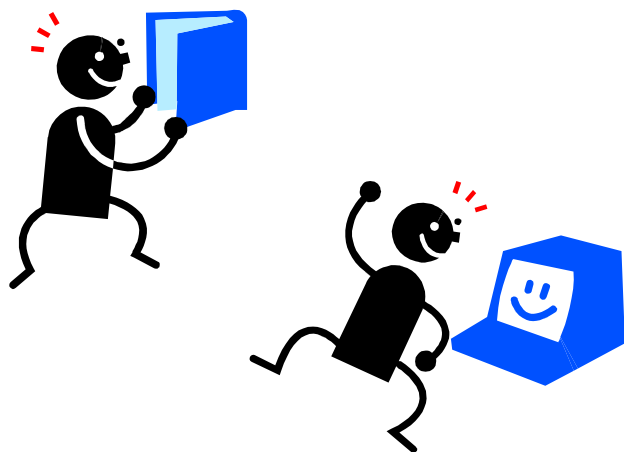
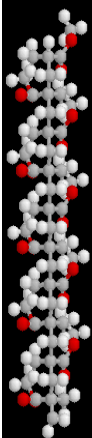


Libros para enseñar cómo pensamos y no sólo lo que sabemos

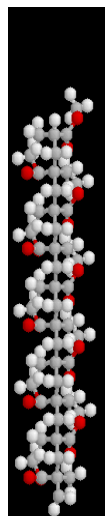


Vicente Talanquer

Dept. of Chemistry and Biochemistry
University of Arizona



¿De Dónde Vengo?



Libros de



México

Facultad de Química, UNAM

1992-2000

EUA

**Dept. Química y Bioquímica,
Universidad de Arizona**

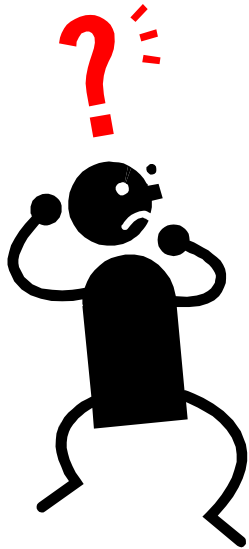
2000-



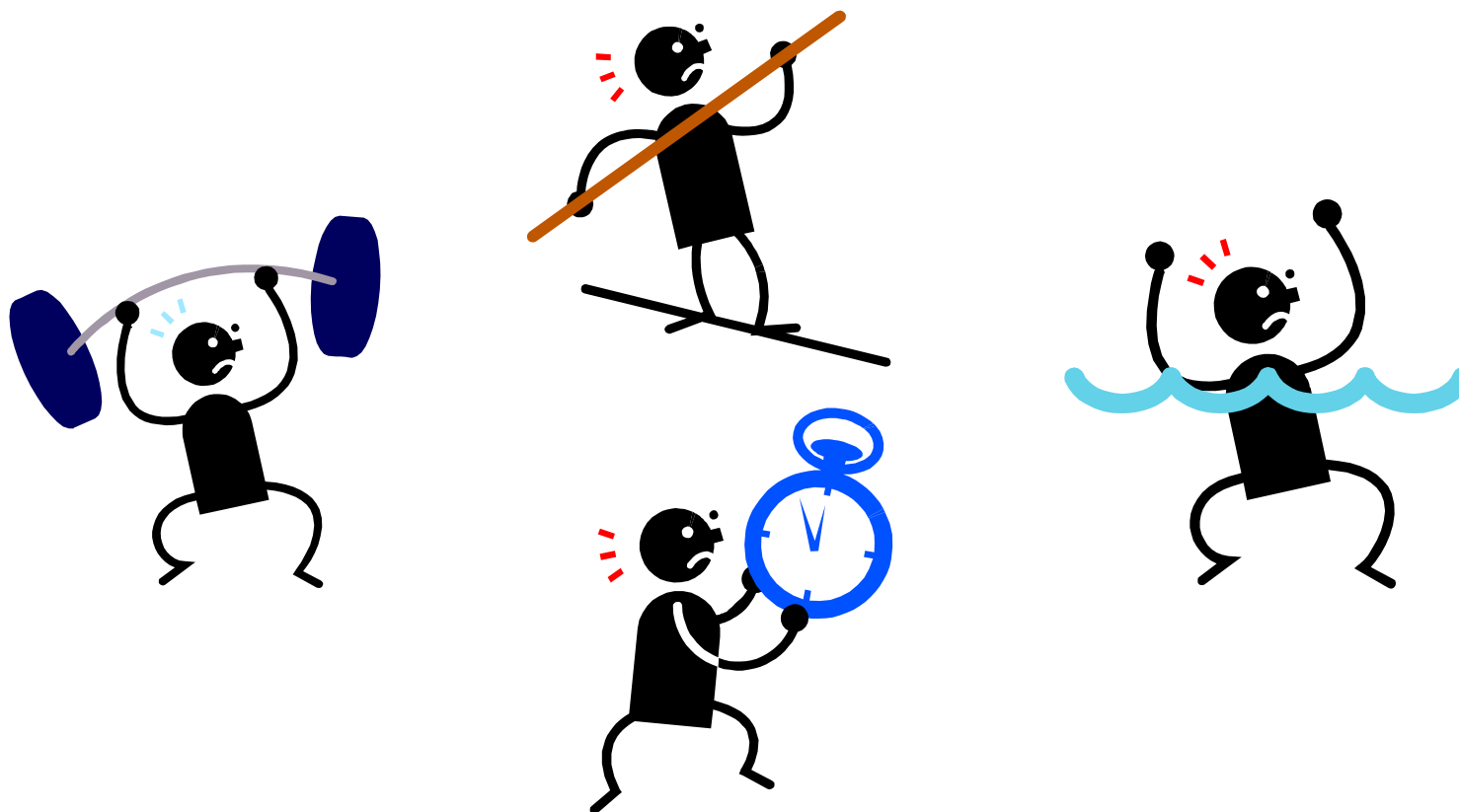
La Pregunta Central

Cómo “reconceptualizar”
los libros de texto para:

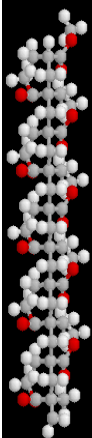
- ❖ Transformar el contenido:
lo que sabemos → **cómo pensamos**
- ❖ Transformar la evaluación:
segmentación → **integración**
- ❖ Transformar la instrucción:
explicación → **indagación y diseño**



La Motivación



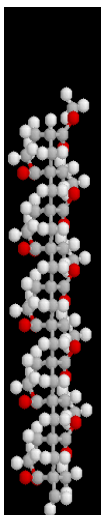
**Investigación y experiencia en la enseñanza
y el aprendizaje de las ciencias.**




El Eje Conductor

“Pensamiento Químico”

Un proyecto en desarrollo para transformar la enseñanza de química general.



