



El constructivismo en la enseñanza de tecnologías aplicadas en Ingeniería Electrónica

Pucheta, Julián A.^{1,2}, Salas, Carlos A.¹

(1) *Departamento de Ingeniería Electrónica, Facultad de Tecnología y Ciencias Aplicadas, Universidad Nacional de Catamarca, Catamarca, Argentina.*

julian.pucheta@gmail.com

(2) *Departamentos de Electrotecnia y de Electrónica, Laboratorio de Investigación Matemática Aplicada a Control (LIMAC), Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales - Universidad Nacional de Córdoba, Córdoba, Argentina.*

RESUMEN: En el presente trabajo se pretende proponer una solución al problema de la transposición didáctica enseñanza-aprendizaje de la Asignatura Sistemas de Control II, correspondiente a la Carrera de Ingeniería Electrónica. Está situada en el 8vo semestre, pero integra conocimientos previos de toda la currícula, fundamentalmente de las Ciencias Básicas. Este hecho hace muy complicado impartir clases analíticas con conocimiento monumentalizado, ya que es muy difícil que los alumnos tengan ideas previas y conocimientos iniciales homogéneos. Por otro lado, a partir de la Encuesta de los alumnos en el momento en que rinden la Asignatura, se muestra que el aspecto de la enseñanza es satisfactorio según lo informan los Alumnos. Se puede concluir que es positivo incorporar el constructivismo en el dictado de la currícula de Sistemas de Control II y también en las asignaturas de las tecnologías aplicadas. Aún cuando el conocimiento inicial no es homogéneo en los alumnos al comienzo del dictado de la Asignatura, el docente puede desarrollar los conceptos nuevos para que los alumnos construyan el conocimiento. Aquí se estableció una metodología para una asignatura que involucra a gran parte de la currícula de la Carrera de Ingeniería Electrónica.

ABSTRACT: In this paper we intend to propose a solution to the problem of teaching-learning didactic transposition of the Control Systems II, corresponding to the Electronic Engineering Career. It is located in the 8th semester, so it integrates previous knowledge of the whole curriculum, fundamentally of the Basic Sciences. This fact makes very difficult to impart analytical classes with monumental knowledge, since it is unlikely that whole the students have homogeneous previous ideas and initial knowledge. On the other hand, based on the Survey of students at the time they take the exam, it is shown that the aspect of teaching is satisfactory as reported by the Students. It can be concluded that it is positive to incorporate constructivism for teaching Course Control Systems II and also in the subjects of applied technologies. Although the initial knowledge is not homogeneous in the students at the beginning of the course, the teacher can develop new concepts for students to build knowledge. We have established a methodology here for a subject that involves a great part of the curriculum of the Electronic Engineering Career.

Palabras clave: Educación, Ayudas didácticas, Conocimiento, didáctica, transposición, conocimiento escolar.

Keywords: Education, Educational aids, Knowledge, didactic, transposition, scholastic knowledge.

1 INTRODUCCIÓN

1.1 *Problema de aprendizaje detectado*

El caso de estudio se enmarca en función de la Actuación Docente como Titular a Cargo de la

Cátedra Sistemas de Control II, de 96Hs de carga horaria, correspondiente a la Carrera de Ingeniería Electrónica de la FCEfN-UNC y dela TECNO-UNCa (el Prof. Carlos Salas). Es una asignatura situada en el 4º año de la Currícula, siendo la Carrera de 5 años. El material empleado



para el dictado está en el laboratorio de enseñanza virtual (basado en Moodle) lo cual permite que los alumnos usen smartphones, PC o Tablets en la atención de clases; las clases se imparten teórico-prácticas en pizarra. El Docente a cargo de la Asignatura mencionada también dicta dos Asignaturas Optativas del mismo Plan de estudios correlativas a ésta, y dos Cursos de Posgrado de la misma temática. Este hecho permitió interactuar con los Egresados de la asignatura y evaluar sus conocimientos iniciales, que debería coincidir con los objetivos didácticos de la Asignatura. Aquí se detectó la falencia que mostraba la falta de aprendizaje del alumno, y exigió implementar técnicas que mejoren la situación del mismo que se veía obstaculizado. Una dificultad bien conocida es que los alumnos de ingeniería no son extrovertidos, y en general toman a cada problema o situación como un desafío confiando en que podrán resolver por sí mismos el tema, incluso sin consultar a otros profesionales, pares o a la web.

