



*Asesorías y Tutorías para la Investigación Científica en la Educación Puig-Salabarría S.C.
José María Pino Suárez 400-2 esq a Lerdo de Tejada, Toluca, Estado de México. 7223898476*

RFC: ATI120618V12

Revista Dilemas Contemporáneos: Educación, Política y Valores.

<http://www.dilemascontemporaneoseduccionpoliticayvalores.com/>

ISSN: 2007 – 7890.

Año: IV. Número: 1. Artículo no.12. Período: Junio - Septiembre, 2016.

TÍTULO: Conocimiento didáctico del contenido de la asignatura Operaciones Unitarias en Bioprocesos de la carrera Ingeniería Química.

AUTORES:

1. Dra. Leticia Centelles Badell.
2. Dr. Jorge Antonio Díaz Lozada.

RESUMEN: El Conocimiento Didáctico del Contenido (CDC) representa una categoría teórica de la investigación de la enseñanza que involucra saberes que le permiten al docente hacer enseñable el contenido. El objetivo de la presente investigación es valorar el comportamiento del CDC en la enseñanza del “Escalado de columnas cromatográficas” en la asignatura Operaciones Unitarias en Bioprocesos de la carrera Ingeniería Química, identificadas las dificultades en su comprensión por parte de los estudiantes. Fueron evaluadas en cuatro profesores las zonas perceptiva/intuitiva, contextual, empírica y racionalista del Modelo de Perfil Conceptual, lo que permitió finalmente hacer una comparación epistemológica entre ellos, resultando dos perfiles semejantes y dos diferentes entre sí, en correspondencia con los diferentes estilos de enseñanza.

PALABRAS CLAVES: Conocimiento didáctico, Operaciones Unitarias en Bioprocesos, columnas cromatográficas, ingeniería química.

TITLE: Didactic knowledge of the Unitary Operations in Bioprocesses subject content in the Chemistry Engineering career.

AUTHORS:

1. Dra. Leticia Centelles Badell.
2. Dr. Jorge Antonio Díaz Losada.

ABSTRACT: The didactic knowledge of content (DKC) represents a theoretical category of the research of teaching that involves knowledge, allowing the teacher to make content teachable. The purpose of the present study aims to assess the behavior of DKC in the teaching of the "Scale-up of Chromatographic Columns" in the Unitary Operations in Bioprocess subject of the Chemical Engineering career, identifying difficulties in the comprehension of this subject by the students. The perceptive/intuitive, contextual, empirical and rational zones of the Model of Conceptual Profile were evaluated, resulting in an epistemological comparison among them, where two profiles were similar and two others were different, in correspondence with the different styles of teaching.

KEY WORDS: Didactic knowledge, Unitary Operations in Bioprocesses, chromatographic columns, Chemical Engineering.

INTRODUCCIÓN.

La ciencia ha cumplido un papel fundamental en el desarrollo de las poblaciones humanas, su constitución representa una de las alternativas para poder interpretar, comprender, y aproximarse a la naturaleza, a su origen, estructura y función. El ser humano es el portador biológico de las capacidades que le han permitido, mediante su pensamiento y sentidos, describir, imaginar y experimentar con el entorno y consigo mismo (Collado y Díaz, 2014).

Progresivamente desde el siglo XX, la enseñanza y aprendizaje de las ciencias se ha convertido en materia esencial de investigación en educación. Inicialmente, la investigación se centró en el aprendizaje del estudiante y la influencia que el contexto tiene sobre él; después se empieza a tener en cuenta al profesor y fundamentalmente su proceso formativo e incidencia que esta formación puede tener sobre la forma cómo evalúa, planea la enseñanza, y la desarrolla en las clases.

Cada vez es más evidente que el pensamiento y la actuación del profesor y del estudiante son, junto con el contexto científico, tecnológico, etc., elementos interdependientes para el análisis pedagógico y didáctico del quehacer educativo. La mayoría de las investigaciones coinciden en que no existe suficiente coherencia entre lo que piensan, dicen y hacen los docentes de ciencias, es decir, teoría y práctica no son recíprocas.