Libros de

UNIT 1		Chemical Thinking								
<h3>How do we distinguish substances?</h3> <p>Our world is characterized by its diversity at all levels, from the wide variety of living organisms to the multitude of materials that make everything that surrounds us. Understanding the diversity of the material world has been particularly important for our survival on the planet. The ability to detect, identify, separate, and quantify different types of substances has allowed humans to take advantage of the many natural resources that Earth has to offer. These same abilities are also likely to help us save the planet from the environmental consequences of our decisions and actions.</p> <p><i>The central goal of this unit is thus to help you understand and apply basic ideas and ways of thinking that can be used to distinguish the different substances present in a variety of systems of interest. Although the ideas and models that we will discuss are useful in many relevant contexts, to illustrate their power we will focus our attention in our own planet's atmosphere, trying to answer questions such as:</i></p> <p>What is it made of? How do we separate its components? How do we identify them? How do we explain their properties? How do we model their behavior?</p>		<h3>UNIT 1 MODULES</h3> <table border="1"><tbody><tr><td>M1. Searching for Differences</td></tr><tr><td>Identifying differences that allow us to separate components.</td></tr><tr><td>M2. Modeling Matter</td></tr><tr><td>Using the particulate model of matter to explain differences.</td></tr><tr><td>M3. Comparing Masses</td></tr><tr><td>Characterizing differences in particle mass and number.</td></tr><tr><td>M4. Determining Composition</td></tr><tr><td>Characterizing differences in particle composition.</td></tr></tbody></table>	M1. Searching for Differences	Identifying differences that allow us to separate components.	M2. Modeling Matter	Using the particulate model of matter to explain differences.	M3. Comparing Masses	Characterizing differences in particle mass and number.	M4. Determining Composition	Characterizing differences in particle composition.
M1. Searching for Differences										
Identifying differences that allow us to separate components.										
M2. Modeling Matter										
Using the particulate model of matter to explain differences.										
M3. Comparing Masses										
Characterizing differences in particle mass and number.										
M4. Determining Composition										
Characterizing differences in particle composition.										

El Origen

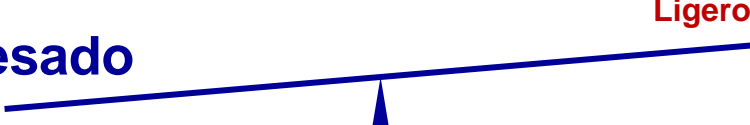
Libros de



Es difícil
hablar de
libros de texto
sin discutir
asuntos
curriculares.

Los Problemas

En general, los currículos de ciencias son monolíticos y tienen diversas limitaciones:

Pesado  Ligero

Extensión vs. Profundidad

Segmentación vs. Integración

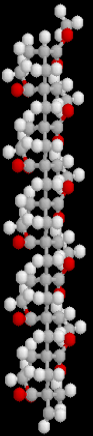
Conocimiento vs. Pensamiento

Algoritmos vs. Conceptos

Tradición vs. Relevancia



**Impacto
sobre el
aprendizaje
y la
motivación**



La Tesis



LIBROS DE TEXTO

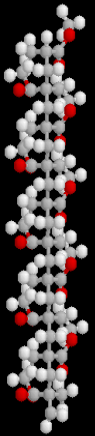
Resúmenes
descriptivos
del
conocimiento
acumulado.



Herramientas
para desarrollar
**formas útiles de
pensar**
sobre el mundo.

RECONCEPTUALIZACIÓN

Libros de



La Estrategia

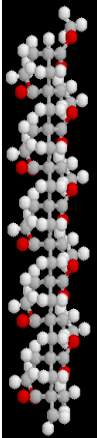
Diseño de Currículo y Libro de Texto

**Puntos
de
Ataque**

Contenidos de Aprendizaje

**Evidencias de Aprendizaje
(Evaluación)**

Experiencias de Aprendizaje



Libros de

Contenidos

¿Cómo transformar los contenidos para hacerlos más **coherentes**, **relevantes** y **funcionales**?

Cambios de Énfasis Principales

De temas



A preguntas

De lo que sabemos



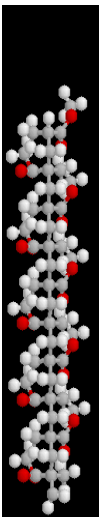
A cómo pensamos

De la academia



Al contexto

¿Cómo Hacerlo?



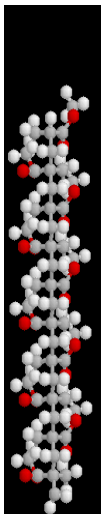
Temas → Preguntas

Tradicionalmente, los currículos de ciencias manifiestan una obsesión compulsiva con los abordajes temáticos de las disciplinas.

**Estequiometría
Estructura Atómica
Cinética
Ácidos y Bases
Termoquímica**

**Capa de Ozono
Calentamiento
Global
Combustibles
Polímeros
Drogas**

Los libros son compendios fragmentados de nuestros conocimientos en estas áreas.



Temas → Preguntas

¿Qué preguntas fundamentales nos permite responder el “**pensamiento químico**”?



Análisis
¿Qué es esto?



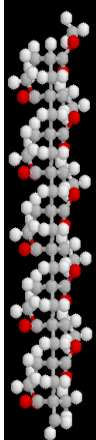
Transformación
¿Cómo lo cambio?



Síntesis
¿Cómo lo hago?

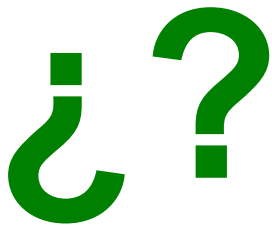


Modelaje
¿Cómo lo explico?

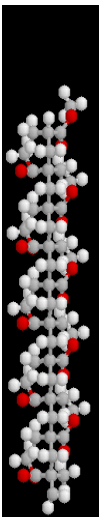


Preguntas Esenciales

Preguntas cuyas respuestas nos permiten explicar o predecir las propiedades y comportamientos de sistemas relevantes.