1.2 Causas por las que la enseñanza obstaculiza el aprendizaje

La enseñanza efectivamente puede obstaculizar el aprendizaje, ya que aún con toda la preparación del alumno para presenciar la clase, por parte del Docente es muy fácil preparar mal el Dictado de la Clase. Por mencionar algunos aspectos (De Longhi 2013), el adecuado manejo en la transposición de los niveles de complejidad; los tiempos asociados a la dedicación del desarrollo de cada tema o tomar un supuesto conocimiento en el alumno sin verificarlo para el dictar un teórico nuevo (De Longhi y Bermudez, 2010).

Así, en virtud de estudios realizados (De Longhi, 2000; De Longhi *et al* 2012a; De Longhi y Echeverriarza, 2007; De Longhi, 2013; De Longhi, 2000; De Longhi, *et al* 2012b; De Longhi y Bermudez, 2010) es muy delicado el análisis de lo que efectivamente está experimentando o aprendiendo el alumno, y cómo se está construyendo el conocimiento en él.

Si uno pregunta al alumno sobre cómo es que aprendió lo que mejor saber hacer, difícilmente el alumno responda que se lo enseñó el docente en la Universidad (Niransab, 2014).

Es común definir (Niransab, 2014) las clases como el proceso del paso de los contenidos de las notas del docente, a las notas del alumno, sin pasar por las mentes de ninguno de los dos. Por lo tanto, en virtud de la situación del horario de dictado de la Asignatura, y de la ubicación en la

currícula, es que debe analizarse la estrategia de enseñanza. Si el docente propone una clase con disertación, debe evitarse el hecho de que “las personas hablan mientras duermen, pero los docentes les hablan a los que duermen” (Lambert, C., 2012). Así, con ánimo de que los alumnos tengan una actitud de participación y proactiva, las clases pueden pensarse en acciones que el alumno debe experimentar, y así participar activamente de las clases, sin caer en que el docente deja que los alumnos creen que hagan todo el trabajo (Lambert, C., 2012). En definitiva, el docente debe preparar su clase con la actitud de que va a ayudarle al alumno a aprender construyendo el conocimiento a partir de sus conocimientos iniciales y no a obstaculizar, aprendiendo simultáneamente el docente a enseñar (Lambert, C., 2012). El correcto orden de los tiempos dedicados a cada tema, junto con la interacción con los alumnos para avanzar con los contenidos debidamente jerarquizados (Niransab, 2014) facilita el aprendizaje del alumno más que si se imparten los contenidos suponiendo conocimientos iniciales difíciles de verificar.

En la Asignatura se puede planificar cada tema para ocupar 3Hs de dictado, se vuelve más difícil de entenderlo ya que acumula conceptos de las clases anteriores (De Longhi y Bermudez, G. 2010). En esa instancia, es oportuno recurrir a la interacción con el alumno y el alumno con sus pares, (Freeman *et al*, 2013) para introducirse en los aspectos nuevos y dominarlos. Yendo al extremo, si se tuviera un caso de audiencia de alumnos ideal, donde no importase lo que esté experimentando cada alumno y así no dejar lugar para interacción con el docente, se podría grabar audio y video del dictado de las clases de los mejores docentes y compartirlas en línea en la web y cada alumno discute con sus pares vía chat, como se propone en las modernas Universidades en línea (Khan 2012), que tienen más de 65 millones de usuarios alrededor del mundo.

2 EMPLEO DEL CONSTRUCTIVISMO

En el caso de estudio elegido, la Asignatura es teórica pero el material de clases tiene numerosos ejemplos prácticos y éstos consisten en problemas de control de casos cotidianos reales en donde una variable debe comportarse de manera deseada por el usuario. El discurso del docente en cada tema es jerarquizado, donde los contenidos iniciales son más simples que los siguientes (De Longhi y Bermudez, 2010).