Shulman (1986) introdujo el Conocimiento Didáctico del Contenido (CDC) como un conocimiento específico, uno “que va más allá del conocimiento de la disciplina en sí, hacia la dimensión del conocimiento disciplinario para la enseñanza”. Este autor lo considera como una categoría teórica de la investigación de la enseñanza, que involucra los saberes que le permiten al docente hacer enseñable el contenido, partiendo del conocimiento de las representaciones del tema más adecuadas para la enseñanza, así como del entendimiento de dificultades específicas en el aprendizaje y las concepciones estudiantiles. El CDC es “una comprensión del profesor de cómo ayudar a sus estudiantes a entender un concepto específico” (Magnusson et al., 1999).

En este sentido, para Talanquer (2004) resulta importante que el profesor trabaje basado en esta categoría teórica de la investigación de la enseñanza, que permite la transformación del conocimiento disciplinario. Para ello es necesario que,

- ✚ Anote las ideas, conceptos y preguntas centrales asociados con un tema.
- ✚ Reconozca las dificultades conceptuales de los alumnos.

- ✚ Identifique preguntas, problemas o actividades que obliguen al estudiante a reconocer y cuestionar ideas previas.
- ✚ Seleccione experimentos, problemas o proyectos que permitan que los estudiantes exploren conceptos centrales.
- ✚ Construya explicaciones, analogías o metáforas que faciliten la comprensión de conceptos abstractos.
- ✚ Diseñe actividades de evaluación que permitan la aplicación de lo aprendido en la resolución de problemas en contextos realistas y variados.

Según Shulman (2005), la enseñanza de las ciencias demanda de una base de conocimientos por parte del profesor, que consta de: a) Conocimiento del contenido; b) Conocimiento didáctico general, tomando en cuenta especialmente aquellos principios y estrategias generales de manejo y organización de la clase que trascienden el ámbito de la asignatura; c) Conocimiento del currículo, con un especial dominio de los materiales y los programas que sirven como “herramientas para el oficio del docente”; d) Conocimiento didáctico del contenido, esa especial amalgama entre materia y pedagogía que constituye una esfera exclusiva de los maestros, su propia forma especial de comprensión profesional; e) Conocimiento de los alumnos y de sus características; f) Conocimiento de los contextos educativos, que abarcan desde el funcionamiento del grupo o de la clase, la gestión y financiación de los distritos escolares, hasta el carácter de las comunidades y culturas y g) Conocimiento de los objetivos, las finalidades y los valores educativos, y de sus fundamentos filosóficos e históricos.

Entre estas categorías, el conocimiento didáctico del contenido adquiere particular interés, porque identifica los cuerpos de conocimientos distintivos para la enseñanza. Representa la mezcla entre materia y didáctica por la que se llega a una comprensión de cómo determinados temas y problemas se organizan, se representan, y se adaptan a los diversos intereses y

capacidades. Ello cobra singular relevancia en los elementos didácticos a tener en cuenta en la enseñanza de la Biotecnología.

La Biotecnología surge de y en las ciencias, se convierte en un campo de conocimiento interdisciplinario y en uno de los motores de transformación social -cambio de paradigma-, que necesariamente debe incluirse en la educación científica, crítica y propositiva del presente y futuro ciudadano (Smith, 2004).

A principios de la década de los noventa aumentó el interés de varios países por incorporar la Biotecnología a la educación en todos los niveles, lo cual al unísono se hace también notorio en las publicaciones hacia finales de dicho periodo, siendo mucho más acentuado su crecimiento hasta la actualidad. Esto indica, según Roa (2012), que su enseñanza y aprendizaje ya tiene un carácter importante en varios países de donde proceden dichas publicaciones, sobre todo de aquellos en los cuales la Biotecnología hace parte de sus investigaciones, producción y/o comercialización de alimentos y medicamentos, al igual que de aquellos que se caracterizan por contar con riqueza en biodiversidad o posicionamiento económico mundial.

Desde el propio ejercicio docente, se busca responder a cuestiones tales como: ¿Cuál es la importancia de la Biotecnología y su conocimiento? ¿Por qué y para qué hacer seguimiento a la incursión de la Biotecnología en los sistemas educativos? ¿De dónde procede la iniciativa de la educación en Biotecnología? y ¿por qué enseñar Biotecnología?

