

**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL
COMAHUE**

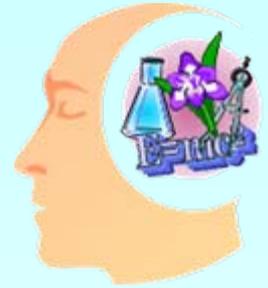
**Facultad de Ingeniería
Departamento de Física**

**MAESTRÍA EN ENSEÑANZA DE LAS
CIENCIAS EXACTAS Y NATURALES**

Programa de Investigación:

APRENDIENDO A ENSEÑAR FÍSICA:

**APORTES TEÓRICOS PARA LA ELABORACIÓN DE
PROPUESTAS METODOLÓGICO – DIDÁCTICAS
QUE FACILITEN LA PRÁCTICA DOCENTE**



**LA PLATA
OCTUBRE, 2009**





El programa consta de cinco proyectos de investigación netamente diferenciados, pero al mismo tiempo, íntimamente relacionados entre sí. Ellos son:

- 1) *“Modelos para la enseñanza de física. Estudio piloto: el caso de mecánica newtoniana para ingeniería.”*
- 2) *“Evolución conceptual de Física clásica a Física moderna: aspectos epistemológicos, recuperación y uso activo de conceptos en carreras de ingeniería”*
- 3) *“El cambio conceptual necesario en los docentes para facilitar la enseñanza de la educación ambiental.”*
- 4) *“Concepción de ciencia y enseñanza de ciencias naturales en alumnos de carreras de formación docente.”*
- 5) *“Manejo adaptativo y educación ambiental para el estudio de una especie localmente extinguida.”*

“VOLVER A APRENDER,
EL DERECHO A ENSEÑAR”



ALUMNOS... HOY VOY A CONDU-
CIRLOS POR LA SENDA DEL SABER

OH-OH

A VER, RAMÍREZ,
¿ CUÁNTAS PÁGINAS
DEL LIBRO DE HISTORIA
LEYÓ?

62
PÁGINAS

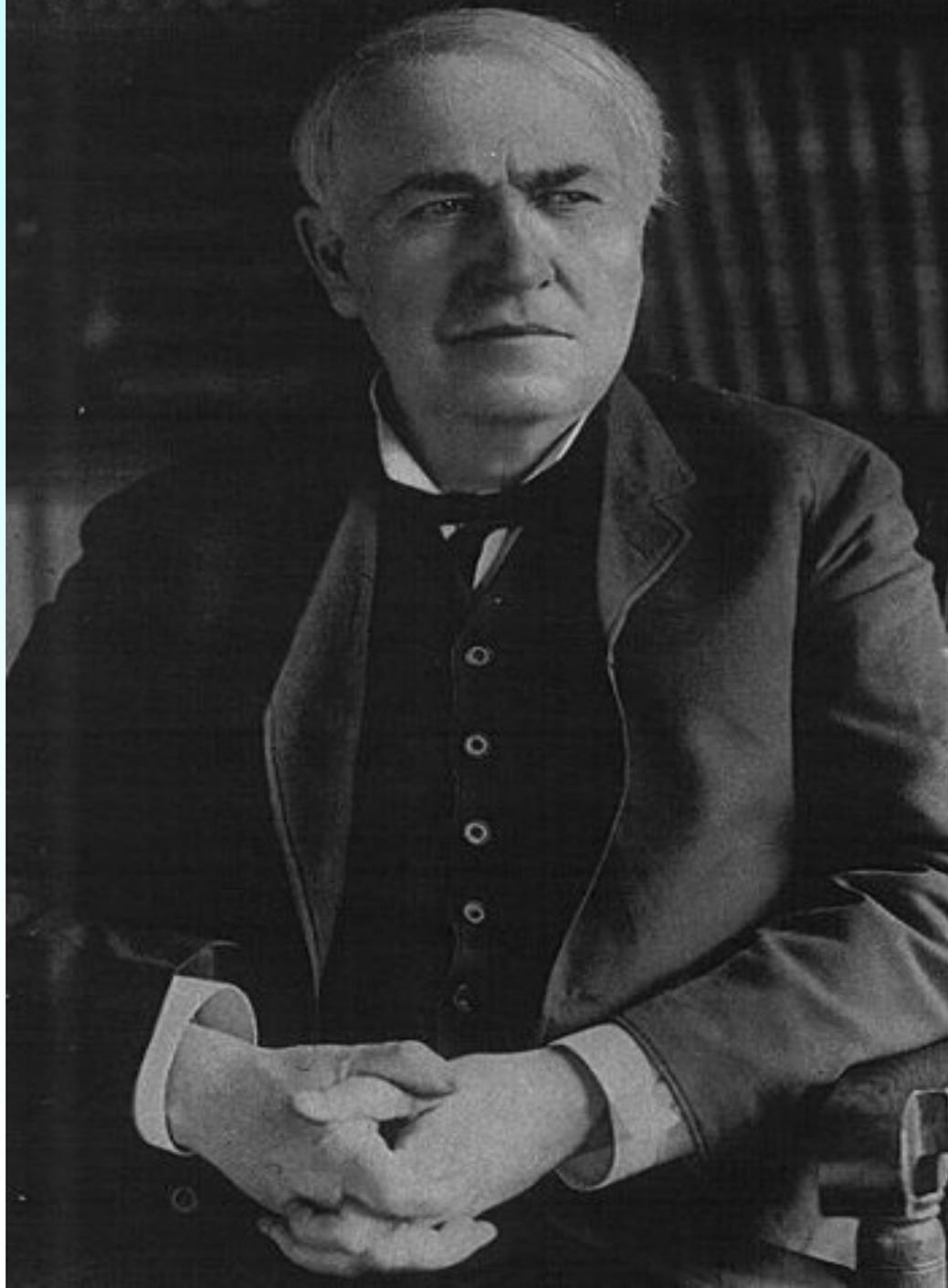
¿ Y USTED,
SANTINI?