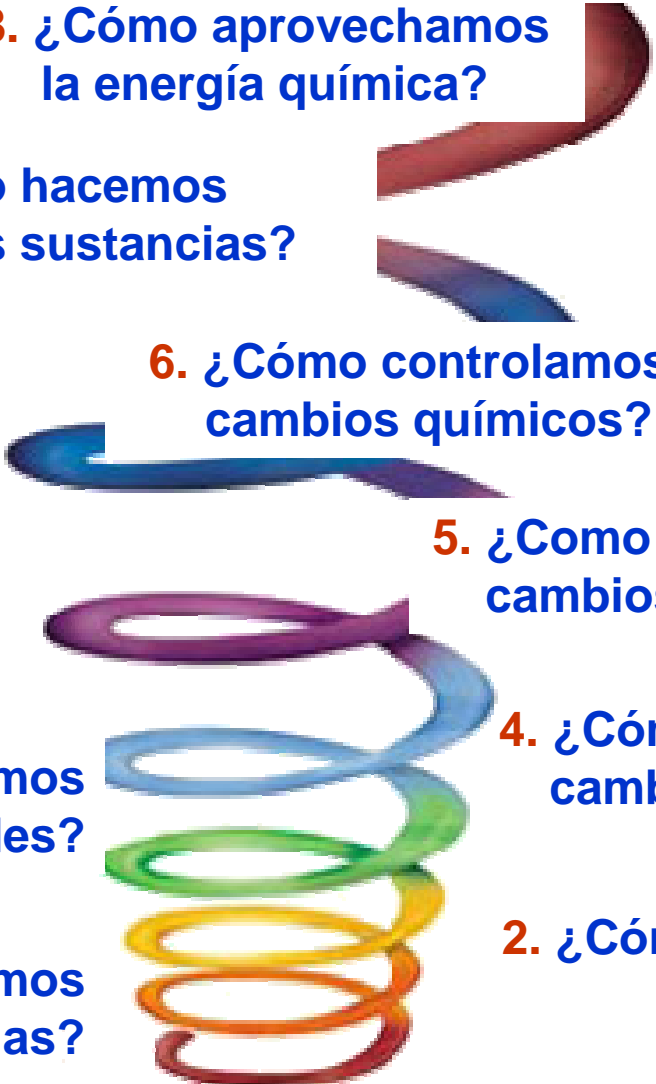
- ❖ ¿Cómo distinguimos sustancias?
- ❖ ¿Cómo determinamos estructura?
- ❖ ¿Cómo usamos estructura para predecir propiedades?

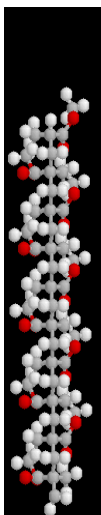


La Espiral Inquisitiva

Sustancias

Procesos

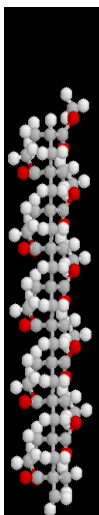
- 
1. ¿Cómo distinguimos sustancias?
 2. ¿Cómo determinamos estructura?
 3. ¿Cómo predecimos propiedades?
 4. ¿Cómo modelamos cambios químicos?
 5. ¿Cómo predecimos cambios químicos?
 6. ¿Cómo controlamos cambios químicos?
 7. ¿Cómo hacemos nuevas sustancias?
 8. ¿Cómo aprovechamos la energía química?



Conceptos Fundamentales

¿Qué **conocimientos** son necesarios para generar las respuestas?

Unidades	Conceptos Fundamentales
1 ¿Cómo distinguimos sustancias?	Estados de la Materia Modelo Corpuscular de la Materia Elemento-Compuesto; Átomo-Molécula Mol-Masa Molar
2 ¿Cómo determinamos estructura?	Interacciones Luz-Materia Estructura Atómica Enlace Covalente Geometría Molecular y Polaridad



Progresiones de Aprendizaje

¿Qué **secuencia de contenidos** es la mejor para facilitar la comprensión de una idea central?

**Consideraciones
Básicas**

**Conocimiento
Disciplinario**

**Resultados de
Investigación Educativa**

**Experiencia
Docente**

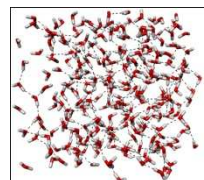
Zoom Out

Zoom In

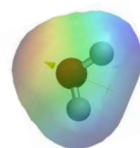


Macro

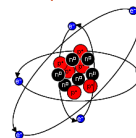
Estructura-Propiedades



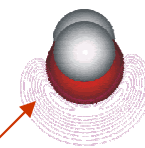
Corpuscular



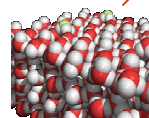
Molecular



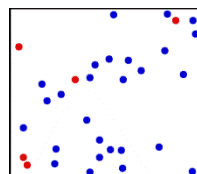
Electrónico



Atómico



Molecular



Corpuscular



Macro

Progresión de Aprendizaje

3. ¿Cómo predecimos propiedades?

2. ¿Cómo determinamos estructura?

1. ¿Cómo distinguimos sustancias?

Cambios al Contenido

De temas



A preguntas



De lo que sabemos

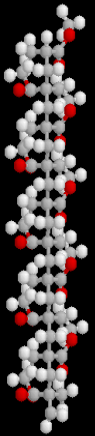
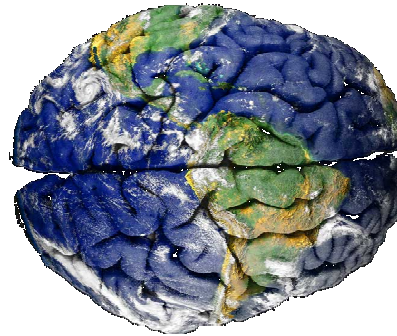


A cómo pensamos

De la academia



Al contexto



Conocer → Pensar

¿Qué “**formas de pensar**” queremos que desarrollen los estudiantes?

Dominio General

Observar

Inferir

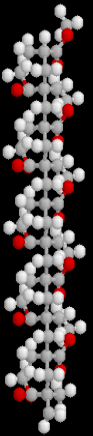
Analizar

Diseñar

VS.

