



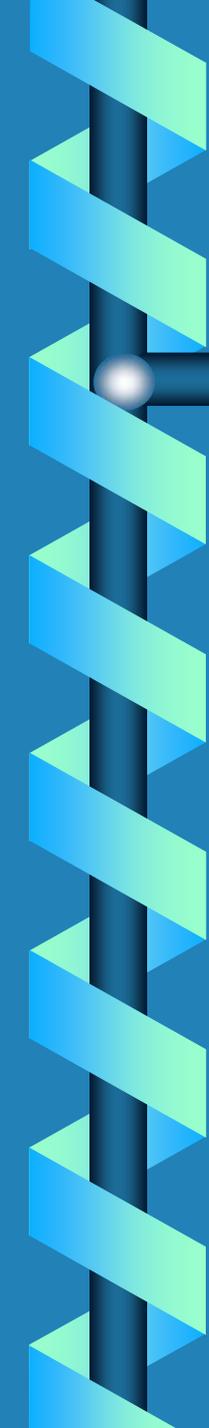
# Foro Educativo Nacional 2005

## Competencias Científicas

---

**Bogotá, Colombia**

**11 - 13 de octubre de 2005**



**Identificación y caracterización de las  
competencias científicas en el aula  
¿Qué cambia en los nuevos modelos de  
conocimiento?**

**Mario Quintanilla Gatica**  
**[mquintag@puc.cl](mailto:mquintag@puc.cl)**

**Departamento de Didáctica. Facultad de Educación.  
Pontificia Universidad Católica de Chile**

# Estructura de la Presentación

- **Objetivos**
- **Principios orientadores**
- **Bases teóricas**
- **Elementos conceptuales para el debate**
- **Conclusiones preliminares**
- **Algunas propuestas**

# GRECIA (1998)

## Grupo de Reflexión, Formación e Investigación en Enseñanza de las Ciencias

### ¿Quiénes somos?

Didactólogos, Pedagogos, Sicólogos, Biólogos, Físicos, Químicos, Médicos, Lingüistas, Historiadores, Metodólogos, Profesores en Formación, Profesores en Ejercicio, Tesisistas de Maestría y Doctorado



# Objetivos

- Analizar y discutir una noción teórica acerca de las **competencias científicas**, planteando orientaciones y estrategias para la construcción de conocimiento profesional y didáctico-disciplinar.
- Proponer **acciones mediadas por instrumentos y materiales teóricamente fundamentados** que permitan comprender la noción de competencias científicas y el modo de abordarlas (evaluarlas) en la enseñanza y la formación profesional

# ¿Porqué hablamos hoy de COMPETENCIAS CIENTÍFICAS?

- ❑ Porque se está generando un nuevo espacio universitario (educativo) internacional con nuevas finalidades formativas.
- ❑ Porque el “mundo” está cambiando vertiginosamente y requiere nuevas habilidades, nuevos currículos de formación profesional.
- ❑ Porque la profesión docente es innovadora, interpela y necesita recursos (espacio , teorías) para adaptarse a nuevas realidades.

# ¿Porqué hablamos hoy de COMPETENCIAS CIENTÍFICAS?

- ❑ Los contextos culturales son determinantes a la hora de aprender a comprender el conocimiento científico.
- ❑ Cambia la dinámica de comunicaciones interinstitucional (local-regional-nacional-internacional).
- ❑ El conocimiento científico y la alfabetización formal e informal se ha masificado por distintas y variadas vías.
- ❑ La universidad se ha vinculado a los sistemas productivos y a las políticas de estado

# ¿Porqué hablamos hoy de **COMPETENCIAS CIENTÍFICAS**?

- ❑ Se introducen nuevas TIC
- ❑ Se han producido cambios en la enseñanza secundaria
- ❑ Los estudiantes que llegan a la universidad ya no saben los mismo que los de antes
- ❑ Se necesitan **PROFESORES DE CIENCIA** con nuevos perfiles profesionales
- ❑ La **evaluación por competencias**: un gran cambio en la docencia

