

Reflexiones en torno a las problemáticas asociadas al cambio conceptual en los procesos de enseñanza y aprendizaje de las ingenierías

Omar Oscar Civale ¹

Resumen

La problemática asociada a la enseñanza de disciplinas tecnológicas está frecuentemente asociada a la predominancia de enfoques que hacen de la abstracción del contenido, una práctica áulica permanente.

El resultado que se observa de ello es el de un aprendizaje abstracto; es decir, sin un sustento ó anclaje que le permita poner en acto aquello que desde la sola enunciación es pura potencia.

Algunos indicadores típicos de ello son:

1. La imposibilidad manifiesta, en innumerables casos, de lograr sobrepasar el “status de ejercicio” asociado a cualquier tipo de “situación problemática”.
2. La predominancia de la dimensión cuantitativa por sobre la cualitativa en toda situación de análisis de objetos de estudio.
3. La dificultad en lograr verdaderas y adecuadas transcontextualizaciones entre dominios asociados directa o indirectamente al objeto de estudio en cuestión.
4. La descontextualización del objeto de estudio, lo cual deviene en que el alumno en situación de aprendizaje tienda a establecer “anclajes formales” (ligados a la modelización y la formulación matemática) pero no “anclajes reales” (propios del contexto tecnológico cotidiano).

Bajo esta perspectiva, la definición de los enfoques instruccionales más adecuados resulta de suma utilidad a la hora de proponer “actividades auténticas”.

Palabras Clave: Aprendizaje por inmersión; autonomía; cambio conceptual; cogniciones distribuidas; transcontextualización.

Fecha de recepción: julio 2013 | Fecha de aceptación: octubre 2013

¹ Universidad Tecnológica Nacional, Instituto nacional de Educación Técnica (INET), Universidad Argentina John F. Kennedy (UJFK).

Abstract

Problems related with technological discipline teaching are often associated with the predominance of approaches that make content abstraction, an on-going classroom practice.

The result is an abstract learning, i.e. without an anchor or support that allows putting into practice that which from the very enunciation is pure power.

Some typical indicators are:

1. The clear impossibility, in many cases, of surpassing the “exercise status” associated with any kind of “problematic situation.”
2. The predominance of quantitative over qualitative dimension in every study object analysis situation.
3. The difficulty in achieving adequate and real trans-contextualisation between domains directly or indirectly associated to the study subject in question.
4. The study object decontextualisation , which makes students in a learning situation to establish “formal anchors” (linked to modelling and mathematical formulation) but not “real anchors” (related to daily technological context).

From this perspective, the definition of the most appropriate instructional approaches is extremely useful when proposing “authentic activities.”

Keywords: Immersion learning, autonomy, conceptual change, distributed cognitions, trans-contextualisation.

1. Introducción

El presente artículo tiene por finalidad explícita la de proponer un conjunto de reflexiones que tiendan a permitir continuar el debate académico basado en cuestiones implícitas y explícitas relacionadas a la praxis áulica.

Es dable alertar, también, que no tiene pretensión alguna de transformarse en una receta fuertemente prescriptiva que pueda ser aplicada sin más...

En gran parte del colectivo docente, subyace activamente la creencia de que enseñar ciencia ó tecnología no tiene puntos de contacto reales ni concretos con los enunciados y conceptos desarrollados por las Ciencias de la Educación.

Sin embargo, es imposible no considerar los mismos a modo de elementos que subyacen a todo proceso de enseñanza y aprendizaje.

Antes bien, debemos tratar de esforzarnos para lograr establecer un escenario de intersección entre ambos dominios disciplinares...

El desarrollo de los siguientes temas y contenidos se esfuerza en establecer intersecciones valederas entre dichos dominios disciplinares con el objeto de reflexionar sobre algunas problemáticas de peso.

2. Algunas consideraciones iniciales

2.1. Conocimiento intuitivo

El ser humano es capaz de desarrollar conocimiento propio en aras de adaptarse a nuevas situaciones en su vida cotidiana, haciéndolo ello sin solución de continuidad.

Percibe el entorno, lo interpreta y, bajo ciertas condiciones, es capaz de explicarlo y fundamentarlo.

A partir de ello, el individuo desarrolla el denominado conocimiento intuitivo; es decir, un conjunto de explicaciones y/o ideas que construye al estar sumergido en una determinada realidad cotidiana.

Este tipo de conocimiento es eminentemente procedimental; la funcionalidad de éste es la de ser aplicado y los individuos lo emplean pero tienen escasa consciencia del conocimiento declarativo que subyace al mismo (en otras palabras, no son capaces de explicarlo...); lo construyen en función de la necesidad que surge al tratar de resolver alguna actividad en la cual se halla inmerso.

