

PROBLEMÁTICA DE LA ENSEÑANZA

UN MODELO INTEGRADOR PARA LA ENSEÑANZA DE LA FÍSICA EN LA CARRERA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA.^(*)

MÓNICA MOYA DE OVANDO⁽¹⁾

LEONOR COLOMBO DE CUDMANI⁽²⁾

⁽¹⁾ Escuela de Agronomía, Facultad de Ciencias Naturales, Universidad Nacional de Salta.
Avda. Bolivia 5150. CP 4400. Salta. Argentina. Tel.: (+)54-387-425 5434.

Correo electrónico: moyam@ciunsa.edu.ar

⁽²⁾ Departamento de Física, Facultad de Ciencias Exactas y Tecnología, Universidad Nacional de Tucumán. Avda. Independencia 1800. CP 4499. San Miguel de Tucumán. Argentina.

Fax: (+)54-381-436 3004. Correo electrónico: Lcudmani@herrera.unt.edu.ar

RESUMEN

Este trabajo se inscribe dentro de una propuesta más amplia, el Proyecto InIPEF (Integración de Investigación y Práctica en la Enseñanza de la Física), cuyo objetivo principal es integrar a docentes e investigadores de la enseñanza de la Física en la elaboración de diseños curriculares superadores de falencias detectadas en los procesos de aprendizajes de nuestros alumnos en una estrecha dialéctica entre experiencias de aula y estrategias y metodologías de investigación educativa en ciencias. Se presenta aquí el marco referencial teórico y algunos criterios que se desprenden del mismo, que servirán de base para la elaboración y evaluación de diseños curriculares para la enseñanza de la Física en el contexto particular de la formación del Ingeniero Agrónomo.

ABSTRACT

This work is immersed within a bigger proposal: The Research and Practice Integration within the Physics Teaching. Its aim is to integrate Physics teachers and Teaching Physics investigators into the drawing out of curricula aimed to overcome detected problems in the student's learning process. Here, the theoretical frame and some criteria coming out from it, are exposed. These will be useful as a basis for the drawing out and evaluation of curricula for the Physics within the context of Agriculturist Engineering.

INTRODUCCIÓN.

Contextualizada en el ámbito de la formación básica del Ingeniero Agrónomo, la problemática de la enseñanza y del aprendizaje de la Física

tiene sus rasgos particulares, que deben ser considerados a la hora de diseñar el currículo de la asignatura Física para Agrónomos.

^(*) Una versión previa del presente trabajo fue presentada en la XI Reunión de Educación en Física, Mendoza, Argentina, Septiembre de 1999.

A fin de disponer de un marco teórico que favorezca la construcción de diseños fundados en sólidas bases científicas, el trabajo se nutre con los aportes de las teorías del aprendizaje sustentadas en investigaciones educativas, que aparecen como promisorias en el contexto de este trabajo.

El análisis de los problemas detectados en los actuales diseños curriculares nos ha permitido clarificar algunas características importantes que debieran tener los modelos y hacia dónde apuntan los objetivos de aprendizaje.

ALGUNOS ANTECEDENTES.

En el documento "Propuesta metodológica para el rediseño curricular"⁽¹⁾ (Dr. Pintos Contreras, 1998)⁽²⁾ elaborada en base a un relevamiento realizado por comisiones evaluadoras de docentes, estudiantes, egresados y no docentes, pertenecientes a la Carrera de Ingeniería Agronómica de la U.N.Sa. se desprenden algunas recomendaciones especialmente interesantes:

1. Que los docentes universitarios utilicen nuevas metodologías de enseñanza, que permitan articular *"con mayor claridad la teoría y la práctica, la investigación con la experimentación y la docencia, la reflexión crítica científica con la aplicación práctica del conocimiento"*. Es decir, los docentes debiéramos generar nuevos abordajes pedagógicos que nos permitan avanzar en la superación de prácticas tradicionales de *"transmitir conocimientos descontextualizados"*. (Pintos Contreras, 1998, pg. 3)

2. Organizar los programas de asignaturas de forma tal que permitan la resolución de situaciones de complejidad creciente a fin de favorecer no sólo la profundización conceptual, sino también el trabajo autónomo del futuro profesional, *"su perfeccionamiento y actualización permanente"*. (Pintos Contreras, 1998, pg. 4)

3. El futuro agrónomo no sólo debería apoyar al productor en la transferencia de tecnología, sino también *"construir conocimiento aplicado conjuntamente con aquel que posee la experiencia del acto de producir"*. (op. cit.)

Por otro lado, dentro del marco del Proyecto

⁽¹⁾ Corresponde a la 2da. etapa del Rediseño del plan de estudio de la Carrera de agronomía.