Dominio Específico

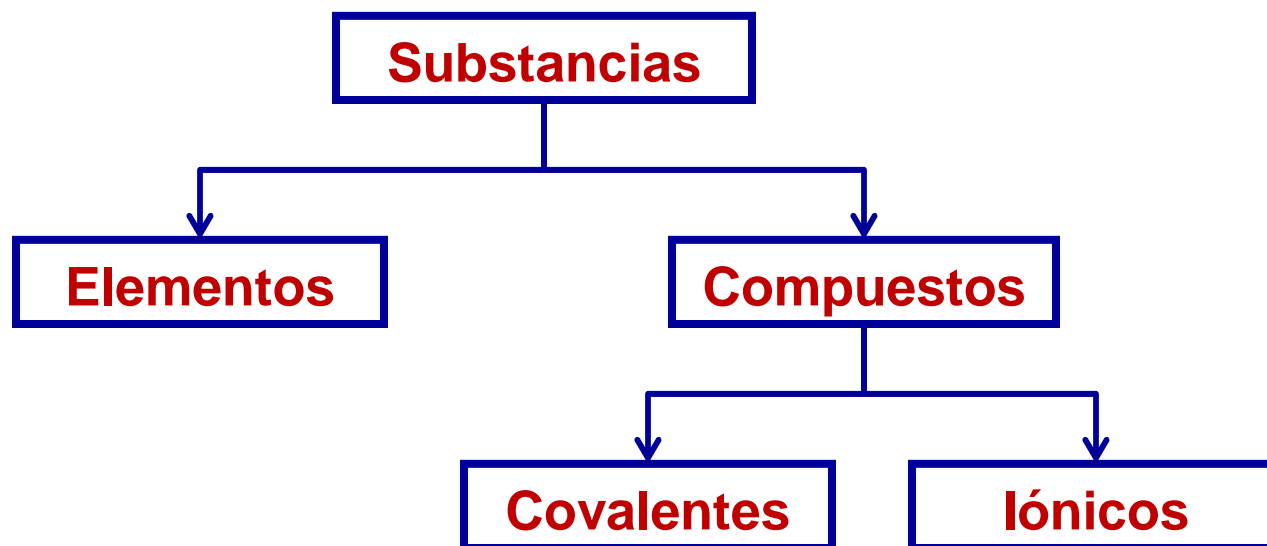
?



Conocer → Pensar

EJEMPLO: Entender la diversidad del mundo material es una meta central de la Química.

Tradición: ¿Cómo lo explicamos?



Conocer → Pensar

EJEMPLO: Entender la diversidad del mundo material es una meta central de la Química.

¿Para qué? ¿Cómo?

Substancias

¿Propósitos?

Identificación, Detección, Separación

¿Suposiciones?

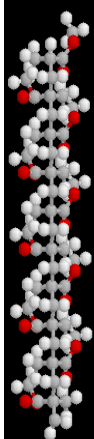
Características Diferenciantes

¿Herramientas
Intelectuales?

Modelos estructura-propiedades

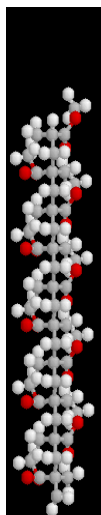
¿Herramientas
Experimentales?

Técnicas Espectroscópicas



Academia → Contexto

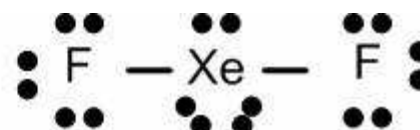
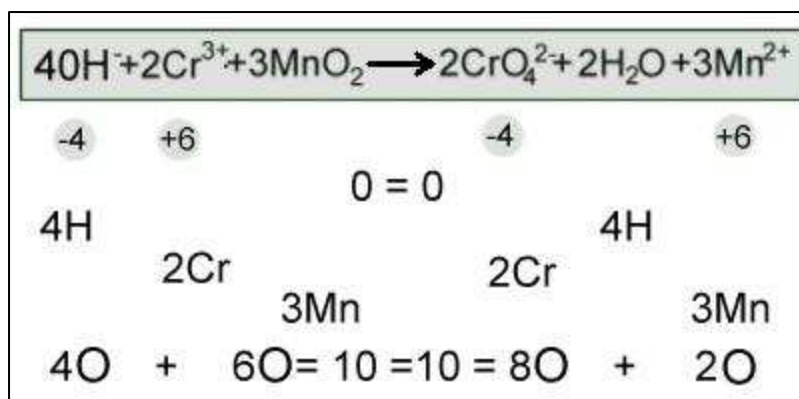
Tradicionalmente, los currículos de ciencia se centran en la discusión de problemas académicamente interesantes pero poco relevantes en la vida actual.



Lithium electron configuration

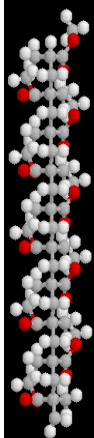
1s	2	1
2s	2s	1
3s	3p	3d
4s	4p	4d
5s	5p	5d
6s	6p	6d
2	6	10
14	18	22
26		

maximum number of electrons that can occupy each subshell



Academia → Contexto

¿En qué áreas es probable que el “**pensamiento químico**” resulte más relevante en el siglo XXI?



Libros de



**Problemas
Ambientales**



**Diseño de
Materiales**



**Fuentes
Energéticas**

**Medicina
y Salud**



La Estrategia

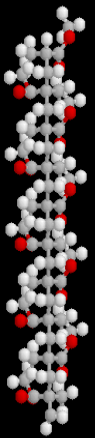
Diseño de Currículo y Libro de Texto

**Puntos
de
Ataque**

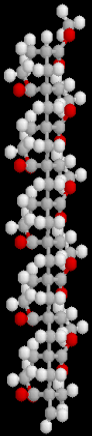
Contenidos de Aprendizaje

**Evidencias de Aprendizaje
(Evaluación)**

Experiencias de Aprendizaje



Libros de



Evaluación

¿Cómo evaluamos “**aprendizajes significativos**”?

En general, la evaluación en libros de texto se basa en preguntas y problemas diseñados para **evaluar conocimientos y destrezas aislados.**