Hace su aparición aquí el contexto cotidiano, el cual opera a modo de generador de conocimiento intuitivo, estando éste fuertemente reforzado por el uso (puesta en acto del conocimiento) a través del devenir diario, el cual requiere a su vez de una activación permanente del mismo. Dicha asiduidad redundará en el acortamiento de la distancia conceptual del objeto de conocimiento, lo cual permite que el individuo lo sepa (es decir, lo incorpore entre sus saberes).

Claramente, a mayor riqueza del contexto donde se halle sumergido el individuo (aprendizaje por inmersión), mayor probabilidad respecto a la cantidad y calidad de conocimiento intuitivo construido (ejemplo para reflexionar: el conocimiento operativo que tienen los chicos en situación de calle, y no escolarizados, en lo concerniente al manejo del dinero...).

Podríamos caracterizar a este aprendizaje como del tipo natural donde el individuo aprendiente se relaciona con el nuevo objeto de conocimiento mediado por un conjunto de instrumentos culturales, determinando un contexto específico de ocurrencia del proceso de aprendizaje.

La configuración de éste determina en grado sumo la riqueza de la construcción...

A modo de caracterización de este tipo de conocimiento, podemos hacer mención a: el carácter subjetivo; la persistencia en el tiempo; la sensación de legalidad instaurada que le permite explicar la realidad y generarle un cierto sentido de seguridad, autosuficiencia y autonomía en sus juicios.

Es muy importante considerar que el conocimiento intuitivo opera a modo de umbral en lo que respecta a la adquisición de nuevos conocimientos, lo cual impone de alguna manera una base cualitativa a partir de la cual estos conocimientos habrán de ser construidos.

Al ingresar a la etapa de escolarización, el individuo es introducido a un nuevo contexto: el educativo formal, teniendo por finalidad el mismo operar a modo de generador de conocimiento científico.

La problemática frecuentemente observada es la de verificar que las explicaciones que el individuo ha construido desde su propio conocimiento intuitivo no son tenidas en cuenta a nivel áulico; por otra parte, las elaboradas dentro del contexto educativo no les son fácilmente aplicables en el contexto cotidiano.

Se establece, de esta forma, una incomunicación manifiesta entre ambos contextos (denominada impermeabilidad contextual) que no le permite al sujeto interconectarlos ni realizar acciones de transferencia que determinen el fortalecimiento de las ideas científicas en desmedro de las intuitivas. Al coexistir ambas, entonces, no se logra debilitar a estas últimas. Se trata, en definitiva, de acercar ambos contextos...

A modo de ejemplo habitual de coexistencia, el enunciado por Aparicio y Rodríguez Moneo (2000) en cuanto a la percepción de los novatos respecto de que la flotación de los objetos está en función del peso; ergo, los objetos pesados se hunden y los livianos flotan... a lo que se contraponen la pregunta viva: ¿y entonces los barcos transatlánticos...?

2.2. Caracterización del cambio conceptual

Propiciar el desarrollo cognitivo – intelectual del individuo implica lograr que el alumno sea capaz de modificar, cambiar y evolucionar su pensamiento partiendo de sus concepciones alternativas de base.

A este proceso es al que denominamos cambio conceptual.

Si bien existen varios modelos de cambio conceptual a partir de los cuales se intenta establecer una cierta taxonomía, así como caracterizaciones específicas para explicitar en que consiste el mismo, el presente artículo centra gran parte de su análisis asumiendo el modelo situado ó experiencial partiendo del convencimiento de que es el que más se acerca a la problemática relacionada con la enseñanza y el aprendizaje de temáticas relacionadas con las ingenierías.

Ortega (2000) menciona que este modelo general concede una gran importancia al contexto como elemento explicativo de la adquisición y el uso del conocimiento; la cuestión fundamental radica, entonces, en que toda cognición está ubicada o situada en un contexto y que éste la determina.

3. El cambio conceptual en el marco de la enseñanza de las ingenierías

En función de lo explicitado anteriormente, la preocupación principal e interrogante de base se traduce en tratar de conocer cuáles son los cambios cognitivos a nivel del conocimiento adquirido (intuitivo y académico pre-existente) que deben tender a producirse en nuestros alumnos para que puedan utilizar eficazmente en el campo los conocimientos científicos e ingenieriles que se tratan de enseñar.

Es claro que partimos de un conjunto de ideas implícitas de los alumnos que, a la altura de cursar las correspondientes carreras universitarias, han adquirido el status de representaciones estables (aunque no necesariamente explícitas); sin embargo, resulta fundamental considerar la explicitación de Pozo (1999) en cuanto a que "... también los propios profesores tienen representaciones estables que, sin embargo, no llegan a explicitar sino en sus aspectos más superficiales" (p.516).