⁽²⁾ Proyecto FOMEC 066, Consultor externo.

INIPef (Cudmani et all, 1999), la interacción entre docentes e investigadores durante múltiples jornadas de trabajo, permitió detectar algunas cuestiones fundamentales comunes a la enseñanza de la Física en diversos contextos, algunos núcleos de dificultad muy importantes que debieran ser considerados por los nuevos diseños curriculares a fin de poder superarlos. Es decir, el nuevo diseño curricular debiera favorecer en los estudiantes:

a) un aprendizaje más significativo de las temáticas específicas de la Física, en relación a los modelos de la enseñanza tradicional;

b) integrar elementos conceptuales, habilidades y destrezas que le permitan relacionar, transformar y aplicar los conocimientos científicos en la resolución de problemas vinculados al mundo agropecuario (Ver Plan de estudio, Anexo 1);

c) una visión actualizada acerca del quehacer científico y su impacto en la tecnología, superadora de visiones problemáticas, algorítmicas (Gil, D, 1993);

d) la integración eficiente del trabajo experimental (laboratorio) con el aprendizaje de conceptos científicos y con la resolución de problemas, del mundo agronómico de modo que se estimulen actitudes positivas hacia el aprendizaje de la Física.

ENCUADRE TEÓRICO Y CONCEPTUAL.

Dada la índole de los objetivos propuestos, los cuales se explicitan en el Anexo 1, el modelo debería responder a las últimas concepciones características del constructivismo que rescatan la importancia de centrar el proceso de aprendizaje en actividades de resolución de problemas (Martínez Llantada, 1986; Cudmani, L. de, 1988) a través de los cuales los alumnos construyan el conocimiento a partir de sus ideas previas.

Del relevamiento bibliográfico de las principales líneas, (Villani, 1992; Moreira, 1997; Novack, 1988; Cudmani, L. de, et all, 2000) se rescatan elementos valiosos y adaptables a los objetivos planteados en este trabajo.

En una ponencia presentada al Ier. Simposio de Investigadores en Educación en Física sosteníamos: *"Los modelos más actuales coinciden en considerar al aprendizaje de las ciencias como una conceptualización cuyos significados son activamente construidos por los aprendices. El conocimiento es una función*

adaptativa que construye explicaciones racionales de nuestra experiencia con el mundo. En este contexto, el mundo, la realidad, no son sólo las cosas y los fenómenos sino que incluye el sujeto que conoce y a su interacción con los otros. Así el conocimiento en Ciencias no es sólo el conocimiento de «algo», es también el conocimiento de «alguien». (Cudmani, L., 1992)

En particular, el modelo integrador para el aprendizaje de las ciencias (Cudmani et al., 2000) se presenta como una propuesta que incorpora al modelo de cambio conceptual, cuyo soporte epistemológico está dado por los trabajos de Kuhn, las ideas de Laudan (1986). Este epistemólogo plantea, para la construcción del conocimiento científico, un modelo reticular no jerarquizado y sostiene que un cambio en uno de los campos por ejemplo el conceptual, no necesariamente genera un cambio holístico que abarque todas las áreas de la estructura cognitiva. Propone una red triádica, cuyos elementos fundamentales son los fines, los conceptos y los métodos de la ciencia. Los objetivos y valores que definen el campo actitudinal justifican las metodologías. Por su parte las metodologías justifican las teorías y concepciones y muestran la factibilidad de los objetos científicos. La teoría a su vez debe armonizar con objetivos y restringir las metodologías eficientes. Esta dependencia mutua posibilita que los cambios puedan comenzar en cualquiera de estos niveles y extenderse a los otros. Así, en particular, es posible que los científicos puedan alterar sus compromisos teóricos sin modificar los actitudinales y metodológicos. *“Donde el modelo reticular difiere más del jerárquico es en la insistencia en que hay un proceso de ajuste mutuo y justificación mutua que ocurre en todos los niveles del compromiso científico.... No deberíamos seguir considerando a ninguno de estos niveles como privilegiado o primario o más fundamental que los otros. Demandas axiológicas, metodológicas y factuales, están inevitablemente interconectadas en relaciones de mutua dependencia.”* (Laudan, op cit)

Si bien este modelo se refiere a los procesos de construcción de conocimientos en la investigación científica, se ajusta muy adecuadamente con las exigencias de integrar métodos, contenidos conceptuales y actitudes en el aprendizaje de la ciencia como vienen sosteniendo numerosos autores. (Gil, Carrascosa, 1988; Gil D., et al., 1999; Salinas, et al., 1996; Gil Pérez, 1993, Cudmani et al., 2000).