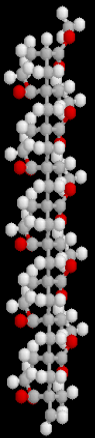
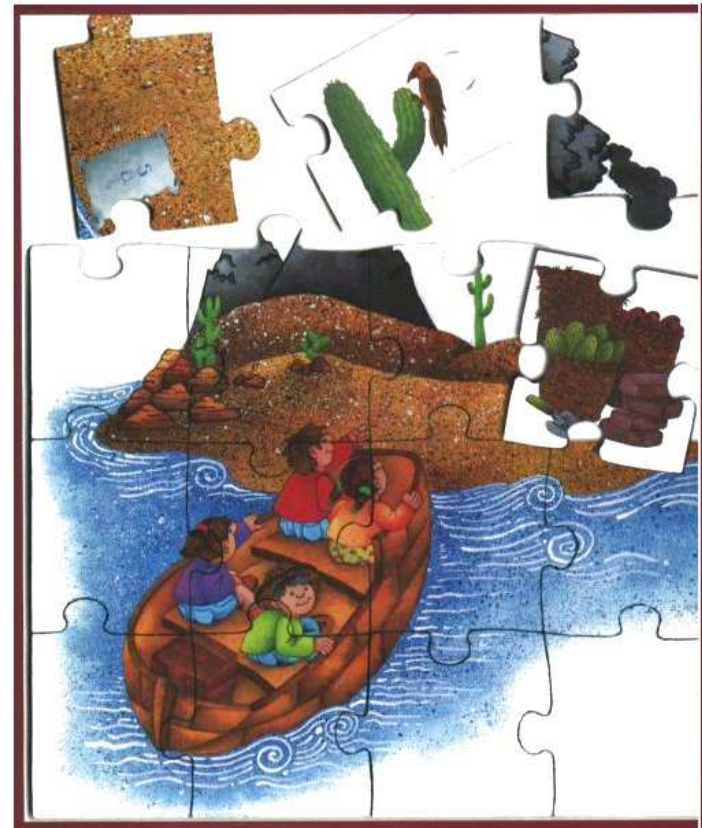
FIGURA 4-48
Problema 29.

30. (II) En el instante en el que comenzó la carrera, un velocista de 65 kg ejerció una fuerza de 720 N sobre el bloque de salida, en un ángulo de 22° con respecto al suelo. *a)* ¿Cuál fue la aceleración horizontal del velocista? *b)* Si la fuerza la ejerció durante 0.32 s, ¿con qué rapidez el corredor dejó el bloque de salida?
31. (II) La figura 4-49 muestra un bloque (masa m_A) sobre una superficie horizontal lisa, conectado mediante una cuerda delgada que pasa sobre una polea hacia un segundo bloque (m_B), que cuelga verticalmente. *a)* Dibuje un diagrama de cuerpo libre para cada bloque, donde muestre la fuerza de gravedad sobre cada uno, la fuerza (tensión) ejercida por la cuerda y cualquier fuerza normal. *b)* Aplique la segunda ley de Newton para encontrar fórmulas para la aceleración del sistema y para la tensión en la cuerda. Ignore la fricción y las masas de la polea y la cuerda.

Evaluación

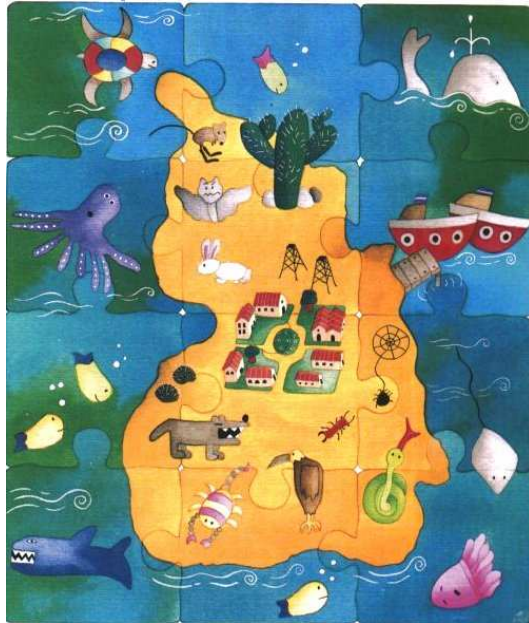
¿Cómo evaluamos “**aprendizajes
significativos**”?

Crear
oportunidades para
aplicar
conocimientos y
destrezas de
manera más integral
y en contexto.

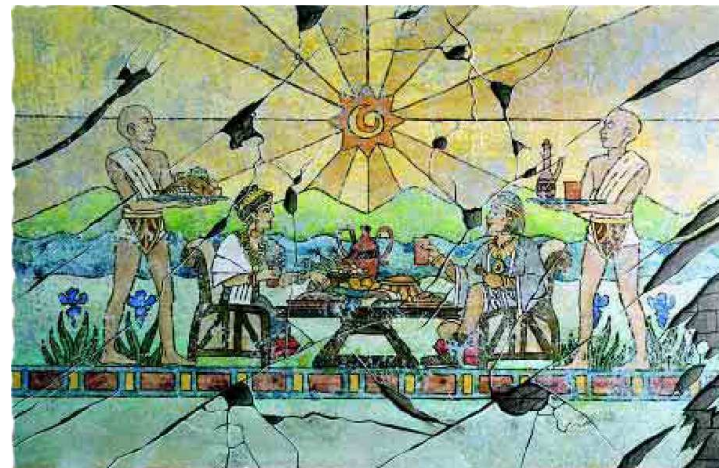


Libros de

¿Cómo evaluamos “aprendizajes



Aventura en una isla deshabitada



Tras las huellas del pasado (6^{to})

Evaluación

MÓDULO

Chemistry XXI

Let's apply!

Assess what you know

Chemistry XXI

Let's apply!

What is in a Star?

Astronomers use spectroscopic techniques to investigate the composition of stars.

Stars, as many hot solids, emit EM radiation in a continuous range of wavelengths (λ). However, the intensity of this radiation is a function of λ and temperature (T).

Black Body Radiation

Chemistry XXI

Let's apply!

Star Spectrum

This is the spectrum of our Sun taken at different altitudes, compared with the expected blackbody spectrum.

What could cause the differences between the spectra?

Chemistry XXI

Let's apply!

Photosphere

Chemical elements in a star's photosphere absorb specific radiation. The "dips" in the spectra can then be used to detect their presence in the star.

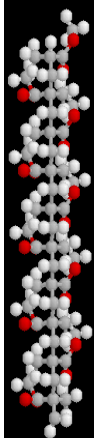
Chemistry XXI

Let's apply!

What can you say about the temperature and composition of these stars?

Spectral Lines	λ (nm)
H α , H β , H γ	660, 480, 435
He	420
He $^+$	440
Na	580
Mg	518
Ca $^+$	854

U2. ¿Cómo determinamos estructura?
M1. Analizando interacciones



Evaluación

FINAL DE UNIDAD

Chemistry XXI

Are You Ready?

Chemistry XXI

The Challenge

The determination of a substance's identity based on the analysis of its molecular structure is a fundamental analytical tool in **forensic science**.

Consider this case described in the SFC in May 13, 2001:

In the thick of evening traffic earlier this year, a minivan broke from the gridlock on Interstate 580, leveled a call box and continued out of control onto the streets of Livermore. The van struck several parked cars and pedestrians scattered as it shot through a shopping plaza and lurched onto a concrete island. Police found the 30-year-old driver drooling on himself, his hands clenched to the steering wheel. They assumed he was drunk, but the "beverage" police found in the van wasn't alcohol.