Esta doble consideración se da en cualquier tipo de dominio disciplinar, estableciendo el umbral a partir del cual se deberá trabajar para lograr establecer redescripciones representacionales - de los modelos aprendidos anteriormente - en nuevos lenguajes ó formatos que caractericen específicamente al dominio en cuestión (cada uno de ellos tienen sus propias formas de expresión).

Considerando la enseñanza ingenieril (y en cierto grado de concordancia con la científica) la necesidad per se de ayudar a desarrollar en el alumno conocimiento explicitable y explicable nos llevaría a pensar en impartir una enseñanza basada en modelos (científicos, tecnológicos). Inducir al alumno a contrastar modelos, así como a argumentar principios y validez de los mismos, le permitirá también asociar los mismos, ó desarrollar nuevos, en función de los requerimientos específicos planteados por diferentes tareas ó situaciones problemáticas propias del dominio.

El modelo pasa a constituirse en la mínima unidad de análisis del proceso, mientras que las redescripciones resultantes serían fruto de la integración resultante de la relación dialéctica entre los anteriores; el conocimiento obtenido, entonces, responde a un claro proceso de construcción cognitiva gradual y consciente, establecido en un contexto específico de ocurrencia que dota de significatividad y sentido al mismo.

Se requiere, a su vez, del mantenimiento de cierta continuidad en cuanto al proceso descrito de forma tal de lograr reforzar paulatinamente el conjunto de reglas y relaciones acordes al modelo.

Este metaproceto de construcción y reconstrucción sistemática de objetos de conocimiento propende, asimismo, a facilitar la transcontextualización; es decir, la capacidad por parte del alumno de poder migrar de un dominio de análisis a otro con cierta facilidad manteniendo y/o estableciendo relaciones de validez entre los mismos.

La capacidad de transcontextualización es un principio fundamental en todo proceso de aprendizaje y, en el estado del arte de la ingeniería actual, de predominancia absoluta dado el alto grado de integración e interrelación existentes entre las distintas especializaciones.

3.1. La gradualidad

Es importante considerar que la característica constructiva del conocimiento no se caracteriza necesariamente por la ocurrencia de una determinada linealidad secuencial (respecto de conocimientos anteriores) ni por la generación espontánea de una estructura que adolezca de cualquier tipo de conectividad cognitiva con representaciones anteriores.

Por lo tanto, lo que subyace es que la construcción del nuevo conocimiento responde a un modo gradual que genera ideas híbridas (es decir, situadas entre las propias del sentido común y las propias del campo científico) que han de requerir de un tiempo de maduración caracterizado por un cierto devenir entre los extremos indicados. Algo así como un proceso de acomodación ó ajuste a partir de aproximaciones sucesivas.

Ese estadio intermedio es sobre el cual hay que concentrar la atención desde la perspectiva del proceso de enseñanza, dado que la distancia que separa a ambos extremos y el necesario acortamiento de ella estará íntimamente ligado las estrategias didácticas propuestas a tal efecto.

No es adecuado suponer que la mera explicación de un conjunto de leyes y principios que definen a un determinado objeto, basten para dotar a éste de significatividad y – principalmente - sentido y capacidad de uso.

(La interpretación, por ejemplo, de las Leyes de Kirchoff puede quedar limitada a la mirada matemática de las mismas e, incluso, ser adecuadamente resueltos ejercicios en los cuales se haga uso expreso de ellas...).

La gradualidad indicada requiere generar acciones docentes que tiendan a acompañar las especulaciones conceptuales del alumno; para ello, consideramos fundamental el aproximarse al concepto puesto a discusión mediante explicitaciones de corte cualitativo apoyadas en el relato.

(El alumno debe poder aproximarse cualitativamente a los nuevos conocimientos, antes de encarar cualquier tipo de análisis cuantitativo; ello le habrá de permitir desarrollar cierto carácter anticipatorio respecto de la funcionalidad del objeto y medir –desde el punto de vista de la determinación de cierto grado de validez - el resultado cuantitativo obtenido; esta situación es la que le permitirá asumir cierta actitud crítica y establecer conclusiones valederas).

Demás está decir que es innegable e indiscutible el lugar ocupado por el lenguaje matemático en la enseñanza de las ciencias.