# ¿Qué “ciencia” ?

- ❑ Compartimos un concepto de ciencia como una **actividad humana** de intervención y transformación en el mundo (enfoque naturalizado de la ciencia)
- ❑ Entendemos que la **actividad científica intenta resolver problemas** y darle un sentido humano a los productos y procesos de la ciencia
- ❑ Por tanto los **procesos de la actividad científica se pueden intencionar** teóricamente identificando y caracterizando **competencias científicas**
- ❑ En definitiva el **Pensamiento Científico** se identifica con la **evolución conceptual para aprender a enfrentarse a la resolución de un problema científico**

# ¿Qué “ciencia”?

- Entonces podremos **identificar las competencias científicas** que queremos que adquieran los estudiantes, valorarlas, plantear objetivos de cambio y planificar las acciones a emprender según las finalidades que se persigan.
- Entendemos el pensamiento científico asumiendo que queremos **enseñar a pensar con teoría los fenómenos del mundo (mundo real)** desde la óptica de las diferentes disciplinas (física, química, matemática, biología)
- Con el propósito de poder actuar y hablar (comunicar) para intervenir en los fenómenos de una determinada manera de ver y comprender la ciencia (eficiencia, responsabilidad, compromiso social, etc,)

# ¿Qué “ciencia”?

- La evaluación y la autoevaluación sustentadas en un **proceso dialógico de gestión del conocimiento profesional y didáctico (metaciencia)**, fortalece la utilidad de los métodos, instrumentos y estrategias y ayuda al profesor de ciencias a reunir información acerca de su propia enseñanza para guiar su autorreflexión y toma de decisiones.
- La manera en que el profesor de ciencias en formación se representa los **dispositivos teóricos y metodológicos de su desarrollo profesional, influye sobre la comprensión del conocimiento científico** y en la efectividad de la evaluación formativa.

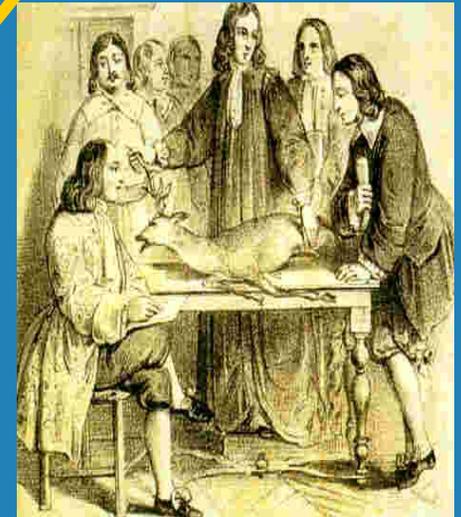
**Orientaciones...**

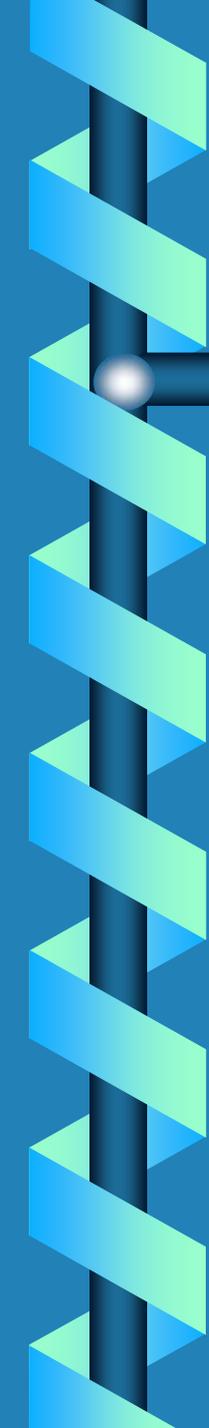
**Finalidades...**

**Pensar  
Teorías Científicas**

**Comunicar  
Lenguaje**

**Actuar  
Experiencias**





# LA EMERGENCIA DE UN NUEVO MODELO DE CIENCIA

Construcción humana dialógica, comprensiva que está fundamentada en valores que cambian y complementaria de otros aspectos de la actividad humana: la ciencia se presenta ahora de manera menos triunfalista, **más humana y más realista.**

## CONOCIMIENTO

Una actividad **transformadora del mundo y por tanto evolutiva, dinámica con finalidades humanas** de acuerdo a épocas específicas y contextos determinados