54
PÁGINAS

¿ Y USTED, GATURRO?
¿ CUÁNTO LEYÓ?

2
REGLONES

ES QUE EN LA
SENDAS DEL SABER
YO VOY POR EL
CARRIL LENTO...



Recientes investigaciones sobre las dificultades que encuentran los estudiantes para aprender Ciencias, comienzan a generar nuevos principios que permiten mejorar los enfoques didácticos de los cursos.

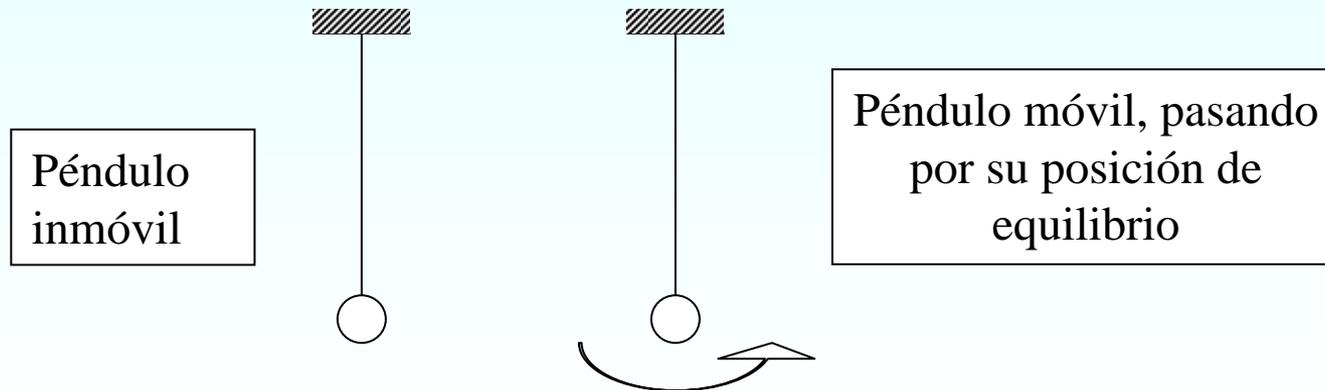
En efecto, en los últimos años, tanto científicos, como psicólogos y pedagogos han llevado a cabo investigaciones sobre el aprendizaje de las Ciencias obteniéndose valiosas conclusiones referentes a cómo los alumnos aprenden y cuáles son sus principales dificultades.

**Por caso, veamos sólo
algunos ejemplos ilustrativos**

EN EL CASO DE FÍSICA:

Dada la gran cantidad de casos analizados, sistematizados y que han sido publicados y ampliamente difundidos en las revistas especializadas, sólo mencionaré algunos ejemplos muy ilustrativos.

El primero de L.C. McDermott (1984) sobre la comprensión de los estudiantes y profesores de Física acerca del concepto de Fuerza.



El reporte del trabajo indica que el 50% de los estudiantes que habían aprobado un curso de un año de Física, omitieron señalar la tensión actuante en la cuerda de los péndulos. El mismo resultado obtuvo con el 40% de **futuros profesores** de Física.

Aun entre estudiantes de **postgrado**, el 10% cometió el mismo error conceptual.

Para el caso del péndulo en movimiento, un número significativo de estudiantes y profesores, incluyó una fuerza en la dirección del movimiento.

*Esta concepción alternativa (pensar que siempre se requiere que actúe una fuerza en la dirección del movimiento) es sorprendentemente común, tanto entre estudiantes de grado como de postgrado y, asimismo, en un **gran porcentaje de docentes** de todos los niveles educativos.*

El segundo caso, también trata sobre el concepto de fuerza -la conocida prueba: Force Concept Inventory (FCI)-, desarrollada por David Hestenes, Malcom Wells y Gregg Swackhamer (1992).