Una situación se da al comienzo del dictado, cuando el Docente les imparte a los alumnos un problema para que sea resuelto en grupo de dos o tres personas, a lo largo del semestre, empleando los conocimientos de Asignaturas previas y, de ser necesario, los que se van agregando durante el semestre. A éste proyecto se lo apunala con el Docente de Trabajos prácticos, que asesora en la selección de posibles soluciones y sus desarrollos. Se logra así recuperar el conocimiento acumulado mediante implementaciones prácticas, experimentándolo. Otra situación es en las clases teóricas, donde el Docente propone un problema real que es resuelto a través de soluciones que incorporan conocimientos de clases y Asignaturas previas. Antes de avanzar el Docente tiene varias preguntas de verificación para establecer el adecuado nivel de interpretación en su auditorio. Así, luego del dictado de algunos temas teóricos en la misma clase y en lo referido al tema en cuestión, se plantean los ejercicios prácticos, donde uno o dos son resueltos en clase, por alumnos que desean escribir en la pizarra supervisa el docente. Ésta es una situación de clase en las cuales los alumnos aplican los conceptos teóricos impartidos por el Docente, donde el Docente comienza a pasar de ser ponente a ser entrenador (Hall S., 2012).

2.1 Ejemplo de Situación didáctica 1

Un problema planteado para proyecto de Asignatura -que tiene una carga horaria distribuida a lo largo de todo el semestre, puede ser: Dosificador de agua de riego en cultivos agrícolas. Se requiere establecer una cantidad de humedad de suelo en la zona de las raíces de las plantas de manera que el agricultor logre sus objetivos de producción. El error puede ser del 5%, con un tiempo de muestreo de 1hs. En éste ejemplo el modelo es constructivista (De Longhi y Echeverriarza, 2007).

2.2 Ejemplo de Situación Didáctica 2

Se dicta un tema teórico situado en la Asignatura como Técnicas Modernas, donde se presenta el problema de motivación para emplear los resultados del tema. El mismo esquema se reitera en cada tema nuevo, ya que es necesario situar la clase en algún aspecto que requiere énfasis. Allí el docente hace algunas preguntas para verificar el seguimiento, y de ser posible, se comienza con el desarrollo. Caso contrario, el docente debe repasar los tópicos que los alumnos no muestran conocimiento, siendo éstos relacionados a

Asignaturas correlativas, pudiendo llegar en muchas ocasiones a las de 1er año. En éste ejemplo el modelo que mejor se ajusta es el Transmisión – recepción (De Longhi y Echeverriarza, 2007).

La evaluación del aprendizaje se realiza mediante parciales, y a través de coloquio en la defensa de su Proyecto de clases. En cuanto a la evaluación de la enseñanza, durante el dictado y ante cada pregunta o ejercicio que el docente propone, debe inspeccionar el trabajo de cada estudiante para hacer el seguimiento. Este aspecto es delicado, para lograr que el alumno no se sienta presionado y para que confíe en la posible ayuda ante la duda. En el final de cada clase se traba un diálogo informal para verificar la correcta administración de los contenidos, a modo de medición, como las cartas de confusión <http://www.cdio.org/files/mudcards.pdf>.

2.3 Interacción comunicativa entre docente y alumnos caracterizada

Tomando los conceptos teóricos de la Bibliografía (De Longhi *et al* 2012a), se detallan los tipos de interacción comunicativa, dependiendo de que sean las clases iniciales, intermedias o últimas del Cronograma.

En las Clases iniciales, que coinciden con el comienzo del año lectivo, se emplea los circuitos guiados de:

1. Exposición abierta (A), debido a la necesidad de asegurar una base confiable de conocimiento de los temas correlativos anteriores (B).
2. Diálogo controlado, porque los conceptos teóricos que tienen demostración, ubicados en las Clases intermedias y finales, se emplea el Circuito de Categorías C_a, C_b, C_c y C_d y se avanza siempre que las Afirmaciones del alumno lo permitan.
3. Clase expositiva o tradicional. Una vez que se tienen todos los elementos necesarios para impartir el tema, se agrega el conocimiento nuevo.

Éste esquema mencionado, 1-2-3, se repite en 5 o 6 ocasiones a lo largo de la Asignatura, que son los temas que se dictan en la Cátedra.