Schwab (1968) y Duschl (1995), proponen que la enseñanza de las ciencias se planifique además como una reflexión sobre el proceso de investigación, con lo cual emergen los aspectos relacionados a la construcción social del conocimiento científico.

Aparece como muy importante el no separar entre si el hacer, el saber y el sentir, enfatizándose la interrelación entre ellos. Así, la capacidad de comprender las concepciones de la Física estaría estrechamente ligada a los procesos que dieron lugar a su construcción y convalidación.

En síntesis, concepciones y métodos, concepciones acerca de la naturaleza de la ciencia, y de sus fines y valores, creencias y cosmovisiones son dimensiones del proceso de construcción, co-construcción y reconstrucción del conocimiento necesarios para el aprendizaje de la ciencia y, la investigación didáctica deberá tenerlos en cuenta a la hora de planear un curriculum en el contexto de la Física para agrónomos.

Podemos hablar, de un sistema cognitivo, que considera todos los aspectos anteriormente mencionados. Se lo define como *“el conjunto de representaciones de la realidad, y de instrumentos intelectuales que hacen posible la construcción de esas representaciones”*. Es decir, es *“el conjunto de conocimientos conceptuales, y de nociones ontológicas, epistemológicas, metodológicas y axiológicas, que el aprendiz construye a través de, y emplea en sus interacciones con los fenómenos naturales y con otros individuos”* ... *“los cambios metodológicos, de valoraciones, de supuestos filosóficos y sociales, de metas y fines no se dan en forma simultánea y per se con el cambio conceptual, trae, como consecuencia importante, el requerimiento de que el acto docente esté intencionalmente dirigido a generar las estrategias docentes, los diseños curriculares, las actividades de aprendizaje, los criterios de evaluación, que se propongan como propósito explícito favorecer el cambio del sistema cognitivo buscado.”* (Cudmani, 1998, pg 77).

Dentro de estas concepciones hay una resignificación del rol del profesor. De ser fuente transmisora del conocimiento pasa a actuar como un experto, miembro de la comunidad científica, que orienta el trabajo de los estudiantes hacia la construcción de conocimientos coherentes con la naturaleza de la ciencia y la metodología científica, transformando sus

hábitos de aprendizaje, tornándolos en herramientas útiles para la resolución de problemas en forma más científica y eficiente.

Desde esta perspectiva, sería tarea del docente ayudar al alumno a develar aspectos del mundo circundante, que por sí sólo no estaría en condiciones de realizar. En el contexto de este trabajo se hace necesario relacionar la enseñanza de la Física con hechos concretos de interés, con relación a las necesidades de la Carrera donde cobran significados, los conceptos de Física desarrollados. Por ejemplo, la fundamentación que da la Física a la Climatología, a la dinámica de producción vegetal y animal, a los mecanismos que intervienen en las maquinarias de producción agrícola-ganadera.

En este proceso se torna imprescindible considerar la metacognición como una reflexión crítica de los aprendices sobre sus nuevos conocimientos y sobre los procesos de su adquisición: qué aprendieron y cómo lo aprendieron. Esta reflexión permitiría reconocer los propósitos y naturaleza de los conocimientos científico y precientífico, favoreciendo un cambio de paradigma que lo ayudará a definir, a superar sus ideas precientíficas. En estas actividades se rescata el valor del trabajo grupal del conocimiento científico en la búsqueda del consenso.

Como lo dijimos, un importante componente de todos estos modelos es el reconocimiento del rol fundamental que las ideas previas de los aprendices juegan a la hora de construir concepciones de la ciencia. Las investigaciones educativas de los últimos años han demostrado la existencia de conocimientos previos, originados en la interacción con situaciones cotidianas. Nuestros alumnos llegan a la Universidad con conocimientos previos, producto tanto de su formación escolar anterior como de las experiencias de vida cotidiana. La investigación educativa actual le asigna entre otros, los nombres de conocimientos precientíficos, concepciones previas, teorías ingenuas, esquemas conceptuales alternativos, representaciones (Viento, 1979, 1985; Driver, R, 1986, 1988; Gil, D, 1993). *“Este conocimiento que generalmente nos basta para enfrentar las exigencias de todos los días, muchas veces no coincide con las teorías que actualmente acepta la comunidad científica para explicar los mismos fenómenos”* (Salinas, J., et all, 1996).

