material de lectura, nuevos datos, otros elementos de juicio. Esta **información** –propia del campo de la Tecnología y, también, de confluencia con otras áreas del conocimiento–, que en el diagrama configura un momento que propicia la **integración conceptual**, al mismo tiempo que permite una definición más precisa de la situación inicial, acompaña la revisión de las interpretaciones que los distintos grupos de alumnos se plantearon al comienzo de la tarea.

¿Por qué no comenzar a enseñar Tecnología por este momento del proceso didáctico? ¿Por qué no iniciar la clase proveyendo –directamente– estos materiales conceptuales, como sucedería en un sistema didáctico tradicional en el que la exposición teórica ocupa un lugar inicial, central y excluyente, necesariamente previa a la "aplicación" tecnológica? Diseñar una situación de enseñanza partiendo de conceptos –en lugar de

⁵ Fiorenzo Alfieri (1995. "Crear cultura adentro y fuera de la escuela: algunos modelos posibles". En *Volver a pensar la educación. Congreso Internacional de Didáctica*. Morata. Madrid.) explica este momento didáctico de un modo particularmente claro: "... se pone al sujeto en condiciones de confrontar sus ideas con las de otros sujetos y con las que hayan ido consolidándose históricamente en el contexto cultural en el que vive y, poco a poco, también en contextos distintos."

⁶ "Al hablar de cognición distribuida, aludo a los recursos que se hallan en el mundo, y se emplean o se utilizan juntos para configurar y dirigir la actividad; en esta distribución hay tanto dimensiones materiales como sociales: la distribución material del conocimiento se configura con el uso del entorno o del aprovechamiento de los aportes de artefactos diseñados; la distribución social deriva de los esfuerzos cooperativos entre personas para alcanzar fines compartidos." Pea, Roy. 1998. "Prácticas de inteligencia distribuida y diseños para la educación". En Salomon, Gavriel –comp.- *Cogniciones distribuidas*. Amorrortu. Buenos Aires.

problemas– imposibilitaría contar con los componentes de **significatividad** (actualizar lo que los alumnos ya conocen, en función de un nuevo problema tecnológico) y de **relevancia** (partir de un problema socialmente interesante que posee conexiones claras con la realidad).

- El circuito que hemos desarrollado desde el CeNET se completa con un momento, el de síntesis, que corresponde a una vuelta al problema que movilizó al grupo de alumnos para, esta vez, encararlo provisto de nuevos elementos teóricos. La denominación de **práctica informada** es esclarecedora: ha habido, entre la construcción inicial del espacio-problema y esta vuelta a él, una apropiación de información –fundamental en el contexto de esta propuesta– que ha transformado a los alumnos y a sus conocimientos.
- El protagonismo de los alumnos en el armado del problema –la fase de problematización propiamente dicha– y en la búsqueda de soluciones es decisivo en este circuito didáctico; también es fundamental la inclusión de nuevos contenidos, su comprensión, su integración y su uso. Uno y otro componentes –**actividad del alumno e integración teórica**– configuran esta propuesta de enseñanza en la que toda polarización –actividad sin contenidos; conceptos sin implicación de los alumnos– intenta ser superada.
- Este circuito se sustenta en la proposición de **tareas exigentes** para los alumnos: tareas de reconstrucción tecnológica, tareas de reconstrucción tecnológica global y tareas de construcción tecnológica⁷.

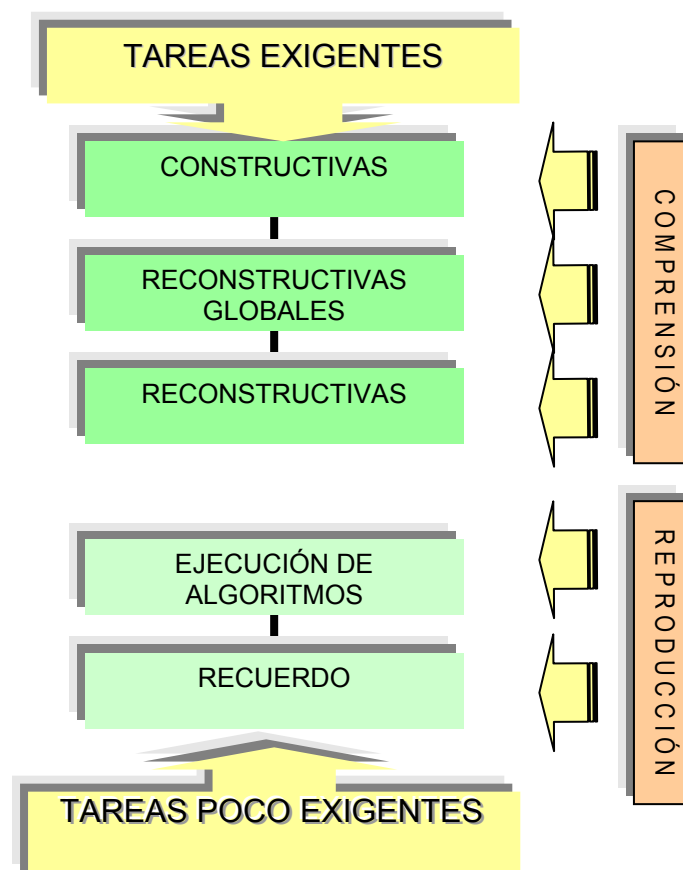
Apelando a la comprensión de los alumnos –y no a la reproducción–, es posible proponer estrategias didácticas para la **reconstrucción tecnológica**; éstas son las que les permiten aprender analíticamente las situaciones y los contenidos, a partir de la observación, la comparación, la problematización, el cuestionamiento. Se denominan de este modo, porque implican destotalizar, "desarmar" un producto o un proceso tecnológico para comprender cómo está integrado, cómo se interconectan sus partes y para poder, luego, recomponerlo de una manera más comprensiva. (Pensemos,