En cuando al Dictado de la parte práctica de la Asignatura, se establece proponiendo una situación de problema práctico, que debe ser resuelto a lo largo de la Asignatura. Éste Proyecto lleva un acompañamiento por el Prof. Auxiliar, y es de libre resolución enmarcado en los contenidos de la Asignatura.



Las razones teóricas de éste esquema se pueden detallar a partir de los datos esperados por el Docente al comienzo de las Clases, para establecer un panorama del conocimiento que los alumnos tienen al momento de iniciar el Cursado. No obstante, a medida que van exponiéndose los Temas, los alumnos tienden a repasar los conceptos de las asignaturas correlativas, que son Teoría de señales y sistemas, Física 1 y 2, Sistemas de Control 1, Teoría de redes y Métodos Numéricos. Esto sirve para lograr el dictado de los temas en tiempo y forma.

Ejemplo: Modelado de sistemas (1ra o 2da clase)
Ejercicio 1:

Se propone modelar el sistema del péndulo, en su equilibrio inestable (invertido).

1-Exposición abierta. Aparecen propuestas muy cercanas a la adecuada, pero vagas o inexactas A, B a lo que el alumno responde Q_a o Q_b , caso contrario el docente se detiene a aclarar o repasar temas de Asignaturas correlativas anteriores.

Luego el Docente procede a modelar el sistema para los fines de la Asignatura.

Ejercicio 2: (4ta o 5ta clase)

Se propone controlar el sistema del péndulo, en su equilibrio inestable (invertido).

2. Diálogo controlado porque se debe retomar lo visto en las clases anteriores, con las categorías A, B, C. Los alumnos manejan los conceptos necesarios para resolver el sistema, ya que han empleado las técnicas en sistemas más simples y responden con Q_a , Q_b o S.

2.4 Caracterizaciones de interacción

En las tablas Tabla 1, Tabla 2, Tabla 3 y Tabla 4 se detalla los circuitos comunicativos, extraídos de la bibliografía de referencia (De Longhi *et al* 2012b, De Longhi *et al* 2012a).

Tabla 1. Preguntas del docente.

A Para controlar (evaluar) el conocimiento del alumno sobre conceptos y procesos previamente dados. En la mayoría de los casos, revisando términos científicos y significados asociados a los mismos.

B El docente indaga la comprensión del alumno sobre un concepto o proceso expresado por el alumno, estimulando profundizar su pensamiento y reflexión en la clase.

C_a: indagar la comprensión de un concepto, experiencia o situación descripta en el enunciado de la misma pregunta del docente, en un libro de texto o en las validaciones previas (realizadas por el docente). La idea es provocar una plataforma

común de significado compartido.

C_b: Para generar conflicto y discusión con las ideas expresadas por los alumnos.

C_c: Indagar comprensión de tarea o procesos realizados o a realizar.

C_d: Plantear pregunta problema para generar la elaboración de hipótesis (respuestas anticipadas) o justificaciones de ideas expuestas por los alumnos.

D Dar sugerencias o pistas muy precisas para ayudar al alumno en la elaboración de una respuesta.

E Estimula la diversidad de opiniones entre los alumnos sobre temas colaterales al tema en tratamiento, a fin de recuperar conocimientos, experiencias, o situaciones que aporten a la comprensión del tema actual de la clase.

Tabla 2. Afirmaciones del docente.

F Intervenciones que pretenden reubicar el aporte del alumno en el contexto de lo que se pregunta, del tema tratado, o de la disciplina que se estudia. Son ajustes reguladores de la construcción conceptual.

G Expresan aportes que indican la respuesta válida. Define el contenido correcto, ya sea conceptual, procedimental o actitudinal. Son las afirmaciones del docente que más tienen en cuenta los alumnos y las que luego se retoman en las evaluaciones.

G_a: Expresa una síntesis de los aportes de los alumnos y/o traducción de ideas desde contextos cotidianos a científicos.

G_b: Aporta información nueva (definición o explicación) para completar la idea que se está desarrollando.

G_c: Se le asigna un "nombre" al concepto elaborado en clase.

G_d: Se revisa el proceso seguido para elaborar el concepto, el "cómo se conoce" (meta análisis del proceso realizado)

G_e: Validar el aporte del alumno simplemente con un "bien" o expresiones similares.