“Pero el aprendizaje de las ciencias, tanto en la investigación como en el marco de las expli-

caciones no puede limitarse a realizar cambios desde las concepciones previas hacia los paradigmas científicos generalmente establecidos y seleccionados por el docente. Es necesario proponerse el desarrollo de estrategias que den al estudiante la posibilidad de modificar sus paradigmas y sus esquemas interpretativos en forma autónoma y autogenerada cada vez que enfrente situaciones problemáticas que lo requieren” (Cudmani, et all, 1991). Los profesores deberán proponerse como objetivo lograr que el alumno desarrolle sus propias estrategias. Deberá adquirir la capacidad de autocuestionarse, detectar lagunas e incoherencias, contradicciones, paradojas,... en su estructura cognitiva. Estos cuestionamientos no sólo afianzaran la comprensión de la estructura cognitiva o cognoscitiva con que trabaja y desarrolla sus sistemas de operaciones o sistemas de asimilación, sino que también permitirán que surjan las limitaciones e inconsistencias que actuarán como motores y generadores de los nuevos cambios paradigmáticos. (op. cit.)

Se espera que la síntesis aquí esbozada sirva como referente teórico para diseñar una propuesta superadora de los problemas y núcleos de dificultad explicitados en parágrafos anteriores.

CRITERIOS Y ESTRATEGIAS DE APRENDIZAJE QUE SE SUSTENTAN EN EL MODELO PROPUESTO.

El marco teórico explicitado en este trabajo permitiría objetivar y resignificar más científicamente las innovaciones propuestas, la transferencia de resultados y la retroalimentación del proceso, teniendo en cuenta los resultados obtenidos de la puesta en práctica en el aula.

En una primera etapa se planificará el diseño curricular para una determinada temática a fin de que pueda ser evaluada con criterios más rigurosos y científicos. Sin embargo, se espera que el diseño sea una especie de prototipo con criterios y recursos estratégicos y didácticos transferibles a otros temas de la disciplina.

El modelo presentado en el párrafo anterior, permite extraer algunos *criterios* potencialmente valiosos a fin de que la enseñanza promueva aprendizajes significativos de los conocimientos propuestos:

1. La importancia y el valor de identificar las **ideas previas o preconcepciones** con las que nuestros alumnos llegan a cursar la asignatura “Elementos de Física”. Estas constituyen parte

de sus sistemas cognitivos, por lo que identificarlos permitirían detectar aspectos negativos que obstaculizarían un aprendizaje significativo. Como así también, nos brindarían información sobre los intereses propios de los aprendices que, por la naturaleza del conocimiento agronómico, es de esperar que giren alrededor de los fenómenos relacionados con el medio ambiente y seres vivos que conforman el ámbito natural de la tarea agropecuaria.

Para que el aprendizaje sea significativo, creemos que es necesario que el aprendiz active ideas o conocimientos previos. Es decir, los datos acerca del sistema cognitivo del alumno servirían como punto de partida de nuestra enseñanza y de sus procesos de aprendizaje. Las estrategias diseñadas deberían permitir que las ideas previas puedan ser modificadas por el propio aprendiz, en procesos sucesivos de construcción, co-construcción y reconstrucción del conocimiento, integrando permanentemente la información nueva a lo ya conocido, conectando lo formal con el contexto propio del estudiante, con actividades dentro de su zona de desarrollo (Vigotsky, 1989).

Las actividades de aprendizaje deberían estructurarse de modo que las concepciones, procedimientos y actitudes se desarrollen en un proceso en espiral en el que la nueva información, genere intereses y preguntas que desencadenen nuevos procesos de aprendizajes; sucesivos niveles de complejización que el aprendiz, en forma personal y en cooperación con otros puede ir paulatinamente resolviendo y consolidando aproximaciones sucesivas al significado de los conceptos que se pretenden enseñar, por distintas vías de acceso.

2. Para producir modificaciones en los sistemas cognitivos, será necesario encarar actividades en las que los alumnos sean los actores principales de sus procesos de aprendizajes. ¿Cómo comprometerlos, motivarlos, de tal manera que se activen en ellos intereses y necesidades de aprendizaje de un cierto conocimiento? El estudiante debería percibir la situación de aprendizaje planteada como un verdadero desafío, que le resulte interesante encarar para la búsqueda de una posible solución.

Por interesante entendemos que resulte significativo, que surja la necesidad en él de construir una solución, desencadenando, de esta manera, el proceso de aprendizaje.

Este último será significativo en la medida que

logre incorporar los nuevos conceptos a su "estructura cognitiva" en forma coherente y estructurada; integrando componentes tanto conceptuales, actitudinales como procedimentales, de modo que le permitan relacionar, transformar y aplicar los nuevos conocimientos.