Chemistry XXI

Let's think!

The analysis of the "beverage" revealed the presence of a liquid substance with the following elemental composition and mass spectrum:

53.31% C
11.19% H
35.51% O

Determine the empirical and molecular formulas of this compound.

Chemistry XXI

Let's think!

The IR spectrum of the compound is shown below.

Draw the Lewis structures of at least 3 possible compounds given the information that you have.

Chemistry XXI

Let's think!

These are some of the possible structures:

What physical properties could we use as differentiating characteristic?

Chemistry XXI

Let's think!

The illegal drug is identified as **1,4-butanediol** or **BD**. It is also known as "One Comma Four" or "One Four Bee" by its users.

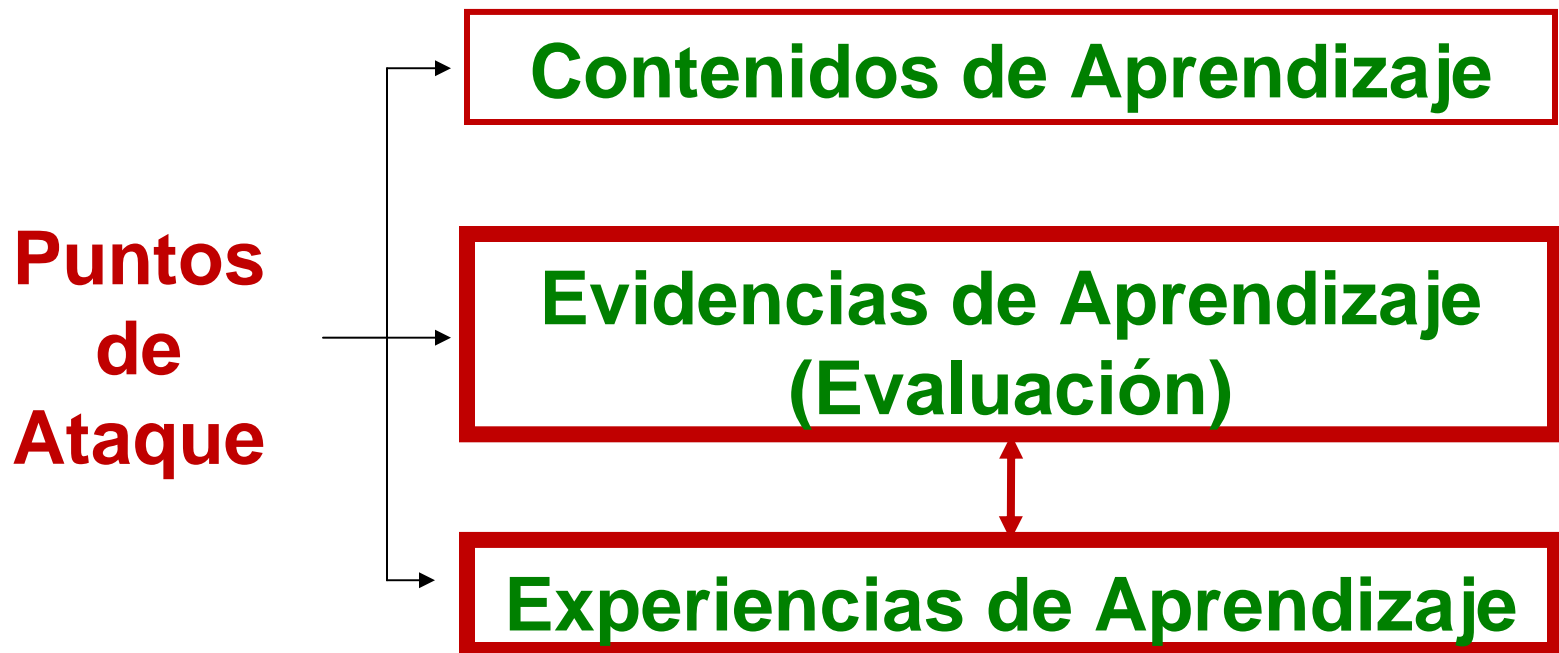
Draw a 3D structure of the compound using wedges and dashed lines. Provide the electron pair and molecular geometry around each C and O atom.

Integración

U2. ¿Cómo determinamos estructura?

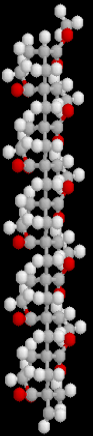
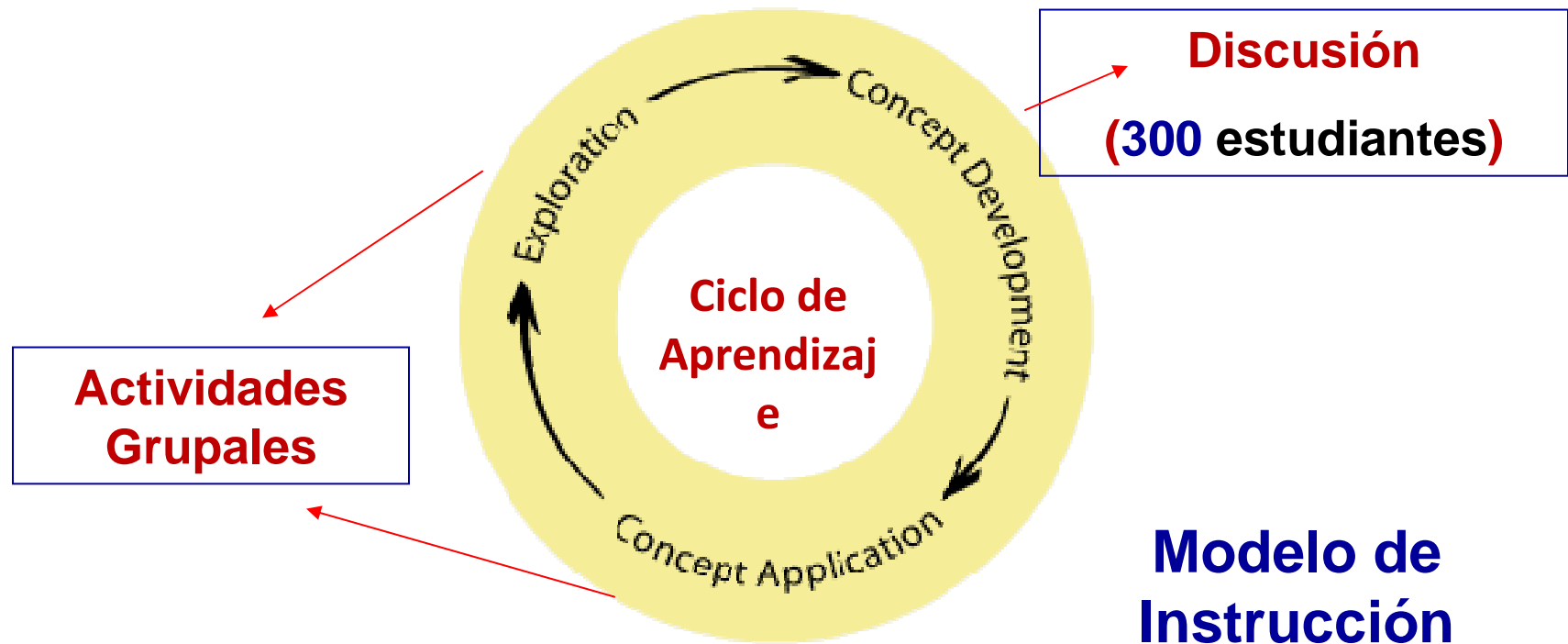
La Estrategia