H Aporte (contribución conceptual adicional) simulando la posición de otro alumno o relatando (recordando) ejemplos que dieron otros alumnos con anterioridad.

I Consigna la tarea a realizar, tipo de análisis o secuencia a seguir. A veces se refiere a un criterio de evaluación.

J Indica o justifica el porqué de una tarea o el trabajo de una determinada forma (en grupo, por ej.)

K Estimula, controla o indaga el nivel de atención, participación, o seguimiento por parte



de los alumnos en el desarrollo de la clase.
L Interviene en forma neutral para que continúe el diálogo entre los alumnos.
M Niega el aporte de un alumno.

Tabla 3. Preguntas del alumno.

N Solicita aclaración de la consigna o extensión del tema, buscando más información.
O Para solicitar una aclaración específica referida a un término, un concepto o un procedimiento incluido en su respuesta. Busca identificar la validez de lo que dice.
P Intenta confirmar si está correcta su idea o la de otro compañero (cómo lo está entendiendo). Es un control de su propia construcción personal.

Tabla 4. Afirmaciones del alumno.

Q_a: Expresa conocimiento o interpretación de concepto o proceso a solicitud del docente. El alumno se expresa aquí con el nivel de formalidad esperado por el docente
Q_b: Expresa comprensión sobre la tarea realizada.
R Expresa una opinión aportando una experiencia personal, o comenta sobre el aporte o experiencia de otro compañero. Generalmente son referidas a ejemplos que están fuera del contexto del tema o disciplina.
S Repite textualmente una respuesta ya validada, que está en el libro o que expresó el docente con anterioridad.
T El alumno no contesta, estableciéndose un silencio (posible indicador de problemas de comprensión de concepto, lenguaje, no sabe qué opinar, otros).
U Solicita o cuestiona pauta de trabajo, independiente del tema que se trate.
V Solicita o cuestiona criterio de evaluación dado por el docente.
X Llama la atención de diferentes maneras, sin aportar al tema en tratamiento.
Y Emite hipótesis (respuestas posibles, anticipadas; conjeturas iniciales) a pedido del docente, sobre el tema en tratamiento.
Y_a: Da explicaciones para justificar la hipótesis elaborada
Z Justifica la tarea no realizada o explicita imposibilidad de concretarla.
W Asigna una tarea a otro compañero.

3 MODELO DE TRANSPOSICIÓN ANALÍTICA

A modo de ejemplo y para comparar, se identifica una clase de la materia que se plantea dictar

siguiendo un modelo de transposición analítica. Se la caracteriza según los objetivos, contenidos, actividades, y enfoque.

La clase identificada es la 12va. El Tema está en la Unidad 8. El tiempo disponible es de 3Hs reloj, de las 19.00Hs a las 22.00Hs. Todo el material expuesto en pizarra está disponible en el LEV (Moodle), los alumnos asisten con el material impreso, algunos toman nota en el mismo, otros lo siguen desde un archivo pdf en una Notebook, tablet o celular. El Docente emplea la pizarra y fibra, no emplea cañón electrónico.

3.1 Objetivo

El alumno al término de la clase deberá ser capaz de dominar la Fórmula de Ackermann para el diseño de controladores en tiempo continuo.

3.2 Contenido

Suponiendo una situación problemática actual en que deba realizarse el ajuste del desempeño del sistema realimentado cada vez que una señal de supervisor lo indique, y que el proceso de cálculo cuente con los valores actuales de los nuevos parámetros.

3.3 Motivación

Se presenta el esquema de situación en donde se define la necesidad y se genera la motivación del objeto de estudio mostrada en la Figura 6. La necesidad es lograr que la humedad en las raíces de un cultivo esté en valores adecuados según el usuario, donde el Ingeniero en Electrónica debe realizar el sistema de control para cumplir los requerimientos. En la Figura 6. (a) se muestra donde está situado un sensor que determina el estado de la humedad de suelo, y en la Figura 6. (b) la evolución temporal de la variable. Se dosifica el agua a través de un mecanismo automático cuyo objetivo es lograr que la humedad de suelo no disminuya por debajo de un determinado umbral, por ejemplo el 6%, manteniéndose mucho tiempo allí, típicamente 48Hs. Para resolver el problema se procede a emplear el método de la ingeniería o matemática aplicada para resolver situaciones del mundo real, donde a partir de una Abstracción se genera un problema matemático, que mediante Matemática pura se obtiene una solución matemática. Luego, a esa solución se la verifica mediante simulación y de salir verificada se puede proceder a la Constatación o implementación en el mundo real. En la Figura 2, se muestra el esquema para este procedimiento.