En relación con este criterio, una estrategia concreta sería encarar el aprendizaje como "*resolución de problemas*", entendida como: "*el tratamiento de situaciones problemáticas abiertas, significativas, interesantes, que puedan ser abordables por los estudiantes, bajo la guía del profesor y con el aporte colectivo del grupo de trabajo.*" (Cudmani, L., 1998, pg. 79)

Estas situaciones problemáticas debieran proponer desafíos de aprendizaje que no generen una excesiva ansiedad a causa de su dificultad. La "*zona de desarrollo próximo*" tal como la define Vigotsky (1989), cobra aquí relevancia al permitir la construcción del conocimiento en forma individual y grupal.

Actividades centradas en situaciones problemáticas debieran permitir mediante un abordaje cualitativo, precisar los conceptos físicos involucrados y estimar las posibles soluciones sobre la base de la clarificación de supuestos y condiciones iniciales. Deberían permitir también verbalizar tanto la estrategia como la solución que está buscando, lo que le permitiría justificar la acción realizada y argumentar sobre supuestos y conclusiones.

La solución del problema será válida en la medida que pueda ser fundamentada teóricamente. Es decir, el análisis crítico permitirá concluir sobre la validez de las hipótesis formuladas, los supuestos necesarios y los marcos teóricos de referencia utilizados.

3. La epistemología propuesta por Laudan, en su modelo reticular para la ciencia, sirve de referente al modelo propuesto, plantea un "*cambio complejo, de reajustes mutuos, que no se dan necesariamente al mismo tiempo*" (Cudmani, L., 1999, pg. 328) en lo referente a la construcción del conocimiento científico. Por ello consideramos que las intervenciones didácticas para lograr un cambio conceptual, no implica que logre en forma holística, cambios simultáneos en todos los ámbitos (actitudinal, procedimental, ontológico, axiológico, etc.).

En este modelo reticular, los fines, metodologías y objetivos se vinculan mutuamente. De esta manera, se da "*un marco apro-*

piado a la integración de los componentes conceptuales, procedimentales y actitudinales de los contenidos curriculares" (op. cit., 1999, pg. 331). Acordes con esta última reflexión, las actividades previstas deberían tener en cuenta que las teorías que desarrollan nuestros alumnos condicionan las metodologías que ponen en práctica. Que a su vez estas permiten determinar la factibilidad de los fines. Que los fines y objetivos de los nuevos conocimientos a ser construidos, restringen las teorías y las metodologías.

Sería conveniente plantear actividades que evidencien la estrecha relación existente entre ciencia, tecnología y sociedad; de manera de valorar el papel de la Ciencia Física en el ámbito del conocimiento agropecuario. Pero, recordamos nuevamente, que alterar uno de los ámbitos componente del campo del conocimiento científico, no implica el cambio en los otros, por lo que se deben considerar intervenciones didácticas, que tengan en cuenta los "tiempos y espacios" necesarios para permitir que se generen, los cambios necesarios para el aprendizaje significativo.

4. Mediante el planteo de situaciones problemáticas, se favorecería el **desarrollo de metodologías coherentes con la científica**, es decir, los aspectos procedimentales tales como comprender y definir un problema, enunciar hipótesis explicativas, usar bibliografía, analizar, comparar, sintetizar, establecer analogías, interpretar resultados, etc.

5. Un papel importante jugarían los procesos de reflexión metacognitivos, al permitir que el alumno tome conciencia de la existencia de sus ideas previas y reflexione sobre su propio proceso de aprendizaje. Esto les permitiría favorecer el reconocimiento de las limitaciones del conocimiento común, comparándolos con aquellos aspectos o conocimientos que son científicamente correctos, es decir, favorecer la reflexión y el análisis permanente para comprender lo que hacen y faciliten el cambio de paradigma desde el conocimiento común al conocimiento científico.

Mediante la reflexión permanente, el alumno podría superar visiones dogmáticas, acrílicas de la ciencia, vincularla con los progresos de la tecnología y diferenciarla de esta manera del conocimiento científico. Se superarían así las propias estructuras mediante su cuestionamiento.

6. Favoreciendo el desarrollo de procesos cog-

nitivos propios, de estrategias próximas a las científicas bajo la guía del docente se lograría aprendizajes significativos y cada vez más autónomos. En efecto, las estructuras de conocimientos científicos, con validez y consistencia, generaría en el alumno estrategias y habilidades necesarias para producir nuevos aprendizajes de nueva teoría para enfrentar nuevos problemas. (op. cit., 1991, pg. 9).

OTRAS ESTRATEGIAS SUGERIDAS POR EL MODELO.