Sin embargo, la utilización indiscriminada de éste, no siempre reporta beneficios por fuera del mismo. Muchas veces la comprensión de un determinado concepto o la resolución de alguna problemática puntual, son visualizadas por el alumno únicamente desde una perspectiva matemática; de hecho, y aun habiendo obtenido un resultado cuantitativamente adecuado, frecuentemente no es capaz de encontrar el significado del mismo al intentar transferir el concepto al campo específico de aplicación.

Mayor dificultad aún se le presenta al tratar de transcontextualizarlo a otro dominio ú especificidad.

Un ejemplo concreto de ello podemos apreciarlo frecuentemente en la asignatura Teoría de Control cuando, ante el análisis de la condición de error en la respuesta del mismo y el correspondiente cálculo cuantitativo, encontramos marcadas dificultades en el alumno al intentar contextualizar adecuadamente el resultado infinito del sistema puesto en acción en el campo real.

Ante la pregunta de rigor: “¿qué representa un error infinito en el campo?”, la respuesta es, en el mejor de los casos, dubitativa...

Situaciones análogas podemos encontrarlas al proponer transferir resoluciones lógicas puras implementadas mediante un PLC a una situación de campo específica y concreta.

En definitiva, y al no poder satisfacer acciones de transferencia y transcontextualización, el conocimiento adquirido por el alumno carecerá de sentido de uso y aplicabilidad, por lo que se encapsula transformándose en una entidad aislada; será recuperada simplemente para poder rendir un examen y a posteriori rápidamente olvidada (esta situación forma alumnos que desarrollan estrategias específicas para resolver ejercicios...).

Considero que estas situaciones se caracterizan por la falta de maduración del proceso de construcción del nuevo conocimiento, manifestadas por un desnivel significativo entre el nivel intuitivo propio del pensamiento inicial del alumno y el nivel teórico y explicativo de las nuevas ideas que le son presentadas en el ámbito académico. (Oliva, 1999).

3.2. La potencialidad del relato

Bajo esta perspectiva, reitero el convencimiento en cuanto a la potencialidad del uso del relato (en general, soslayado a nivel de la explicación teórica de las ciencias) a modo de herramienta mediadora que permite poner en palabras del docente y del propio alumno las finalidades, objetivos, reglas, regularidades, observaciones, comparaciones y relaciones que le permitan estructurar una red lógica de interconexión y diferenciación de conceptos.

Dicha red será, en definitiva, aquella que dote de visibilidad significativa al objeto de conocimiento en situación de aprendizaje.

Lemke (1997) sostiene que hablar ciencia significa hacer ciencia a través del lenguaje. Significa observar, describir, comparar, clasificar, analizar, discutir, hipotetizar, teorizar, cuestionar, desafiar, argumentar, diseñar experimentos, seguir procedimientos, juzgar, evaluar, decidir, concluir, generalizar, informar, escribir, leer y enseñar en y a través del lenguaje de la ciencia. Y agrega que el énfasis en el lenguaje se debe a que éste no es sólo vocabulario y gramática: el lenguaje es un sistema de recursos para construir significados. Los recursos semánticos del lenguaje constituyen, entonces, los fundamentos de todos nuestros esfuerzos por comunicar la ciencia y otras materias. Para comprender cómo funciona la comunicación, y qué es lo que la hace triunfar o fracasar, necesitamos analizar cómo utilizamos el lenguaje para significar algo. La comunicación siempre es un proceso social; es siempre una creación de la comunidad.

En definitiva, considero que la incorporación del relato como elemento que sustenta en gran parte la dimensión cualitativa del objeto de aprendizaje, tiene por finalidad que el alumno logre sobrepasar el hecho artificioso de resolver el ejercicio matemático (en desmedro de la resolución de problema) y logre comprender elementos del mundo científico – tecnológico en función de un contexto determinado.

3.3. El rol de las analogías

Tener capacidad para transcontextualizar implica poder trasladar habilidades de razonamiento de un contexto a otro.

Para un estudiante de ingeniería, es menester desarrollar esta capacidad.

Piénsese, por ejemplo, en un alumno de la carrera de ingeniería es Sistemas de la Información puesto en situación de diseñar sistemas para el área de de Psicología de un centro de salud y, posteriormente, para el área de kits didácticos para la enseñanza de la electrónica.

La capacidad de conmutar contextos puede ser potenciada durante el proceso de enseñanza, mediante la utilización de herramientas que propendan a familiarizar al alumno con aquellos conceptos y elementos que no les sean conceptualmente cercanos.

De ellas, la analogía es un recurso que puede facilitar este acercamiento inducido permitiendo el aprendizaje de un contenido desconocido a partir de un conjunto de

proyecciones (estructurales o funcionales) que se establecen desde un contenido conocido –el análogo–. Sin embargo, el uso de este mecanismo puede traer aparejados ciertos inconvenientes respecto de establecer generalizaciones erróneas; es por esta razón por la cual se recomienda utilizarlo cuando el conocimiento previo tiene ciertas características cercanas al nuevo conocimiento a aprender.