Diseño de Currículo y Libro de Texto



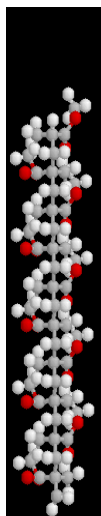
Experiencias de Aprendizaje

¿Cómo facilitamos el “**aprendizaje significativo**”?




Experiencias de Aprendizaje

Actividades Grupales



Libros de



Let's Explore


☐

Go to: <http://www.chem.arizona.edu/chemt/C21/sim>
(Ideal Gas)

1

Explore the properties of the **particulate model of matter** when interactions among particles are neglected:

How does pressure depend on temperature, volume, and number of particles?



2

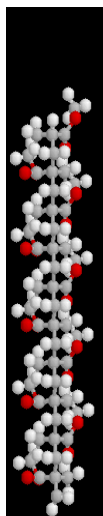
Build graphs of the type **P vs. T**, **P vs. V**, and **P vs. N** as part of your analysis.

Chemistry XXI

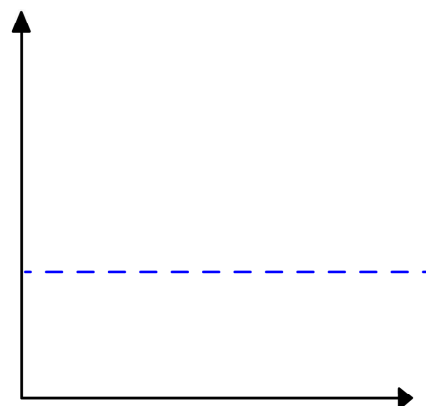
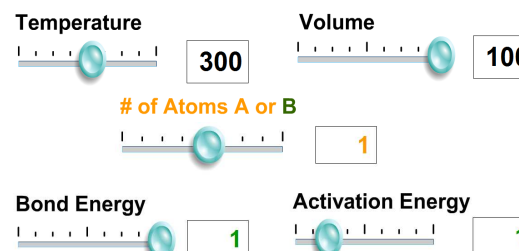
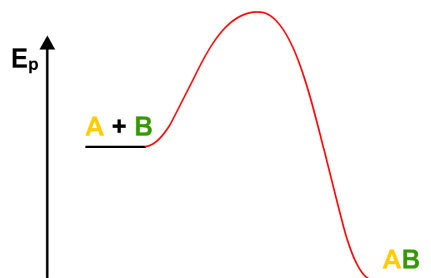
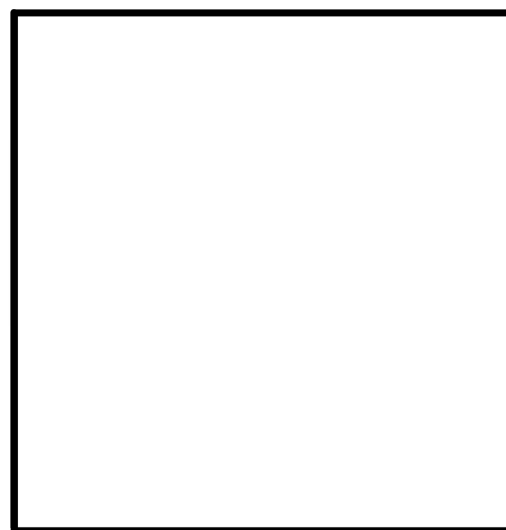
Exploración o Aplicación