3.4 Actividades del docente

Detallar la Motivación, a través de la oratoria y dibujos en pizarra. Descripción de la necesidad de expresiones simples para el cálculo de controladores. Ecuación de Lazo cerrado del sistema lineal en tiempo continuo. Desarrollo de su Ecuación Característica. Asignar valores a las incógnitas expresándolo con los valores de los polos ubicados en los lugares deseados en el plano complejo. Uso del Teorema de Cayley-Hamilton para obtener un polinomio matricial. Igualar el polinomio matricial de lazo cerrado con el de lazo abierto más algunos términos dependientes de las incógnitas. Despejar la matriz K para obtener la Fórmula. Tratar de caminar el aula para verificar la actividad detrás de los pupitres y corroborar que efectivamente se ve clara la información escrita en pizarra. Volver a la pizarra y detallar un Ejemplo práctico de diseño empleando la Fórmula obtenida. Darles un tiempo a los alumnos para que lo planteen y mientras tanto el docente debería caminar por los pupitres para ver si hay señales de que se entendió el tema. Es importante no presionar a los alumnos mirando permanentemente o dando directivas que intimiden porque se bloquea el circuito comunicativo. Luego de 10 o 15 minutos se propone a los alumnos compartir la solución, al menos argumentalmente y el docente resuelve en pizarra para cerrar el ejemplo.

3.5 Actividades del Alumno

Los alumnos que lo deseen pueden pasar al frente para compartir su resolución, pero deben hacerlo en sus apuntes. El Docente debe inspeccionar el avance de manera no invasiva, lo ideal es caminar por los pupitres, pero para ello debería haberlo hecho anteriormente como para que no haya una presión en el seguimiento de la actividad.

4 MODELO DE TRANSPOSICIÓN HOLÍSTICA

Se presenta el ejemplo de una clase en la que se emplea el constructivismo efectivamente, se detalla a continuación la situación en la currícula, los conocimientos previos, las ideas previas y los objetivos de la clase. Se emplean las definiciones detalladas en la bibliografía (De Longhi 2000).

4.1 Ideas previas

Son concepciones alternativas que tiene el alumno, de la vida cotidiana (De Longhi 2000).

Necesidad de riego de cultivos.

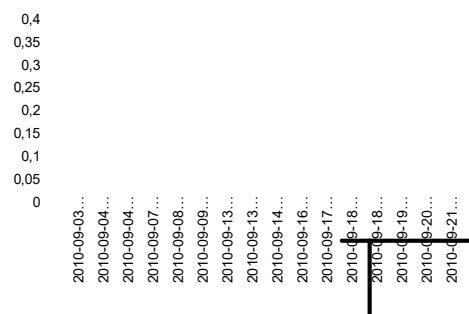
Necesidad de uso apropiado del agua.

Riego de cultivos de producción comercial.

Un sistema controlado de lazo cerrado requiere un ajuste, cada tanto tiempo por razones de envejecimiento y deterioro.



(a)



(b)

Figura 6. Problema de control automático donde se pretende mantener la humedad de suelo en un determinado valor especificado por el productor.