<http://modeling.asu.edu/R&E/FCI%20Spanish.pdf>

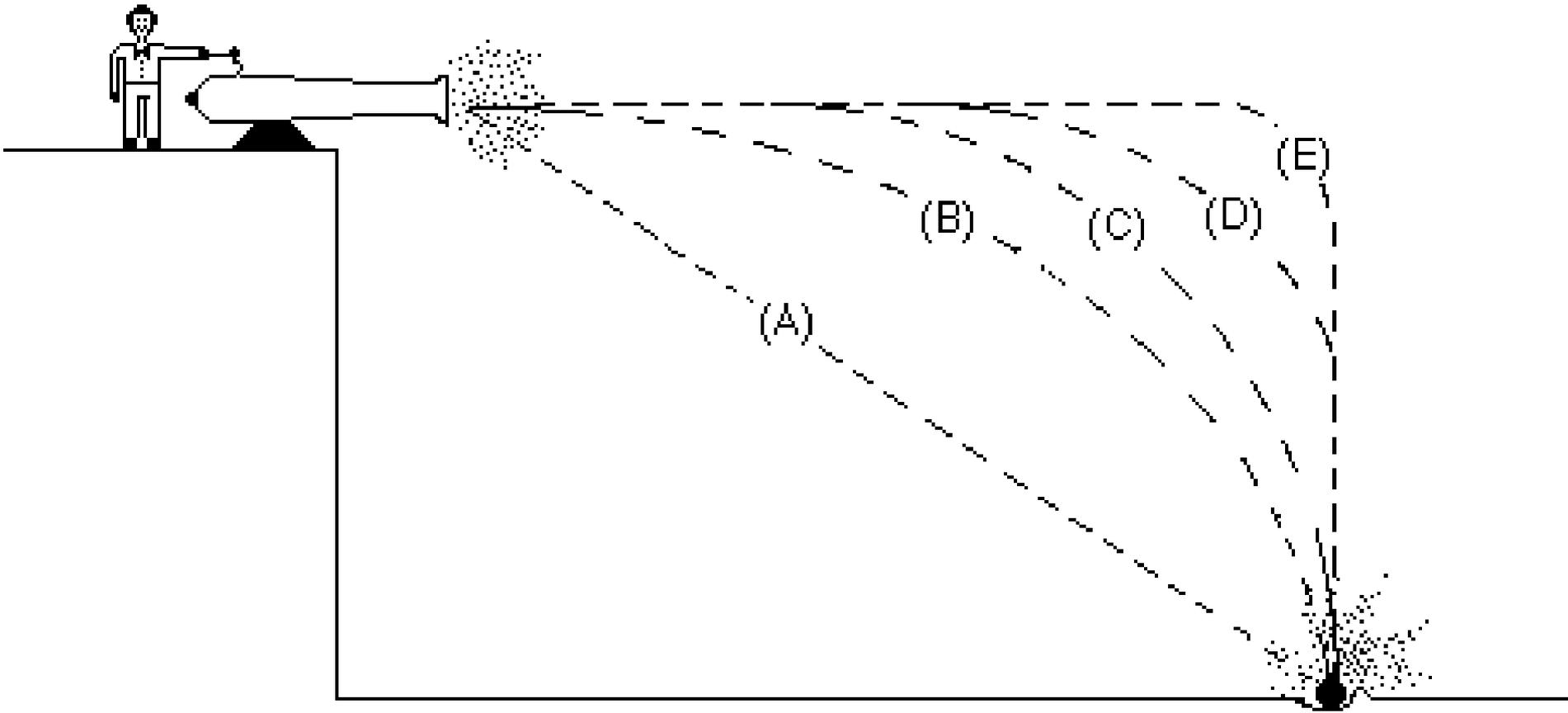
Estos investigadores llegaron a establecer suministrando la FCI a miles de estudiantes, que el promedio de respuestas correctas nunca superaba el 40% de las 30 que contiene la evaluación.

(El mínimo aceptable que ellos determinaron para la resolución de problemas de mecánica newtoniana, es del 60%)

3. *Una piedra que se deja caer desde el techo de un edificio de un solo piso hasta la superficie de la tierra:*

- (A) alcanza un máximo de velocidad muy pronto después de ser soltada y desde entonces cae con una velocidad constante.
- (B) aumenta su velocidad mientras cae porque la atracción gravitatoria se hace considerablemente mayor cuanto más se acerca la piedra a la tierra.
- (C) aumenta su velocidad porque una fuerza de gravedad casi constante actúa sobre ella.
- (D) cae debido a la tendencia natural de todos los objetos a descansar sobre la superficie de la tierra.
- (D) cae debido a los efectos combinados de la fuerza de la gravedad, empujándola hacia abajo, y la fuerza del aire, también empujándola hacia abajo.