- Cuando nos planteamos el **qué enseñar**, sería conveniente disponer de un *eje temático*, que permitiría estructurar los contenidos involucrados de la Física. Se facilitaría el aprendizaje de los nuevos conceptos en la medida que puede abordarse este eje temático desde distintos "frentes", en forma coherente, estructurada e integrada. Como un ejemplo de eje temático, con grandes implicancias en el campo agronómico, podemos mencionar el de Energía y su conservación y degradación.

- Las **evaluaciones** debieran ser continuas, teniendo en cuenta en qué medida hay que apoyar el aprendizaje de nuestros alumnos y, no reducidas al concepto tradicional de si logró o no una determinada meta. Es decir, la **evaluación** se torna así en un **instrumento de indagación de aprendizajes** para conocer aquellas cuestiones que es necesario profundizar en el conocimiento científico sobre "el cual" se cimentarían las fundamentaciones de los conocimientos agronómicos, tanto para el docente como para el alumno.

- Los alumnos deberían tener la posibilidad de evaluar sus propios aprendizajes, analizar situaciones que favorecen o no a los mismos, que propongan sugerencias, etc. Formaría parte de la toma de conciencia de su protagonismo, compromiso y responsabilidad en sus propios procesos de aprendizajes, como procesos de indagación individual y colectivo. Se generarían las actitudes de apertura al aprendizaje permanente y de autoformación.

- Según las metas de aprendizaje planteadas, deberíamos asegurarnos que han pasado por todas las instancias de aprendizaje posible, hasta comprobar que el nuevo conocimiento ha sido integrado. A medida que transcurran los distintos niveles de instrucción, el alumno accederá a niveles más profundos de conocimiento, sobre una misma temática.

- Proponemos actividades de enseñanza cuyas características, según el "momento" del proceso de aprendizaje son:

a) **de iniciación:** motivan, sensibilizan, sacan a luz las ideas previas, generan un eje de trabajo, permiten generar atención. Evidencian el punto de partida de los procesos de construcción del conocimiento de los alumnos tanto realizado en forma individual como en interacción social. El docente debería proponer en forma progresiva, actividades que favorezcan la apropiación del problema planteado, con guías estructuradas al principio, graduándolas, hasta lograr producciones autónomas a medida que vaya retirando la orientación al aprendiz.

b) **de desarrollo:** Tienen como meta los procesos de construcción de conceptos científicos a través de actividades problematizadoras que favorezcan estrategias análogas a las desarrolladas por los científicos (planteo del problema, formulación de hipótesis, análisis de los resultados, etc.). Se consideran como ejemplos, la búsqueda de bibliografía pertinente, el diseño de experiencias, el planteo y la contrastación de hipótesis, elaboración de conclusión, etc. Las prácticas docentes deberían motivar una valoración de la aplicación de procedimientos científicos, puestos que estos mejorarían la calidad del ejercicio profesional. Es decir, que se considere que el diseñar, ejecutar, analizar, interpretar y evaluar acciones y resultados en la resolución de cuestiones problemáticas, propios de una metodología científica brindan resultados objetivos, perfectibles, racionales y más acordes con el avance tecnológico actual. Dichas actividades propuestas deberían regular los aprendizajes en forma progresiva, teniendo en cuenta el grado de compromiso y aceptación del desafío de resolver problemas, de cada uno de los alumnos. Ellos tendrían el espacio necesario para que generen sus propias preguntas y se cuestionen los procesos físicos involucrados en situaciones concretas del mundo agronómico, *teniendo como punto de partida los problemas concretos planteados en el aula*. Que mediante la reflexión y el análisis, construya y reconstruya conocimientos cada vez más próximos a los científicos. La consecuencia inmediata, es que esto les permitiría mejorar el poder explicativo y predictivo de comportamientos propios del mundo agropecuario cuyo fundamento se sustenta en la ciencia Física.

c) **de síntesis:** Tienen como objetivo la elaboración de conclusiones que evalúen los resultados logrados en función de las

metas propuestas, planteos de nuevos problemas, implicancias en la carrera, etc. (Cudmani, L., 1998). Es decir, la estructura de un nuevo concepto será aprendido en la medida en que posea criterios metodológicos eficientes, y consensuados, que permitiría lograr conclusiones "sólidamente fundamentadas". Estas a su vez, deberían estar en armonía con los fines y objetivos de la carrera .

A MANERA DE CIERRE.

Estos son algunos de los criterios que se desprenden de nuestra construcción teórica y de los desafíos que propone la enseñanza de la Física en la carrera del Ingeniero Agrónomo. Se espera continuar con acciones concretas de diseño y armado de laboratorios y actividades acordes con la realidad de la Facultad; la producción del material didáctico tales como cuadernos de actividades, notas teóricas y prácticas de la cátedra. Así, se diseñó una propuesta curricular sobre la enseñanza del 1ro. y 2do. Principio de la Termodinámica, cuyos primeros resultados se presentaron en la XII Reunión Nacional de Educación en Física, realizada en Buenos Aires en Septiembre de 2001.