# TEORÍA CIENTÍFICA E HISTORIA DE LA CIENCIA

**Modelo semántico de teoría científica el cual destaca, como tema fundamental que la teoría tenga sentido y coherencia en relación al mundo real.**



## **RACIONALIDAD CIENTÍFICA E HISTORIA DE LA CIENCIA**

En los cambios de teoría son muy importantes los juicios y valores de los científicos que han cambiado en la historia de la ciencia

## **EXPERIMENTOS/ORIGINALIDAD/CREATIVIDAD**

La HC nos demuestra el cambio de una mirada empiricista y racionalista del fenómeno a una situación derivada de “hechos interpretados”.

# Hipótesis de trabajo y dirección principal de nuestros planteamientos teóricos

“...Hasta hoy la enseñanza de la ciencia ha sido realizada de una manera muy limitada, **centrando la atención en ella como medio para que el alumno se apropie de conocimientos y de procedimientos de acción más o menos generales**, dejando a un lado la verdadera función de desarrollo del sujeto mediante el **enfrentamiento intencionado a la resolución de problemas...**” (Labarrere & Quintanilla, 2002)

# Entonces...

## ¿Qué entendemos por CC?

- Ω Es una **habilidad** para dar logar adecuadamente una tarea con ciertas finalidades
- Ω Los **conocimientos, habilidades y motivaciones** generales y específicas que son prerequisites para una acción eficaz en los contextos en los cuales se enfrentan los estudiantes (o profesores)
- Ω El **conjunto de saberes** técnicos, metodológicos, sociales y participativos que se actualizan en una situación particular.
- Ω **Combinación de aptitudes prácticas y cognitivas** de orden diverso (conocimientos, motivaciones, valores, emociones, factores sociales)

# ¿Cómo se identifica una CC ?

- Se parte de los **resultados y/u objetivos** que se persiguen de los cuales se derivan tareas y de estas, los conocimientos, habilidades y destrezas requeridas.
- Las tareas permiten identificar la competencia que se requiere en determinado **plano de análisis y desarrollo** de la misma

# **Dimensiones que integran una CC – Modalidades de concreción.**

- SABER (Conocimientos)**
- SABER HACER (Habilidades)**
- SER (Actitudes – Valores)**

# Saber (conocimientos)

- Conceptos, tipologías, teorías
- Comprender ...
- Identificar...
- Conocer...
- Entender fenómenos de un campo científico específico

# **Saber hacer (habilidades)**

- **Saber aplicar, adaptar, imaginar procesos prácticos**
- **Diseñar actividades experimentales**
- **Resolver tareas, procedimientos**
- **Trabajar con otros**
- **Trabajar en entornos diversos**

# **Ser (Actitudes - Valores)**

- **Sentido ético de la AC**
- **Pensamiento holístico**
- **Acertividad**
- **Creatividad**
- **Sentido de la planificación, del tiempo**
- **Compromiso**
- **Responsabilidad**
- **Solidaridad**

# Tres Modelos para desarrollar CC

- Formación para la **producción científica** (trabajo, hábitos, rutinas)
- Formación para el **Ejercicio profesional** del científico (destrezas, aptitudes, prácticas)
- **Formación personal** de los profesionales de la ciencia (especificidad disciplinar – integración de Dimensiones S-SH-s)

# ¿Cómo clasificar las CC?...

- Lista de competencias que nos den un análisis detallado de tareas...
- Competencias generales clasificadas en ámbitos de desarrollo...
- Identificar las CC elementales que constituyen las CC más complejas...
- La mejor clasificación será la que nos de más significado a lo que nos interese

# La resolución de problemas para desarrollar *Competencias Científicas*

- **Propuesta** : Identificar situaciones problemáticas (científicas) que provoquen variabilidad conceptual o “buenas preguntas”
- Caracterizar estos problemas para aprender: han de ser **problematizadores**, es decir, han de *hacer pensar*