3.4. El aprendizaje situado

Para considerar la incidencia de este ítem, parto del enfoque socio-cultural que instaura el principio de que el conocimiento *es situado*: forma parte y es producto de la actividad, el contexto y la cultura predominante.

La problemática asociada a la enseñanza de disciplinas tecnológicas (por ejemplo, Electrónica), está frecuentemente asociada a la predominancia de enfoques que hacen de la abstracción del contenido una práctica áulica permanente.

El resultado que se observa de ello es el de un aprendizaje, también, abstracto; es decir, sin un sustento ó anclaje que le permita poner en acto aquello que desde la sola enunciación es pura potencia.

Esta falta de *conectividad*, de continuidad conceptual, está definida a mi criterio por la descontextualización (y por ende, la atomización) de los contenidos puestos en situación de ser aprendidos.

Coincido plenamente en cuanto a la condición de sistema que subyace en el paradigma de la cognición situada en cuanto a considerar al conocimiento como parte de un conjunto de dimensiones que lo contienen e incluyen, a saber: la producción como resultado de una determinada actividad, el contexto en el cual se da y el aspecto cultural (que valida y lo dota de sentido, significatividad y aplicabilidad plena...).

Resulta de sumo interés reflexionar respecto de la capacidad de aprendizaje de un aprendiz informal en, por ejemplo, una tornería, un servicio de reparación de electrodomésticos, un taller mecánico ó cualquier otro tipo de ámbito de enseñanza y/o aprendizaje informal.

Lo que caracteriza a cualquiera de los casos mencionados es que el aprendiz está inmerso en un contexto específico, participando del intercambio social propio de la cultura imperante (*comunidad de referencia*); el aprendizaje resultante, entonces, está íntimamente ligado al mismo.

El contexto genera, entonces, un marco referencial donde los contenidos *son*; es decir, tienen entidad real y concreta.

Cuando reflexionamos respecto de situaciones asociadas al aprendizaje formal, sin embargo, solemos encontrarnos con un panorama distinto.

El alumno no está sumergido en contexto alguno, salvo aquellos que puedan estarlo indirectamente a través de sus actividades laborales ó vocacionales cotidianas.

Este hecho condiciona significativamente tanto al proceso de enseñanza como

al de aprendizaje, generándose una tensión entre ambos debido a la necesidad de imponer la legalidad del contenido a explicar por parte del docente, por un lado, y al esfuerzo por lograr aprehenderlo con cierto nivel de sentido y significatividad por parte de los alumnos.

A modo de ejemplo, podemos pensar en un alumno cursando ingeniería electrónica al que se le solicita calcular la polarización de un determinado componente que nunca vio, nunca manipuló, no conoce sus posibles aplicaciones ni la incidencia del mismo en dispositivos que permitan embeberlo, no sabe cómo encontrarlo en su mundo cotidiano...A pesar de ello, sin ninguna duda, los alumnos serán capaces de realizar los cálculos solicitados en función del aprendizaje de las estructuras inherentes al Análisis Matemático. Sin embargo, sin la adecuada contextualización, la supuesta situación problemática se transformó en un *ejercicio*...

Contenidos tales como transconductancia, punto Q, capacidad interelectrónica, etc., tienen únicamente sentido dentro del ejercicio, por lo que las prácticas educativas – al decir de Díaz Barriga Arceo (2003, p. 3) - “...se transforman en sucedáneas ó artificiales, donde el conocimiento se trata como si fuera neutral, ajeno, autosuficiente e independiente de las situaciones de la vida real o de la cultura a la que se pertenece...”.

El conocimiento, para serlo, debe ser situado; ello lo vuelve significativo, aplicable, posible de ser transferido y generalizado a posteriori por el individuo.

3.5. La transferencia a modo de indicador de validez

Es evidente que la institución educativa y el mundo real (si bien insertos uno en el otro), deben establecer una relación dialéctica permanente que permita validar cuestiones; es decir, establecer puentes con el objetivo de acotar distancias entre lo emanado por se por la primera y lo vivido u observado cotidianamente por los sujetos.

Lograr una ida y vuelta a través del mismo (que no es otra cosa que potenciar la relación dialéctica anteriormente citada) dotará de significatividad y sentido al objeto de estudio en cuestión.

Si, por el contrario, este puente no logra establecerse adecuadamente, el objeto corre el riesgo de quedar aislado y será difícil lograr que pase a formar parte del bagaje conceptual del sujeto.