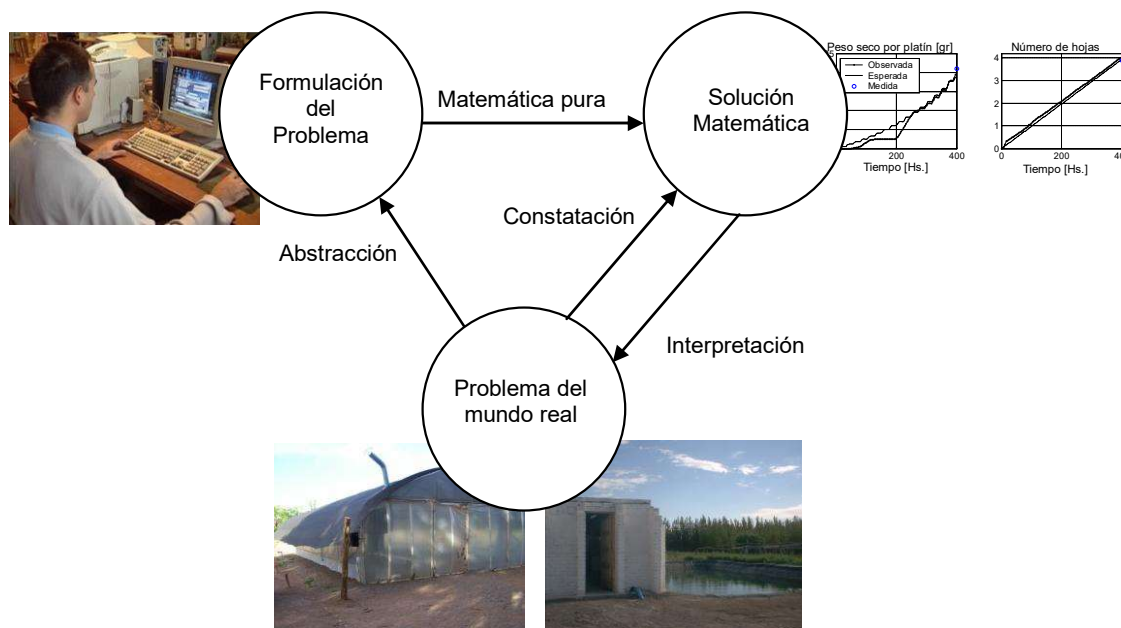


Figura 7. Metodología de solución de problemas de ingeniería. El origen del procedimiento es el mundo real, y también donde se verifica la solución.

4.2 Conocimientos previos

Se identifica como Conocimientos previos a los conocimientos académicos vistos con anterioridad en la carrera o niveles educativos anteriores (De Longhi 2000). Así, en el caso actual se puede poner lo siguiente.

Accionamientos mediante válvulas. (Física I).

Modelos matemáticos de válvulas y actuadores. (Sistemas de Control I).

Sistemas sensores de variables relacionadas a la humedad de suelo. (Actuadores y Sensores).

Mecanismos realimentados de sistemas. (Sistemas de Control I).

Sistemas dinámicos, su planteo mediante ecuaciones diferenciales, su solución para diferentes excitaciones. (Análisis Matemático II, Análisis y sistemas lineales).

Simulación con cálculo numérico de sistemas dinámicos. (Métodos numéricos).

Representación de sistemas dinámicos en variables de estado. (Sistemas de Control II, primeras Unidades).

Algebra de matrices, cálculo diferencias de matrices, y soluciones forzada y homogénea. (Algebra I).

Se propone resolver el problema planteado mediante la Motivación 3.3 a través de los modelos iniciales e ideas previas de los alumnos.

4.3 Actividades del docente

Detallar la Motivación c) de la parte A de éste TP, a través de la oratoria y dibujos en pizarra. Descripción de la necesidad de expresiones simples para el cálculo de controladores. Ecuación de Lazo cerrado del sistema lineal en tiempo continuo. Desarrollo de su Ecuación Característica.

4.4 Situación de referencia

Se establece una situación como un interrogante desafiante, que aquí es ¿Cómo se podría cumplir los requerimientos del problema? Nótese que es probable que el algoritmo requiera ajustarse cada 4 o 5 días, lo que es indicado por un sistema supervisor y entonces el controlador debe volver a calcularse.

Luego de que los alumnos aproximen sus apreciaciones a una solución, de no ser la que más se ajusta a los requerimientos, se procede con el dictado de los contenidos de la Fórmula de Ackerman.

Asignar valores a las incógnitas expresándolo con los valores de los polos ubicados en los lugares deseados en el plano complejo. Uso del Teorema de Cayley-Hamilton para obtener un polinomio matricial. Igualar el polinomio matricial de lazo cerrado con el de lazo abierto más algunos términos dependientes de las incógnitas. Despejar



la matriz K para obtener la Fórmula. Ejemplo práctico de diseño empleando la Fórmula obtenida.