# La resolución de problemas para desarrollar *Competencias Científicas*

**Problematizador** es un problema que:

- ❑ Corresponde a los “puntos fuertes” de un **Modelo Teórico de la Ciencia**
- ❑ Contribuye a la **modelización**
- ❑ *Está estructurado y tiene unas finalidades vinculadas a **competencias científicas específicas***

# La resolución de problemas para desarrollar *Competencias Científicas*

- ❑ Implica **transparencia metacognitiva**
- ❑ Se desarrolla en un ambiente intencionado de formación y aprendizaje (AIFA)
- ❑ El problema científico se interviene desde la actividad del sujeto que aprende y supone desarrollo de su propio proceso profesional

# La resolución de problemas para desarrollar *Competencias Científicas*

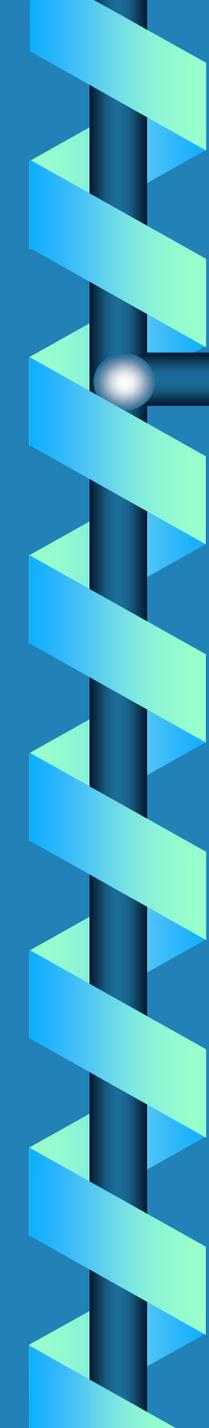
- La metacognición y la reflexión ocupan el lugar **central**, entendidas como conocimiento del sujeto sobre sus propios procesos y, sobre todo, como acceso al control y regulación consciente de su actividad en el desarrollo de la MD.

# Análisis de un problema en Química para desarrollar CC

- Se comienza desde un ejercicio que se transforma en problema modificando el enunciado.
- Se analiza el formato y el contenido
- Se analiza la evolución del concepto y el aprendizaje que se espera se produzca (AE).
- Se contrasta con la aplicabilidad de los aprendizajes.

# Análisis de un problema en Química para desarrollar CC

- La **actividad** presenta dos aspectos:
  1. El **tema** : imaginar una situación química real donde tenga sentido la pregunta y el proceso de resolver el problema con conceptos y magnitudes propias de la **química de los químicos**



# Análisis de un problema en Química para desarrollar CC

2.- El otro aspecto se refiere a la *actividad científica escolar* : esto es resolver el problema con papel y lápiz

# Análisis de un problema en Química para desarrollar CC

- (A) El tema es estequiometría. La situación “imaginaria” es :
- Análisis de una sustancia desconocida según el método tradicional (quemar una cantidad medida, determinar las masas de los productos y hallar un dato relevante en el comportamiento de la **sustancia**)

# Análisis de un problema en Química para desarrollar CC

- (A) Los conceptos centrales son :
- **Sustancia** (problemática porque no se conoce la fórmula)
  - **Cantidad de sustancia** (medida en moles)

# Análisis de un problema en Química para desarrollar CC

- (A) Suponemos como se utilizan determinados instrumentos para calcular las medidas...
- (B) Se ha de proponer una fórmula a partir de la cual se pueda clasificar la sustancia (coherente con las propiedades de sustancias similares)

# ¿Qué hace el estudiante?

(A) *Conocer y comprender una **secuencia de reacciones químicas** que se producen de una determinada manera y donde se dan las pistas de los **elementos** que forman la sustancia problema*

# ¿Qué hace el estudiante?

*B.- Lo puede hacer gracias a medidas de cantidad de sustancia y que corresponden a las relaciones entre elementos*

*C.- Acepta que las relaciones entre elementos son constantes y son las que indican las fórmulas*

# ¿Qué hace el estudiante?

*D.- Comprender la relación entre las propiedades y la estructura de las sustancias que permite clasificarlas*

## ¿Qué CC desarrolla el estudiante?

Las **CC** que se desarrollan requieren ir relacionando **lo que se hace** (preparar la muestra, medirla, quemarla, medirla, calcular para llegar a comprender **porqué pasa...**

# ¿Qué CC desarrolla el estudiante?

Las **CC** son específicas de la actividad científica, esto es :

- **Leer y comprender el enunciado** e imaginar esta situación de la manera más completa posible
- **Calcular y modelizar** matemáticamente de acuerdo a principios conocidos de la química
- **Escribir fórmulas correctas y saber argumentar y justificar** la reacción química a partir de ellas (las fórmulas no se ven...!)