⁷ Esta caracterización de las estrategias didácticas como "exigentes" y "poco exigentes", así como la taxonomía organizada en cinco rangos que se esquematiza en la página siguiente se basan en un planteo de Stephen Kemmis (1977. "Case Study Research: the Imagination of the Case in the Invention of the Study". Trabajo multicopiado. Universidad de East Anglia) desarrollado desde el CeNET para el campo conceptual de la Tecnología. Las actividades menos exigentes sólo plantean a los alumnos situaciones de recuerdo de información, de manera idéntica a como ésta fue presentada en clase; propuestas de este tipo equivalen a una repetición puramente mecánica, generalmente sin sentido, de un contenido escuchado o leído en un texto. En un segundo nivel de exigencia –pero, aún, exclusivamente preocupado por la reproducción–, en la clase de Tecnología es posible proponer al grupo la ejecución de algoritmos técnicos; estas tareas, implican que los alumnos ejerciten reglas para la solución de problemas, pero, sin que necesariamente, comprendan la razón de su aplicación.

por ejemplo, en un grupo de alumnos que estudia cómo está integrada una central atómica, cuáles son los equipos y procedimientos que en ella se desenvuelven, cómo circulan en ella la energía, la información y la materia. Los procesos cognitivos que encaran corresponden a propuestas de reconstrucción tecnológica)

Existe un nivel siguiente de exigencia –propiciado desde el circuito metodológico desarrollado desde CeNET–: el de las actividades de **reconstrucción tecnológica global**, que implica que los estudiantes puedan situar el conocimiento del área en un marco más amplio de ideas: sociales, económicas, ideológicas... (Los alumnos que estudiaban el funcionamiento de esa central atómica –en nuestro ejemplo anterior–, la consideran, ahora, desde una perspectiva ecológica o política; es decir, reconstruyen un marco global para la comprensión de la tecnología de esa central)

Las actividades más exigentes que un profesor de Tecnología puede proponerse en su proyecto curricular se proponen activar la capacidad de los estudiantes de elaborar nuevas cuestiones sobre la información dada y de construir sentidos originales que la superen. Mientras las actividades de reconstrucción y de reconstrucción tecnológica global implican, fundamentalmente, procesos de análisis, las de **construcción tecnológica** proponen actividades originales de síntesis. Aquí, los alumnos están produciendo maneras de explicar, describir, comprender y actuar en su realidad, más allá de las que sus profesores les han enseñado.



Completamos, así, la descripción del circuito de enseñanza de la Tecnología en el aula, que hemos desarrollado en el Centro Nacional de Educación Tecnológica.

Ahora... ¿por qué el título de esta ponencia alude a un "circuito doble"⁸ para la enseñanza de la Tecnología en la escuela?

- Hasta aquí nos hemos referido a un primer circuito que propone a los alumnos **estar en un problema**, comprometerse –con un nivel óptimo de inmersión– en una situación desencadenante para configurarla como problema, y para intentar aquellas búsquedas que conduzcan a las mejores vías de resolución o de explicación.
- El segundo circuito exige de ellos **tomar distancia del problema** para encarar una reflexión sobre lo hecho durante el primer circuito.

Este distanciamiento⁹ reflexivo –que no es espontáneo en los alumnos y que, por tanto, requiere ser conducido por sus profesores– se despliega en cuestionamientos de revisión como:

- ¿Qué pensaban cuando tomaron contacto inicial con el problema? ¿Qué piensan ahora?
- ¿Qué les impedía comprender el problema? Este obstáculo, ¿podría volver a aparecer en otras situaciones?
- ¿Qué dificultades tuvieron para encontrarle una respuesta?
- ¿Qué les sorprendió conocer?
- ¿Qué conocen ahora?
- ¿Para qué les sirve saberlo?
- ¿De qué no se van a olvidar nunca?

Las tareas de inmersión en el problema tecnológico esquematizadas en el primer circuito didáctico y estas tareas de distanciamiento metacognitivo del segundo, sustentan la propuesta didáctica desarrollada por el equipo de capacitadores del Centro Nacional de Educación Tecnológica, que deseamos acercar a nuestros colegas a través de este espacio de encuentro propiciado por **Educación Tecnológica. Diez años de construcción.**

⁸ Tomamos la idea de aprendizaje de *circuito doble* de Argyris, C. 1999. *Conocimiento para la acción*. Granica. Barcelona.

⁹ Tomamos las expresiones de *inmersión* y de *distanciamiento* de Peterfalvi, Brigitte. 2001. "Identificación de los obstáculos por parte de los alumnos". *Los obstáculos epistemológicos en la enseñanza*. Gedisa. Barcelona.

ⁱ La ponente es magister en Didáctica de la Universidad de Buenos Aires; a cargo del Área de Materiales de Difusión y Capacitación del Centro Nacional de Educación Tecnológica –INET. Ministerio de Educación, Ciencia y Tecnología de la Nación—.