12. Con un cañón se dispara una bola desde el filo de un barranco como se muestra en la figura adjunta. ¿Cuál de los caminos seguirá de forma más aproximada dicha bola?



EN EL CASO DE QUÍMICA:

Al interpretar una ecuación química, el 65% de los alumnos confunden número de moléculas con número de átomos



O cuando describen el átomo:

Los átomos son similares al sistema solar, con un núcleo que sería el sol y los electrones reemplazando a los planetas.

Son pocos los alumnos que
tienen claro el
significado conceptual de

CANTIDAD DE MATERIA

Y

MOL

Por lo tanto:

*¿De qué manera podemos
encarar la nueva enseñanza de
Física y Química?*

REFLEXIÓN

Si bien es cierto que los “conocimientos intuitivos” que adquirimos desde nuestro nacimiento son casi siempre distintos a las explicaciones científicas,

¿es necesario hacer que desaparezcan instantáneamente declarándolos erróneos, imprecisos y poco confiables?

La respuesta “ausubeliana” es
completamente diferente.

*Ausubel propone “arrancar” a partir de estas
concepciones, más bien distorsionadas,
insertarlas gradualmente en contextos
cada vez más rigurosos e ir
rectificándolas o transformándolas
a medida que emerjan las
dificultades o inadecuaciones.*

A la luz de las recientes investigaciones en disciplinas como:

- * Teorías del Conocimiento
- * Teorías del Aprendizaje,

*es factible desarrollar un
Nuevo Modelo Didáctico
para lograr aprendizajes significativos
en los estudiantes*

APRENDIZAJE SIGNIFICATIVO

PRODUCCIÓN CREATIVA

- * Incorporación no arbitraria, sustantiva y no literal de nuevos conocimientos en la estructura cognitiva.
- * Esfuerzo intencionado para relacionar los nuevos conocimientos con conceptos de mayor orden, más inclusivos, en la estructura cognitiva.
- * Aprendizajes relacionados con experiencias, con hechos u objetos.
- * Compromiso afectivo para relacionar los nuevos conocimientos con lo aprendido anteriormente.

CLASES PRÁCTICAS, ENSAYO Y RÉPLICA REFLEXIVA CONTRIBUYEN A UN APRENDIZAJE SIGNIFICATIVO

LA MAYOR PARTE DEL APRENDIZAJE ESCOLAR

APRENDIZAJE MEMORÍSTICO

(POR REPETICIÓN MECÁNICA)

- * Incorporación de nuevos conocimientos en la estructura cognitiva de modo no sustantivo, arbitrario y al pie de la letra.
- * Ningún esfuerzo por integrar los nuevos conocimientos con los conceptos existentes en la estructura cognitiva.
- * Aprendizajes no relacionados con experiencias, con hechos u objetos.
- * Ningún compromiso afectivo para relacionar los nuevos conocimientos con el aprendizaje previo.

Sin desconocer que existen numerosas definiciones que tratan de explicar el término, y para el fin que nos atañe (la educación) podemos resumir al constructivismo diciendo que constituye:

**“una visión del conocimiento humano
como un proceso de construcción
cognitiva llevada
a cabo por los individuos
que tratan de entender
el mundo que los rodea”**

Entienden que las “verdades fundamentales” del Universo son creaciones de los seres humanos y pueden modificarse.

Considera que lo que sabemos son construcciones o creencias de la comunidad científica en un determinado tiempo.

Reconoce la dependencia de los métodos científicos y las observaciones, de las teorías.

Percibe al conocimiento como algo cambiante y considera que las ideas actuales podrán ser descartadas en el futuro y reemplazadas por ideas nuevas.

Los principios que se aceptan en el presente son:

- 1. La educación lleva a un cambio en el significado de la experiencia.**
- 2. Cada acto educativo involucra 5 elementos:**
 - * el que aprende,**
 - * el que enseña,**
 - * la materia de estudio,**
 - * el contexto**
 - * la evaluación.**
- 3. Conceptos son aquellos con los cual pensamos.**
- 4. Los conceptos son percibidos como regularidades en eventos u objetos, o registros de eventos u objetos, representados por un rótulo.**
- 5. Los seres humanos piensan, sienten y actúan.**

- 6. El pensamiento, el sentimiento y la acción están completamente integrados, (para mejor o para peor).**
- 7. El aprendizaje significativo (no repetitivo, no arbitrario, substancial) es uno de los extremos de un continuo. El aprendizaje memorístico (repetitivo, arbitrario, no sustantivo) es el otro extremo.**
- 8. El aprendizaje significativo requiere: 1) la predisposición a aprender significativamente, 2) materiales de aprendizaje significativos y 3) algún conocimiento previo que sea relevante.**
- 9. Sentimientos, actitudes y valores positivos se enraízan en el aprendizaje significativo.**
- 10. Los conceptos se adquieren en épocas tempranas de la vida.**