# Resultados del análisis del estudiante ...

- Ha identificado los conceptos clave en su razonamiento práctico y teórico (demanda conceptual y su relación con la manera de proceder del químico)
- Ha reconocido posibles dificultades
- Ha distinguido los aspectos que caracterizan la resolución de problemas de papel y lápiz.

# Ha identificado aspectos para mejorar la actividad, por tanto la adquisición de CC

- Mejorar el contexto en el que se habla del problema científico
- Modelizar químicamente (estrechamente relacionado con la magnitud cantidad de sustancia)
- Quizá establecer una cierta jerarquía de competencias, que podría proporcionar una pauta de evaluación (¿taxonomía de conocimientos y/o de habilidades problematizadoras de la química?)

# Aplicaciones y resultados...

Esta estrategia de evaluación del desarrollo profesional (CC) se ha aplicado en el **pregrado y en el postgrado** de la Facultad de Educación de la PUC desde 1998 a la fecha en las áreas de ciencias experimentales, matemáticas, historia, geografía, arte, lengua y literatura, siendo muy valorada por los estudiantes.

# Materiales producidos...

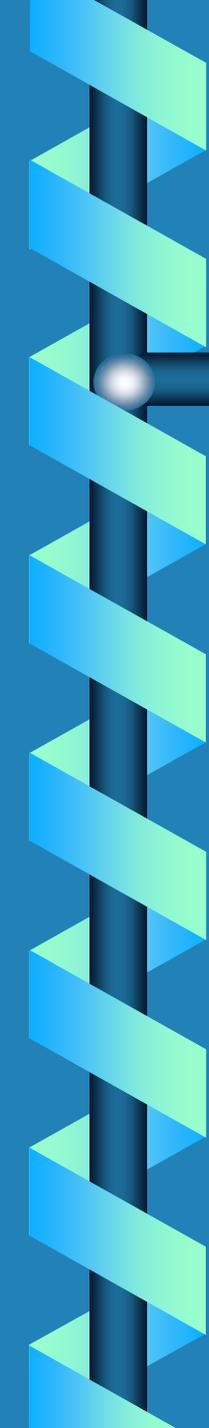
- ✓ La enseñanza de la genética mendeliana
- ✓ Evolución de las ideas de circulación sanguínea
- ✓ Enseñar el concepto de electricidad
- ✓ Aprender a enseñar el cambio químico
- ✓ Historia de la Teoría Ácido-Base y su enseñanza
- ✓ Del carbono a los polímeros vitales
- ✓ Enseñar las Teorías del origen de la vida
- ✓ De Demócrito a Einstein
- ✓ ¿Cómo enseñar la evolución de la Teoría Atómica?
- ✓ La historia del “cero”.

# Los retos de una nueva cultura docente en la enseñanza científica

- (i) Dar significado concreto a lo que enseñamos en nuestras clases para promover el desarrollo de competencias científicas
- (ii) Identificar aquellas competencias científicas que son más apropiadas a la enseñanza concreta de las diferentes disciplinas, permitiendo la **evaluación de aprendizajes**

# Conclusiones y desafíos...

- ❑ El desarrollo de competencias científicas acentúa el proceso de construcción de **modelos teóricos** de manera reflexiva
- ❑ Resignificación de la **evaluación como proceso de desarrollo profesional**
- ❑ Elaboración de materiales de enseñanza científica con respaldo teórico de producción, aplicación y evaluación de competencias científicas



**Gracias por la atención..**

**Mario Quintanilla Gatica**  
**mquintag@puc.cl**

**Departamento de Didáctica. Facultad de  
Educación.  
Pontificia Universidad Católica de Chile**