4.5 Actividades del Alumno

Los alumnos pueden interactuar entre ellos o directamente trabajar en la búsqueda de las soluciones. En las clases anteriores tienen una solución que cumple parcialmente el enunciado. Cuentan con conectividad wifi y los apuntes de clases anteriores. Los alumnos que lo deseen pueden pasar a la pizarra o simplemente comentar su resolución.

5 DISCUSIÓN

El método descripto fue implementado y desarrollado a lo largo de diez cohortes, y a partir de la séptima se logró verificar la mejora en la construcción del conocimiento. Nótese que la instancia de constatación está dada luego de haber aprobado la asignatura en el inicio de la Asignatura Optativa o en el Curso de postgrado. La actividad áulica del docente tiene que complementar con actividad del alumno a fin de lograr verificar en el momento si el conocimiento se está efectivamente construyendo. La mejor manera de hacerlo es a través de sondeo directo sobre los apuntes del alumno, cosa que se dificulta si está tomando apuntes en PC, Notebook o Smartphone.

6 CONCLUSIONES

Se ha presentado un método de enseñanza conocido como constructivismo empleado en el dictado de una asignatura de la Carrera de Ingeniería Electrónica. Se puede asegurar que el aprendizaje de los alumnos mejoró a lo largo de 10 cohortes de dos Universidades (FCEfyN-UNCba y TECNO-UNCa), debido a la evaluación directa de los conocimientos adquiridos por los egresados de la Asignatura. Esa evaluación se hace a instancias de Asignaturas correlativas superiores o en Cursos de Postgrado en disciplina afín.

7 REFERENCIAS

- De Longhi A., "La construcción del conocimiento un problema de Didáctica de las Ciencias y de los profesores de Ciencia", Revista de Educación en Biología ISSN 0329- 5192 Vol.3, N 1, 2000, pp. 13-21.
- De Longhi, A.L.; Ferreyra, A.; Peme, C.; Bermudez, G.M.A.; Quse, L.; Martínez, S.;

- Iturralde, C.; Campaner, G. "La interacción comunicativa en clases de ciencias naturales. Un análisis didáctico a través de circuitos discursivos". Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias 9 (2), 178-195, 2012a.
- De Longhi y Echeverriarza, compiladoras. 2007. Dialogo entre diferentes voces. Un proceso de formación docente en ciencias naturales en Córdoba-Argentina. UNESCO. Ed. Universita (Pp 11 a 24).
- De Longhi A., 2013. "Aportes didácticos para la enseñanza en la universidad", en Sacone J. y pacífico A. (comp.), Habitar la universidad en su contexto. Jóvenes y enseñanza. Universidad nacional del Litoral.
- De Longhi, A. L. 2000. El discurso del profesor y del alumno: análisis didáctico en clases de ciencia. Enseñanza de las Ciencias, España, Vol 18, N 2, junio, 2000, pp 201-116.
- De Longhi, A.L.; Ferreyra, A.; Peme, C.; Bermudez, G.M.A.; Quse, L.; Martínez, S.; Iturralde, C.; Campaner, G. 2012b. La interacción comunicativa en clases de ciencias naturales. Un análisis didáctico a través de circuitos discursivos. Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias, 9(2), pp. 178-195.
- De Longhi, A.L. y Bermudez, G. 2010. Aportes didácticos para la formación docente: La comunicación en el aula. Córdoba: Ed. FCEfyN-UNC.
- Lambert, Craig. <http://harvardmag.com/pdf/2012/03-pdfs/0312-23.pdf>. 2012.
- Niransab, <https://niransab.wordpress.com/2014/06/18/lectures-and-learning/>
- Scott Freeman, Sarah L. Eddy, Miles McDonough, Michelle K. Smith, Nnadozie Okoroafor, Hannah Jordt, and Mary Pat Wenderoth, 2013. "Active learning increases student performance in science, engineering, and mathematics". <http://www.pnas.org/content/111/23/8410>. 2013.
- Salman Khan. The One World Schoolhouse: Education Reimagined. Editorial Twelve 2012.
- Steven Hall 2012. <https://ocw.mit.edu/courses/aeronautics-and-astronautics/16-06-principles-of-automatic-control-fall-2012/this-course-at-mit/the-experience-of-teaching/>
- <http://www.cdio.org/files/mudcards.pdf>