- 11. Las concepciones alternativas se adquieren tempranamente y son resistentes al cambio.**
- 12. El conocimiento previo influencia todo nuevo aprendizaje.**
- 13. El contexto tiene una fuerte influencia sobre el aprendizaje y su transferencia.**
- 14. La capacidad de procesar información es casi ilimitada.**
- 15. El conocimiento se almacena con un orden jerárquico.**
- 16. El que aprende suele no ser consciente del proceso cognitivo de su aprendizaje.**
- 17. El compromiso epistemológico del estudiante influencia su aprendizaje.**
- 18. Altos niveles de aprendizaje significativo requieren un alto grado de compromiso.**

- 19. Los mapas conceptuales pueden ser una representación válida de la estructura conceptual o proposicional de un individuo.**
- 20. Las entrevistas clínicas pueden ser una prueba confiable de las estructuras de un conocimiento específico en un individuo.**
- 21. La UVE Heurística puede resultar de utilidad para comprender el conocimiento y la producción de ese conocimiento.**

22. La epistemología constructivista centrada en los eventos pone énfasis en integrar teoría, principios y conceptos, con los registros, las transformaciones de los registros y las afirmaciones de conocimiento y de valor, a través de preguntas acerca de los eventos que se quiere estudiar.

23. La instrucción debería planificarse mediante un cuidadoso análisis del conocimiento relevante (que incluya mapeo conceptual y/o diagrama UVE).

24. Una organización psicológica de la enseñanza debe tener en consideración tanto el conocimiento relevante del que aprende como la estructura del nuevo conocimiento a aprender, a fin de facilitar un aprendizaje significativo.

- 25. Cuando en el programa de enseñanza falta esa organización psicológica, o cuando la evaluación pone el acento en la repetición memorística, se fomenta el aprendizaje mecánico.**
- 26. El aprendizaje en el cual se avanza a medida que el alumno ha dominado los conocimientos anteriores y que utiliza la evaluación en base a un criterio determinado por el docente, generalmente es más deseable que la instrucción convencional competitiva que utiliza evaluaciones basadas en normas estandarizadas.**
- 27. Las estrategias de aprendizaje cooperativo son efectivas.**
- 28. Las herramientas metacognitivas de aprendizaje pueden mejorar substancialmente la educación.**

- 29. Las experiencias de la niñez confieren un menor o mayor grado de sentimientos de "Yo estoy bien" (satisfacción personal) a la gente y se necesitan acciones positivas que tiendan a aumentar la auto estima.**
- 30. Los individuos normales manifestarán posturas del ego de "Niño", "Padre" o "Adulto", pero las de Adulto son las predominantes.**
- 31. Una enseñanza psicológicamente valedera, facilita el refuerzo del ego y la manifestación del ego Adulto.**
- 32. Gran parte de la evaluación en educación falla en el intento de producir registros efectivos de los logros cognoscitivos, afectivos o psicomotrices.**

- 33. Las mediciones en las pruebas de elección múltiple (o similar) no reflejan un alto porcentaje de aptitudes y logros.**
- 34. Prestar atención celosamente a una epistemología y a principios de aprendizaje válidos puede conducir a mejorar las prácticas de evaluación.**
- 35. Los mapas conceptuales y los diagramas UVE pueden ser herramientas efectivas de evaluación.**
- 36. La investigación debería estar impulsada por una teoría y no por un método.**
- 37. Una enseñanza fructífera demanda mucho tiempo y muchas energías personales.**
- 38. Docentes con un alto nivel de eficiencia trabajan sobre sólidos fundamentos teóricos.**

- 39. Justicia, respeto y honestidad son principios cardinales de una enseñanza eficiente.**
- 40. Cuando se usa estadística en procedimientos de transformación de datos, es necesaria una cuidadosa determinación epistemológica de los eventos estudiados.**
- 41. Cuidar constructivamente de los demás requiere de honestidad, apertura y compromiso para entender las inquietudes cognoscitivas y afectivas de los otros.**
- 42. La supervivencia de la vida humana sobre la Tierra probablemente dependa del perfeccionamiento substancial de las prácticas educativas.**

EL PROFESIONAL DOCENTE

QUE REQUIERE

EL SIGLO XXI

Es necesario el desarrollo de una propuesta para la formación y actualización de docentes y egresados profesionales universitarios, orientada hacia el desempeño de tareas de docencia, planificación e investigación de la educación en el área de las ciencias exactas y naturales.

La mencionada propuesta deberá proporcionar una formación académica y profesional, que no excluya el conocimiento de enfoques teóricos y metodológicos y sus relaciones, que permita desarrollar capacidad para el desempeño como especialista en el área, con sentido crítico, creativo, transformador y generador de propuestas reflexivas para las prácticas educativas.