Se sigue evaluando la propuesta, cruzando resultados arrojados por diversos indicadores a fin de validar el diseño.

Una formación de calidad en ciencias básicas, agronómicas, forestales o pecuarias, permitiría al egresado, la comprensión de los nuevos conocimientos en el contexto de un mapa disciplinar cuyos conceptos claves se dominan. Es decir, los desafíos para el Ingeniero Agrónomo consisten en manejar criterios, valorar consecuencias, evaluar impactos y manejar tecnologías de una agricultura sostenible. A ello hay que agregar las capacidades de autoaprendizaje y autoformación. Podríamos considerar que todo ello se fundamenta alrededor de tres ejes: el manejo de softwares y tecnologías de información, una precisa formación científica y tecnológica y, el dominio de un buen método de resolución de problemas, que se harán cada vez más significativos en contextos globalizantes (Nagel, J., 1996). Estos son algunos de los desafíos del Ingeniero Agrónomo del nuevo milenio, esperamos contribuir con esta investigación a la formación profesional de los mismos y a la toma de conciencia de la responsabilidad que a todos nos compete para lograr un mejor aprovechamiento de nuestros recursos naturales.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.

- Cudmani, L., (1999). Ideas epistemológicas de Laudan y su posible influencia en la enseñanza de las ciencias. *Revista de Enseñanza de las Ciencias*. 17(2). Barcelona. España.
- Cudmani, L., Pesa M., Salinas, J. (2000). Hacia un modelo integrador para el aprendizaje de las ciencias. *Revista Enseñanza de las ciencias*. 18(1). 313. Barcelona. España.
- Cudmani, L. (1998). La Resolución de Problemas en el Aull. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, vol. 20 N° 1. pg. 75-85. Brasil.
- Cudmani, L., Pesa, M., Salinas, J. (1999). Proyecto INIPEF. Integración de Aportes de la Investigación Educativa y de la Práctica Docente en la Elaboración de Diseños Curriculares para Enseñanza de la Física. *Memorias SIEF*. Santa Fe. Argentina.
- Cudmani, L. (1992). El Profesor y la Investigación Educativa en Física: Ponencia. *Actas del 1° Simposio de Investigación en Educación en Física (SIEF 1)*. Tucumán.
- Cudmani, L., Salinas de Sandoval, J., Pesa de Danón, M., (1991). La generación autónoma de Conflictos cognitivos para favorecer cambios de paradigmas en el aprendizaje de la Física. *Revista de Enseñanza de las Ciencias*. 9(3). Pp. 237-242. Barcelona. España.
- Driver, R., (1988). Un enfoque constructivista para el desarrollo del curriculum en ciencias. *Enseñanza de la Ciencia* (6) 2. Barcelona. España.
- Driver, R., (1986). Psicología cognoscitiva y esquemas conceptuales de los alumnos. *Enseñanza de la Ciencia*. (4) 1 3-15. Barcelona. España.
- Duschl, R., (1995). Más Allá del Conocimiento: los Desafíos Epistemológicos y Sociales de la enseñanza por Cambio Conceptual. *Enseñanza de la Ciencia* 13 (1). Barcelona. España.
- Gil, D.; et all (1988). El fracaso de la resolución de problemas de Física: una investigación orientada por nuevos supuestos. *Revista Enseñanza de las ciencias*. 6(2). Pg. 131-146. Barcelona. España.
- Gil, D., (1993). Contribución de la historia y filosofía de las ciencias al desarrollo de un modelo de enseñanza-aprendizaje como investigación. *Revista Enseñanza de las Ciencias*. 11(2), pg 197-212. Barcelona . España.
- Gil Pérez, D., Ozamiz, M., (1993). *Enseñanza de las Ciencias y la Matemática*. Editorial Popular S.A. Madrid. España.
- Gil Pérez, D., et all (1999). ¿Tiene sentido de seguir distinguiendo entre aprendizaje de conceptos, resolución de problemas de lápiz y papel y realización de prácticas de laboratorio? *Revista de Enseñanza de las ciencias*. 17(2). Pg. 311-320. Barcelona. España.
- Laudan, L., et al (1986). Scientific change: philosophical models and historical research. *Synthese*. Vol. 69, pp 141-223.
- Martínez Llantada, M. (1986). *Categorías, principios y métodos de la Enseñanza problemática*. Universidad de la Habana. Cuba.
- Moreira, M. A. (1997). Modelos mentales. *Encuentro sobre Teoría e Investigación en Enseñanzas de Ciencias - Lenguaje, Cultura y Cognición*. UFMG. Brasil.
- Nagel, J. (1996). *Los Nuevos Desafíos para la Formación de Técnicos y Profesionales para el sector Agropecuario*. IICA, Santiago, Chile.
- Novak, J. (1988). Constructivismo Humano: un Consenso Emergente. *Enseñanza de las ciencias*. 6(3), pgs. 213-223.
- Pinto Contreras, L. (1998). *Propuesta metodológica para el rediseño curricular. Segunda etapa de rediseño del Plan de Estudios de la Carrera de Agronomía. Proyecto FOMECE 066*. Facultad de Ciencias Naturales. Universidad Nacional de Salta.
- Salinas, J., Cudmani, L., Pesa, M. (1996). Modos Espontáneos de Razonar: Un Análisis de su Incidencia sobre el Aprendizaje del Conocimiento Físico a Nivel Universitario Básico. *Enseñanza de las Ciencias*. 14(2). Pg. 209-220. Barcelona. España.
- Schwab, J. (1968). *Problemas, Tópicos y Puntos de Discusión. La educación y la estructura del conocimiento*. Compilación de Elam. El Ateneo. Buenos Aires.
- Viennot, L. (1979). Spontaneous reasoning in elementary dynamics. *Ens. Journal of Sc. Education*. EEW.