La aislación resultante requerirá de esfuerzos memorísticos puros importantes para mantener al objeto de conocimiento activo, con la lógica consecuencia de no poder ser sostenido adecuadamente a lo largo del tiempo...

El puente al que hago referencia, no es otra cosa que el proceso denominado transferencia.

Ésta representa un mecanismo fundamental a considerar ya que mediante el mismo, el individuo logra hacer uso y generar aplicabilidad manifiesta del objeto

de conocimiento sobre el campo concreto; en definitiva, le permite al mismo operar la realidad (aquello que pone en continuidad real al saber que con el saber cómo).

3.6. Incidencia real de las actividades

Por múltiples consideraciones (entre otras: horarios y días de cursada, organización de las carreras, dedicaciones docentes, desempeño laboral de los alumnos), al ámbito de enseñanza ingenieril formal no le resulta sencillo flexibilizar su propuesta en cuanto a la generación de contextos adecuados; esfuerzos institucionales generados en dicho sentido los representan las PPS (Prácticas Profesionales Supervisadas), las actividades desarrolladas en los Laboratorios y aulas taller, más algunas charlas extracurriculares generadas a nivel de Departamentos.

Necesariamente, entonces, con el objeto de evitar el encapsulamiento y aislación del contenido, el análisis, la elección y el diseño de las actividades propuestas a nivel áulico adquieren un peso didáctico y estratégico fundamental.

Para ello, considero de sumo interés y validez la propuesta de los denominados enfoques instruccionales destinados a establecer una adecuada propuesta del planteo de materiales de estudio y experiencias educativas.

Dichos enfoques devienen de considerar dos dimensiones al momento del diseño de la actividad ó selección del material: por un lado, la Relevancia Cultural (empleo de ejemplos, ilustraciones, analogías, discusiones, etc., que sean relevantes a la cultura a la cual pertenecen o esperan pertenecer los estudiantes); por el otro, la Actividad Social (planteo de actividades que puedan ser tutoradas, colaborativas, con mediadores activos tales como discusiones, debates, descubrimiento guiado, etc.).

La intersección a nivel de coordenadas de ambas dimensiones permite definir un sistema coordinado, cuyos cuadrantes quedan definidos por los pares Actividad Social Alta – Relevancia Cultural Alta (I); Actividad Social Alta – Relevancia Cultural Baja (II); Actividad Social Baja – Relevancia Cultural Baja (III); Actividad Social Baja – Relevancia Cultural Alta (IV).

Sin ánimo de profundizar la temática, y al solo efecto de ejemplificar, podemos decir que:

- Las PPS son actividades, a priori, que pertenecen al cuadrante I (busca desarrollar habilidades y conocimientos propios de la profesión, además de participar en la solución de problemas sociales o de la comunidad de referencia).
- La configuración en laboratorio de equipos de networking (ej.: router), también pertenece al cuadrante I, aunque su grado de relevancia es menor al ítem anterior.
- La resolución del comportamiento de un sistema de control basado en un diagrama de bloques cuantificados, pertenece al cuadrante III (ejemplo que carece de relevancia cultural dado que está asociado a fórmulas y procedimientos encapsulados).

La estructura propuesta resulta de suma utilidad a la hora de proponer actividades prácticas auténticas que propendan a lograr establecer una continuidad lógico - conceptual – procedimental entre el saber que es y el saber cómo hacer (este último, el que permite generar acciones de transferencia, de generalización, a partir de la reflexión en la acción).

3.7. Sistema de actividad: las cogniciones distribuidas

Un tema muy interesante y pertinente en cuanto a las problemáticas relacionadas a la enseñanza y aprendizaje de las ingenierías, es el enunciado por la teoría de las *cogniciones distribuidas*.

Representan éstas un enfoque en cuanto al análisis de las relaciones existentes entre el sujeto en condición de aprendizaje, el instrumento mediador (una actividad, un texto, un instrumento, un docente, etc.) y el objeto de conocimiento (el contenido en situación de ser aprendido); considerando, a su vez, a todos estos actores como componentes de un único sistema.

Referenciando ello, Cole y Engestrom (2001) sostienen firmemente que las cogniciones distribuidas no se dan en un único lugar dentro del individuo: están formando parte de su propia estructura cognitiva y se reúnen en un sistema conformado por éste y sus pares, docentes o herramientas suministradas por la cultura.

or ejemplo, cuando un alumno está realizando una medición de campo mediante la utilización de un analizador de tráfico de red, el instrumento le proporciona al sujeto una guía que le permite llevar a cabo la tarea emprendida.