Así, pareciera que los lineamientos básicos del perfil de un profesional de la educación, que ayude a los estudiantes a construir de manera significativa sus propios conocimientos deberían ser:

Formación teórica y metodológica adecuada y de excelencia, para realizar investigaciones en el campo de la educación (aprendizaje, enseñanza, diseños curriculares etc.)

Capacidad para la determinación de los problemas que existen o puedan surgir durante el proceso de enseñanza aprendizaje de las ciencias y reconocer la posibilidad que tiene, como profesional de la educación, de tomar las acciones y decisiones pertinentes, a fin de lograr la solución más adecuada de los mencionados problemas.

Entendemos por *excelencia* en Educación:

1.- Para el que aprende:

Poder desempeñarse la frontera de sus capacidades, tanto en los estudios como en su lugar de trabajo.

2.- Para las instituciones:

Fijarse los más altos objetivos para sus estudiantes, para luego ayudarlos, de todas formas posibles a lograrlos.

3.- Para la sociedad:

Adoptar políticas que posibiliten la formación de ciudadanos capaces de enfrentar a un mundo que cambia continua y rápidamente.

- ✓ **Capacidad para definir y analizar problemas.**
- ✓ **Habilidades para analizar adecuadamente las distintas situaciones de enseñanza examinando cómo influyen en el diseño y consecución de metas educativas los siguientes factores:**
 - ❖ **Características Psicológicas del alumno: ¿Cómo aprende?**
 - ❖ **Características Sociológicas: ¿Cómo se relaciona?**
 - ❖ **Características Vocacionales: Deberá entender que una de las tareas más críticas de un sistema educativo consiste en descubrir, fomentar y encausar las vocaciones de los estudiantes hacia áreas donde puedan alcanzar su máxima realización personal.**

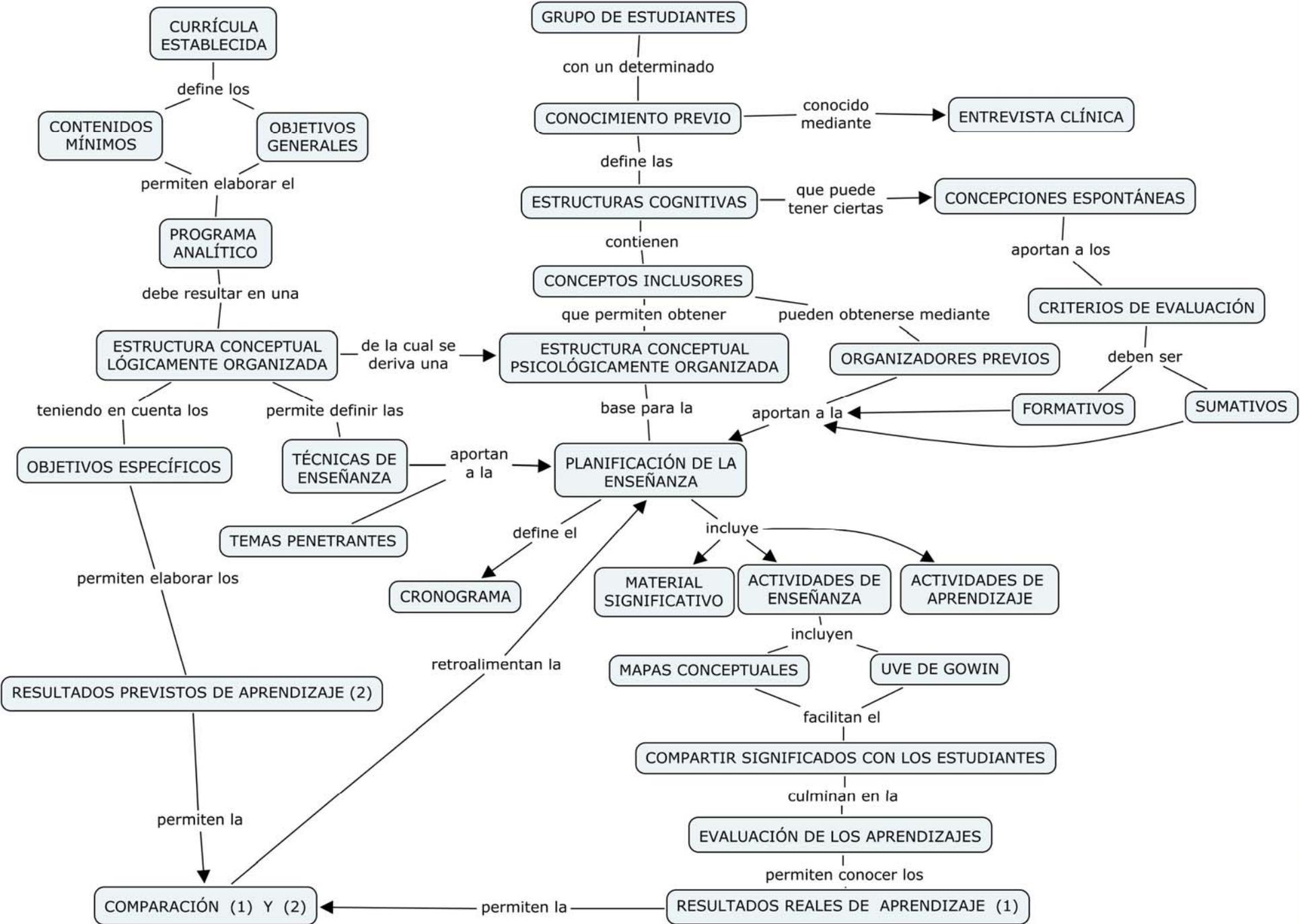
✓ **Deberá atender a las demandas sociales, como por ejemplo el tipo de formación requerida en nuestro país, la parte de la cultura científica que tienen que aprender los alumnos, contenidos que les resultan útiles, características típicas de los contenidos: conceptos, procedimientos y actitudes, relaciones entre las partes, dificultades de aprendizaje, etc.**