Experiencias de Aprendizaje

Actividades Grupales



Libros de

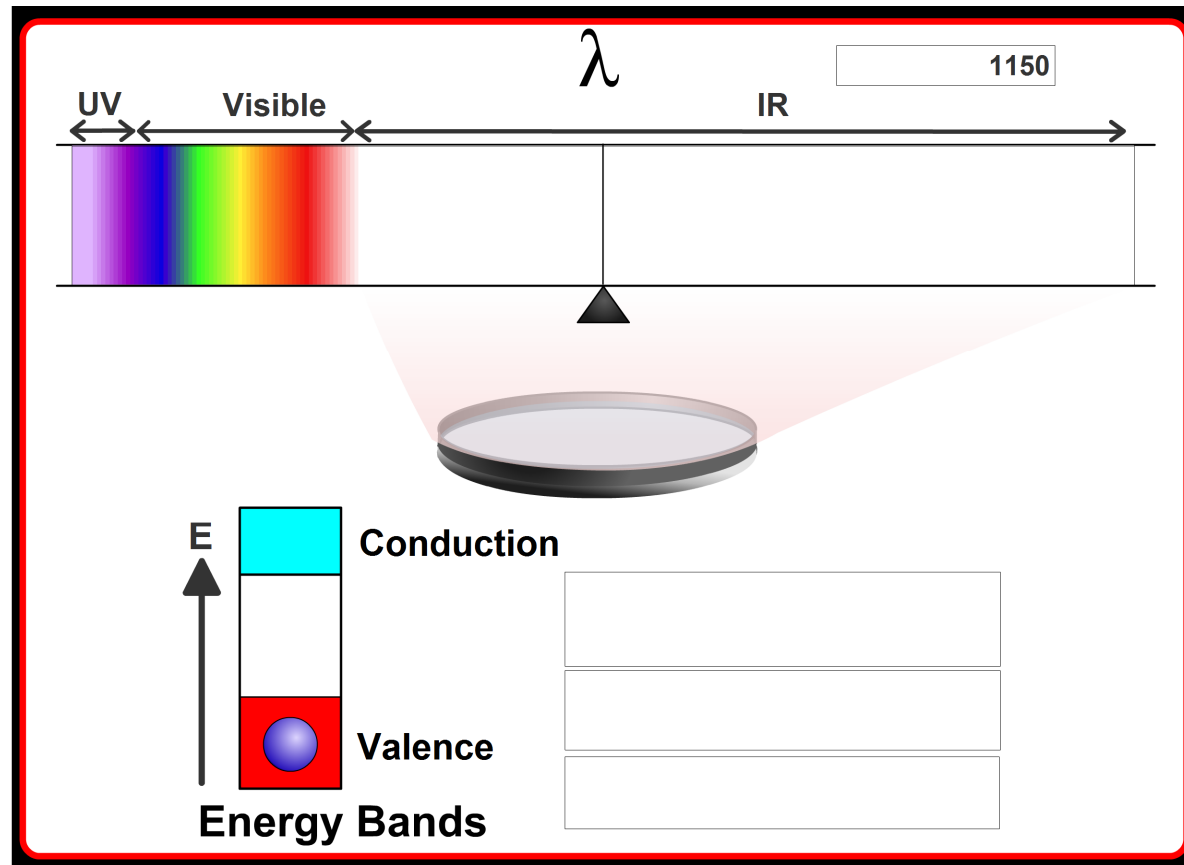


% A Time

Exploración o Aplicación

Experiencias de Aprendizaje

Actividades Grupales



Exploración o Aplicación

Experiencias de Aprendizaje

Laboratorio

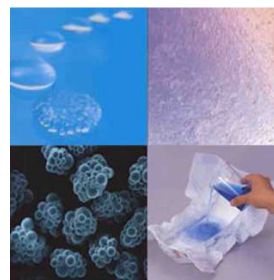
Indagación vs. Diseño

Argumentación vs. Fundamentación

Your Challenge

Imagine that you work for a company that is interested in using **superabsorbent polymers**, in particular **sodium polyacrylate**, as **ion and molecule "scavengers"** for removal of toxic substances dissolved in water.

Your task is to design a set of experimental procedures to characterize the capacity of the polymer to absorb a variety of dissolved substances.



Pilotaje

2008 →

Prueba de componentes individuales.

2009 →

Primer pilotaje (**UA**, PCC).

2010 →

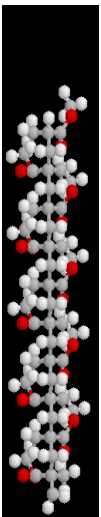
Segundo pilotaje (**UA**, PCC)

Herramientas

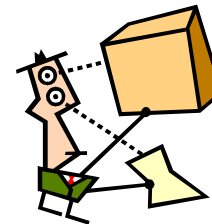
Observaciones en la Clase;

**Comentarios de Estudiantes y Maestros
(Encuestas, conversaciones grupales);**

Análisis de Trabajos y Exámenes.



Estudiantes

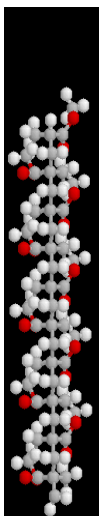


- I. Ninguna diferencia en pruebas convencionales;
- II. Reconocimiento de: **abordaje conceptual, relevancia, participación activa y profundización.**

*“La clase es **muy conceptual y profundiza** en todo lo que aprendes. La clase es **muy interactiva** con muchas actividades. Discutes mucho sobre aplicaciones de la química en la vida diaria. Tienes que aplicar muchos conceptos y **no sólo memorizar** datos y ecuaciones.”*

- III. Dificultad para adaptarse a otras formas de enseñanza.

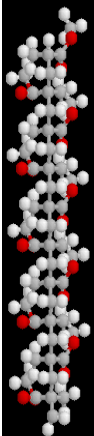
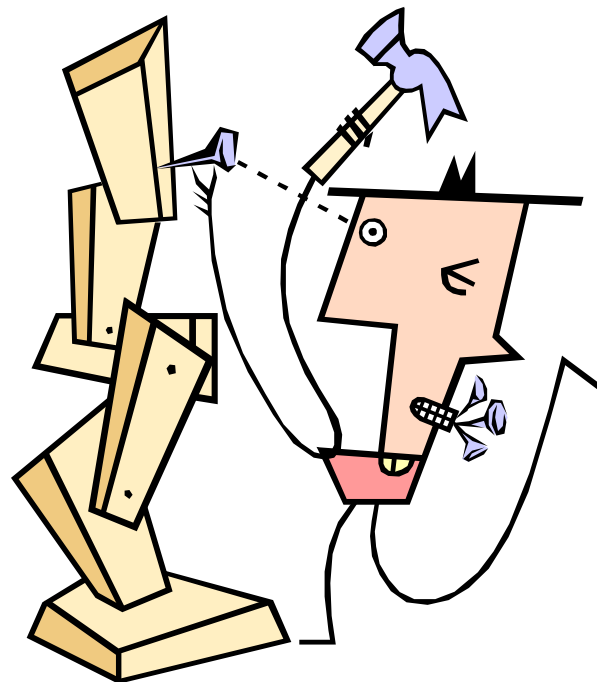
“El curso fue extremadamente conceptual lo que en ocasiones lo hizo muy difícil.”



Maestros

Dificultad para cambiar y adaptarse a nuevas formas de pensar sobre el currículo y el uso del libro de texto.

Fuerte tendencia a “**reformular**” el currículo en un conjunto de piezas convencionales.



El Énfasis

CONTENIDO

PREGUNTAS
ESENCIALES

FORMAS DE
PENSAR

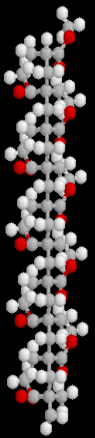
PROGRESIONES
DE

CONTEXTOS
RELEVANTES

APRENDIZAJE

EVALUACIÓN

EXPERIENCIAS: INDAGACIÓN/DISEÑO



Reconocimientos

Proyecto Apoyado por
National Science Foundation.



Division of Undergraduate Education (DUE)
Course, Curriculum, and Laboratory Improvement
(CCLI-Phase I, DUE-0736844)

Colaboradores

John Pollard- **UA**

Steve Brown- **UA**

Silvia Kolchens- **PCC West**

Pollyanna Wikrent- **PCC Desert Vista**

CONTACTO: **vicente@u.arizona.edu**