Durante la misma, las cogniciones propias del individuo (representaciones, ideas, fuentes) interactúan con un conjunto de cogniciones distribuidas a nivel del sistema conformado; esto es: el propio individuo, el analizador de tráfico a modo de herramienta y una determinada actividad a modo de mediador.

Visto desde una perspectiva monolítica (es decir, sin considerar a los componentes del sistema desde su propia individualidad), el sentido de la acción pareciera quedar resumido en el aprendizaje del uso e interpretación del trazador de tráfico y su parámetros y contingencias asociados (el individuo opera sobre el instrumento)

Desde una mirada sistémica, en cambio, se pueden analizar las interacciones que se juegan entre cada elemento; la propia actividad desarrollada sobre el instrumento, propicia en el individuo cambios en lo que respecta a la comprensión del proceso de las comunicaciones en sí mismas dada la necesidad de integrar y conceptualizar los parámetros intervinientes en la configuración (protocolos de diferentes capas, tasas de error, disponibilidad porcentual, MTU, etc.), en un *todo* (una sesión de chat) que se relaciona mediante una determinada sinergia. Es éste un proceso de ida y vuelta que adquiere características claramente espiraladas.

Podríamos hablar, entonces, de una determinada *devolución cognitiva* resuelta en el sentido instrumento – individuo (el instrumento opera sobre el individuo).

Esta devolución que podríamos calificar como oculta, forma parte de aquello que denominamos resabio cognitivo que, a su vez e independientemente, es transferible a otro entorno de aprendizaje.

La riqueza del resabio, sin embargo, queda fuertemente asociada al diseño de la actividad mediadora: debe realizarse el esfuerzo de diseñarla de manera tal que den oportunidades para formar los residuos cognitivos convenientes y no limitarlos.

Por otra parte, Solomon (1993) plantea claramente la relación existente entre actividades de construcción de modelos, el empleo de herramientas y las actividades "... se integran en las actividades de aprendizaje cotidianas, se las percibe como socialmente importantes y significativas y, por tanto, las destrezas que se desarrollan mediante esas actividades distribuidas pueden volverse mucho más generales e ingresar de ese modo en una gama más amplia de acciones compartidas" (p. 173).

3.8. Potencial didáctico del contenido: concepto de tópico generativo

Establecida la necesidad de abordar un objeto de conocimiento en función de su significatividad, se hace necesario enmarcar el mismo de forma tal de que pueda llegar a ser comprendido fehacientemente.

Un aspecto fundamental para ello radica en la manera en que se lo aborda, así como la forma en que se trata de relacionarlo (transferirlo) a otros contenidos.

En el primero de los casos, se hace mención a los denominados *puntos de acceso*, mientras que en el segundo a los *puntos de egreso*.

Antes de poder determinar los mismos, se recomienda analizar el potencial cognoscitivo del objeto de conocimiento, al cual Sullivan (2002, p. 48) define como "tópico generativo".

Éste término hace referencia a la potencialidad didáctica del contenido, siendo el status que lo caracteriza, el siguiente: debe ser importante para una disciplina, debe ser de interés el contar con él, debe ser asequible por diversos recursos, debe ser rico en interconexiones conceptuales con otros tópicos y conceptos.

Un alto potencial didáctico de un contenido, entonces, permite acceder al mismo mediante múltiples recursos, lo cual habilita al docente en cuanto a proponer variados puntos de acceso al mismo.

Los puntos de acceso definidos son: Narrativo, Lógico cuantitativo; Fundacional, Estético, Experiencial y Social cooperativo.

La importancia que tiene el trabajar con múltiples puntos de acceso radica en la capacidad de fortalecer el concepto mediante diversas y distintas miradas que, a su vez, permiten que los alumnos puedan involucrarse a partir de sus respectivos perfiles de inteligencia así como de sus intereses y experiencias particulares. (Gardner, 2006).

Las diferentes estrategias y actividades relacionadas a la transferencia del conocimiento adquirido al abordar el tópico generativo, definen los puntos de egreso del mismo.

Algunos ejemplos de ello pueden ser: un proyecto de aplicación, una presentación destinada a una determinada audiencia, la organización de una muestra, la escritura de un artículo, la generación de una guía didáctica, etc..

Un ejemplo aplicativo de lo enunciado:

Un contenido normalmente difuso en la etapa de formación de los técnicos en electrónica, es el principio de funcionamiento de un transistor.

Para este caso, habitualmente, se utiliza un abordaje matemático para explicitar el mismo.

Dicha elección suma a la natural complejidad del tema, la necesidad de que el alumno comprenda y domine con cierto grado de autonomía, la lógica matemática.