✓ **Disposición para relacionar cada uno de estos problemas con las dificultades propias del aprendizaje de las ciencias y con los distintos elementos del diseño y desarrollo curricular: qué, cómo y cuándo enseñar, y qué, cómo y cuándo evaluar (objetivos, contenidos, métodos y evaluación.)**

- ✓ **Reconocer que los problemas son generales, pero su concreción es característica del grupo de alumnos en particular (situación de partida), por lo que se requieren soluciones particularizadas que dan lugar a adaptaciones metodológicas y del currículo.**
- ✓ **Analizar el contenido de las ciencias y su estructura, desde la perspectiva de las necesidades de los alumnos y del diseño curricular prescrito.**
- ✓ **Aplicar conocimientos psicopedagógicos a la búsqueda de soluciones de los problemas comunes que se presentan durante la práctica profesional.**

- ✓ **Capacidad para aportar a la formación de recursos humanos y para cumplir funciones vinculadas a la educación en Ciencias a nivel de:**
- ✓ **Sistema educativo local y regional**
- ✓ **Organizaciones no gubernamentales, entes dedicados a la investigación**
- ✓ **Sector privado**
- ✓ **Etc.**

Por supuesto la lista anterior no es completa, seguramente se pueden agregar muchas otras características necesarias e importantes, sólo se trata de un intento o comienzo en la definición de un perfil que, además, debe ser flexible y adaptable a cada una de las realidades regionales.



***Al diseñar un modelo didáctico
debemos pensar que:***

- **Las ciencias tienen que ver con casi todos los actos de la vida cotidiana.**
- **Sin embargo las ciencias se presentan hostiles a los estudiantes.**
- **No podemos ilusionarnos de resolver todos los problemas que presenta la enseñanza de ciencias, con un único modelo**

- **Los modelos de didácticos deben tener en cuenta:**
 - **La validez científica de los contenidos conceptuales.**
 - **La fluidez didáctica de la metodología.**
- **Cmap Tool tiene la gran ventaja de posibilitar la navegación por los distintos enfoques que se presentan en los sitios Web, los que otorgan la posibilidad de analizar un mismo concepto desde distintos puntos de vista.**

DE LOS RESULTADOS OBTENIDOS EN LAS INVESTIGACIONES, SE PUEDEN RECOMENDAR LA CONSIDERACIÓN DE ALGUNOS PRINCIPIOS DIDÁCTICOS, DURANTE LA ENSEÑANZA DE FÍSICA:

Reconocer que la planificación curricular es distinta de la planificación de la enseñanza.

Dialogar con los estudiantes acerca de los contenidos analíticos y establecer, en consecuencia, los objetivos de aprendizaje de cada unidad.

La planificación de la enseñanza debe procurar la selección de las actividades de aprendizaje guardando una estrecha relación con la estructura cognoscitiva existente en el alumno e incorporar los conceptos y las destrezas solicitadas por el diseño curricular.

**Siempre que sea posible tratar de incluir los llamados
“temas penetrantes”**

**Organizar la materia en unidades de aprendizaje
adecuadas y manejables**

**Desarrollar métodos de evaluaciones formativas y
sumativas adecuados**

**Identificar y enfatizar los conceptos centrales
unificadores de la materia y su orden jerárquico.
(Principio de la diferenciación progresiva)**

**Poner énfasis en descubrir las similitudes y diferencias
entre los conceptos que están relacionados entre sí.
(Principio de la reconciliación integradora)**

**Secuenciar los temas y las unidades de estudio de la
manera más coherente que sea posible. (Principio
de la organización secuencial)**

Asegurarse de haber logrado un aprendizaje claro, estable y organizado de cada tema antes de pasar al siguiente. (Principio de la consolidación)

Desarrollar un método sistemático para la resolución de problemas, incluyendo siempre algunos de los denominados problemas abiertos.