- Viennot, L., (1985). Analyzing student's reasoning: tendencies in interpretation. *American Journal of Phys.* 53, pp. 432-436.
- Vigotsky, L. (1989). *El Desarrollo de los Procesos Superiores*. Ed. Crítica. Barcelona.
- Villani, A. (1992). Conceptual Change in Science and Science Education. *Science Education*, 76(2), 223-237.

ANEXO 1.

Se transcribe a continuación, partes de la Res. N° 432-90, tomados de la página 4.

2. Perfil y objetivos.

La carrera de Ingeniero Agrónomo deberá formar un profesional que:

- 1) *esté capacitado para analizar y resolver criteriosamente situaciones nuevas dentro del marco social, económico y ecológico donde actúe.*
- 2) *sea capaz de generalizar, a los fines de resolver situaciones problemáticas.*
- 3) *sea capaz de transferir tecnologías adaptativas y/o alternativas del sistema de producción.*
- 4) *esté consustanciado con el medio social que aportó para su formación.*
- 5) *posea, tanto un nivel académico de excelencia como una sólida formación profesional, con énfasis en la problemática regional.*
- 6) *tenga habilidad para manipular racionalmente instrumental, maquinarias y equipos.*

Objetivos Generales.

El graduado estará capacitado para:

- *Lograr el desarrollo de herramientas conceptuales, habilidades y destrezas que le permitan relacionar, transformar y aplicar los conocimientos científicos adquiridos.*
- *Analizar e interpretar críticamente la realidad agropecuaria, adecuando sus estrategias de acción a las características de cada comunidad.*
- *Identificar y comprender los problemas de la producción, comercialización y transformación de los sistemas productivos de mayor incidencia económica y social de la región y su inserción en los niveles nacional e internacional.*
- *Generar respuestas creativas apropiadas para resolver los problemas del agro en el marco integral de los aspectos sociales, económicos y ecológicos.*
- *Tomar conciencia de su rol como agente de cambio consustanciado con la comunidad que aportó para su formación.*

Página 17 de la Res. N° 432/90

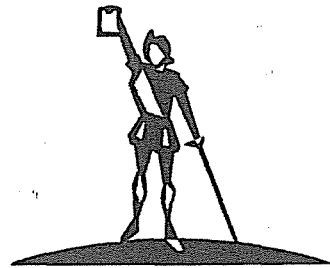
Área III. Instrumental.

Objetivos.

- *Comprender los fundamentos de las ciencias agronómicas.*
- *Adquirir bases instrumentales que permitan ampliar y profundizar los conocimientos agronómicos.*

Asignaturas: Elementos de Matemática, Elementos de Física, Elementos de Química,...

Contenidos mínimos de Elementos de Física: Fundamentos para entender los fenómenos físicos del sistema medio ambiente-seres vivos así como los instrumentos y maquinarias relacionadas con su estudio.



Nuevo Banco Suquía

Casa Central:

25 de Mayo 160

(X5000ELD) Córdoba - República Argentina

Tels. (0351) 420-0200 0-810-77-787842 Fax (0351) 420-0453

Y más de 130 casas en Córdoba, Santa Fe, Rosario,
Mendoza, Tucumán, Entre Ríos, Buenos Aires,
San Luis y San Juan.