En esta disciplina, el transistor puede ser caracterizado claramente como un tópico generativo y de gran *peso didáctico* en cuanto la riqueza conceptual que tiene el dispositivo.

Puntos de acceso (y secuencialidad) propuestos:

1. Narrativo, con el objeto de contextualizar al dispositivo respecto de la evolución tecnológica histórica y los requerimientos socio – culturales que incidieron en la necesidad del desarrollo del mismo. A partir de ello, la evolución tecnológica aportada por éste.

2. Experiencial, con el objeto de que los alumnos visualicen y experimenten la respuesta del transistor y el fenómeno natural que conlleva la utilización del mismo: la amplificación. Asimismo, les ha de permitir tomar contacto físico con el dispositivo, tener idea de sus dimensiones y el espacio que ocupa, reconocer las siglas que lo identifican, etc. Este punto de acceso aporta importantes aspectos relacionados a la usabilidad.

3. Colaborativo, con el objeto de encontrar en el contexto cotidiano escenarios de aplicación del dispositivo.

4. Cuantitativo, con el objeto de fundamentar la respuesta básica del dispositivo a partir de las leyes propias del dominio electrónico. Para ello, se hará uso del lenguaje lógico – matemático.

Respecto de la valoración de los puntos de acceso propuestos, estimo que la principal fortaleza radica en evitar caer en el estereotipo matemático por excelencia, lo cual conlleva el prejuicio extendido de que “...*hablar de transistores es hablar de matemáticas...*”.

Cuando se parte desde los puntos de acceso Lógico y/o Cuantitativo y se permanece en dichos planos durante la totalidad del proceso de enseñanza del transistor, los alumnos pierden de vista al elemento físico y concreto y se quedan con la modelización utilizada en el desarrollo numérico.

De allí que, al tratar de pasar a una fase procedimental, existan innumerables inconvenientes para poder implementarlas comprensivamente.

4. Conclusiones

Un viejo y siempre vigente interrogante, plantea: “¿Qué cambios cognitivos deben producirse en los estudiantes de ingeniería para que puedan utilizar eficazmente los conocimientos científicos y tecnológicos que, a veces, con tan poco éxito se les enseñan...?”. La reflexión en la acción de nuestra propia praxis docente enmarcada en los aportes producidos por las investigaciones educativas, será la que nos permita construir las adecuadas didácticas específicas a partir de las cuales generar las respuestas transitorias...

Referencias

Aparicio, J.J., y Rodríguez Moneo, M. (2000). Los estudios sobre el cambio conceptual y las aportaciones de la Psicología del Aprendizaje. *Tarbiya, Revista de Investigación e Innovación Educativa*, “Monográfico Cambio Conceptual y Educación”, 26, 13-30.

Cole, M. y Engestrom, Y. (2001). Enfoque histórico-cultural de la cognición distribuida. En Salomon, G. (Comp.) *Cogniciones distribuidas. Consideraciones psicológicas y educativas*. Buenos Aires, Argentina: Amorrortu.

Díaz Barriga, F. (2003). Cognición situada y estrategias para el aprendizaje significativo. *Revista Electrónica de Investigación Educativa*, 5 (2). Consultado el día 20 de Marzo de 2013 en: <http://redie.ens.uabc.mx/vol5no2/contenido-arceo.html>

Gardner, Howard (2006). Múltiples lentes sobre la mente. *Revista Electrónica Sinectica*, 28, Separata, 1-12.

Lemke, Jay. (1997). *Aprender a hablar ciencia: lenguaje, aprendizaje y valores*. Barcelona, España: Paidós Ibérica.

Martín Ortega, Elena. (2000). ¿Puede ayudar la teoría del cambio conceptual a los docentes? *Tarbiya: Revista de Investigación e Innovación Educativa*, 26, 31-50

Oliva Martínez, José. (1999). Enseñanza de las ciencias; algunas reflexiones sobre las concepciones alternativas y el cambio conceptual. *Revista Electrónica de Investigación Educativa*, 17 (1), 93-107.

Pozo, José. (1999). Más allá del cambio conceptual: el aprendizaje de la ciencia como cambio representacional. *Revista Electrónica de Investigación Educativa*, 17 (3), 513-520.

Solomon, Gavriel. (1993). *Cogniciones distribuidas. Consideraciones psicológicas y educativas*. Buenos Aires, Argentina: Amorrortu.

Sullivan, Amy. (2002). Puntos de entrada para la comprensión. En Hetland y Veenema (Comp.) *The Project Zero Classroom: views on understanding* (pp. 47-56). Cambridge Mass, EE.UU: Harvard University Graduate School of Education.