Concientizar a los estudiantes sobre la importancia del tiempo de estudio (en clase y extra clase), recomendando el correspondiente a las necesidades de cada unidad

El tiempo que cada estudiante necesita depende también de sus aptitudes, actitudes, cociente intelectual, habilidad para la comprensión del material de enseñanza, y de sus conocimientos previos

Preparar y/o seleccionar en todo lo que sea posible, material de enseñanza significativo y contextualizado, tanto desde el punto de vista lógico como psicológico y, de ser necesarios elaborar adecuados “organizadores previos”

Favorecer que los estudiantes entiendan significativamente el material presentado,

Facilitar el trabajo grupal y la interacción entre los estudiantes y los docentes.

En síntesis, los modelos didácticos constituyen un aporte fundamental y radicalmente distinto de otras propuestas innovadoras, toda vez que poseen un gran valor para combatir la inconsciencia con la que generalmente se desempeña la tarea de enseñar.

Los modelos didácticos no son nuevos métodos, técnicas o consejos para hacer, sino que más bien son herramientas para pensar, y por lo tanto también para actuar creativa y reflexivamente, en base al conocimiento de que existen esos modelos constituyendo diferentes propuestas de aprehensión de la realidad del trabajo en el salón de clases.

EL CAMBIO

PROPUESTO

HASTA AHORA

Visión de la Ciencia:

- Método científico hipotético deductivo estricto.
- Epistemología de positivismo lógico.
- Diferencia entre la observación y la teoría sostenible.

Visión del contexto científico

- Solo dos contextos: El de descubrimiento y el de justificación

Visión del aprendizaje

- Aprender es cambiar de conducta

Rol del alumno:

- Bajo aporte del estudiante.
- Imagen pasiva.
- Significados científicos provistos.
- Bajo nivel de reflexión.
- El alumno es obediente y aprende lo que se le enseña.

Visión de la enseñanza

- Enseñar es transmitir conocimientos

VOLVER A APRENDER

Visión de la Ciencia

- Realismo científico / Concepción epistemológica constructivista
- Diferencia entre la teoría y la observación insostenible.

Visión del contexto científico

- Cuatro contextos: Educación, innovación ,
- evaluación y aplicación

Visión del aprendizaje

- Aprender es adquirir significados

Rol del alumno:

- Gran aporte del estudiante.
- Imagen activa.
- Significados negociados.
- Alto nivel de reflexión.
- El estudiante es responsable e idiosincrásico.

Visión de la enseñanza

- Enseñar es compartir significados

Rol del docente:

- Enseñar es exponer.
- Diseminador del conocimiento científico.
- Adhesión estricta al currículo prescrito.

Currículum:

- Conocimiento científico.
- Basado en la Ciencia.
- Enfatiza formas finales completamente desarrolladas de explicaciones.
- Se busca lograr amplitud de los conocimientos.
- El currículum es preestablecido y fijo. Unidades curriculares como compartimentos estancos.

Autoridades:

- Las autoridades hacen que el sistema trabaje para servir al sistema.

Rol del docente:

- Enseñar es lograr significados compartidos y negociar significados hasta acordar con sus alumnos.
- Artesano del conocimiento científico.
- Revisa y adapta el currículo prescrito.

Currículum:

- Conocimientos acerca de las ciencias.
- Cómo y por qué conocemos.
- Enfatiza la creación y construcción del conocimiento y el desarrollo de las explicaciones.
- Se busca lograr profundidad de los conocimientos.
- Conocimientos contextualizados.
- El currículum es evolutivo y se construye.
- Unidades curriculares conectadas.

Autoridades:

Las autoridades deben hacer que el sistema sirva a la gente.

... “Podemos decir, que no existe una respuesta simple sobre cómo progresan las ciencias, o qué es el método científico.

Las investigaciones y descubrimientos se aceleran cada vez más. La cantidad de conocimiento crece vertiginosamente, lo mismo que el número de personas involucradas en estas aventuras, dando como resultado una forma cambiante, de ver y entender nuestro mundo y a nosotros mismos.

Independientemente de cómo llamamos a este tipo de progreso, se puede decir, que la enseñanza de las ciencias es una aventura excitante de la cual todos podemos participar” ...

JONATHAN F. REICHERT

“A Modern Introduction to Mechanics” (1991)

(Traducción y adaptación, Ricardo Chrobak)

LA EDUCACIÓN ES
LA FUEZA IMPULSORA
MÁS IMPORTANTE
DEL BIENESTAR