En la enseñanza de la Ingeniería Química es válido considerar una de las definiciones de la Biotecnología propuestas por el Convenio sobre la Biodiversidad Biológica, por su mayor carácter inclusivo, que indica que es toda aplicación tecnológica que utilice sistemas biológicos y organismos vivos o sus derivados para la creación o modificación de productos o procesos para usos específicos (Naciones Unidas, 1992).

Esta utilización de los sistemas biológicos no solo hace referencia a la modificación derivada de la ingeniería genética, sino también a aquellos procesos que la humanidad ha realizado durante miles de años, como por ejemplo, la selección y modificación de variedades por fenotipos. Todo lo anteriormente referido, relaciona a la Biotecnología con los Bioprocesos, entendidos como todo proceso industrial que involucra la manipulación de organismos vivos o sus componentes celulares para proveer bienes o servicios.

Como parte de las modificaciones previstas en el plan de estudios D cubano, se incorporan las asignaturas propias en las diferentes carreras donde cada centro de Educación Superior determina cuáles contenidos las conforman, dependiendo de intereses locales o territoriales. Teniendo en cuenta, que el principal destino laboral de los futuros ingenieros químicos, que se forman en el Instituto Superior Politécnico “José Antonio Echevarría”, lo constituyen los centros de producción, investigación y desarrollo del grupo empresarial Biocubafarma, se incluyó la asignatura propia “Operaciones en Bioprocesos” en la disciplina Operaciones y Procesos Unitarios, cuyo objeto de estudio lo constituye el estudio de las operaciones unitarias vinculadas a la industria biotecnológica, para dar respuesta al objeto de la profesión y el modelo del profesional declarados en el plan de estudio D. Este Enfoque de Biotecnología, aplicado a la industria Biofarmacéutica, no presenta antecedentes en los planes de estudios anteriores, pero constituyen necesarios saberes todos los contenidos impartidos en las asignaturas: Microbiología, Bioquímica, Biología Molecular y Separaciones Mecánicas.

El núcleo central de la asignatura se estructura en cinco temas:

1. Introducción a la Industria de Bioprocesos.
2. Separación de biológicos por métodos no cromatográficos.
3. Separación de biológicos por métodos cromatográficos.
4. Formulación y Llenado.

5. Marco Regulator e Impacto Ambiental de la Industria de Bioprocesos.

En el proceso enseñanza–aprendizaje de la asignatura Operaciones Unitarias en Bioprocesos, subyace un encargo social a la Universidad, que demanda de ella la formación de ingenieros químicos competentes en el campo de los procesos biotecnológicos; sin embargo, los estudiantes presentan dificultades en el aprendizaje del Tema 3, y en específico, en los aspectos relacionados con el escalado de columnas cromatográficas, cuyo dominio es indispensable para la comprensión y aplicación de los elementos relacionados con la separación cromatográfica de productos biológicos, que representa la compleja e indispensable operación de Purificación en la obtención de un ingrediente farmacológicamente activo. De ahí emana la necesidad de hacer enseñable el contenido, partiendo del conocimiento de las representaciones del tema más adecuadas para la enseñanza, así como del entendimiento de dificultades específicas en el aprendizaje y las concepciones estudiantiles. Ello conduce a establecer como objetivo de la investigación, valorar el conocimiento didáctico del contenido en la enseñanza del “Escalado de columnas cromatográficas” en la asignatura Operaciones Unitarias en Bioprocesos de la carrera ingeniería química.

DESARROLLO.

La experiencia se realizó en la asignatura Operaciones Unitarias en Bioprocesos, que se imparte al cuarto año de la carrera de Ingeniería Química, del Instituto Superior Politécnico “José A. Echevarría”, durante el curso 2015-2016. Para ello, se aplicó la metodología propuesta por Loughran, Mulhall y Berry (2004) de la Representación del Contenido (ReCo), mediante la cual es posible documentar las ideas centrales aplicadas durante la enseñanza; los objetivos que persigue el profesor; el conocimiento de las concepciones alternativas de los alumnos y sus dificultades de aprendizaje; la secuenciación apropiada de los tópicos; el empleo correcto de

analogías y ejemplos; las formas de abordar el entramado de ideas centrales; los experimentos, problemas y proyectos que el profesor emplea durante su clase; y las formas ingeniosas de evaluar la comprensión, entre otras.

La metodología de la investigación consistió en documentar la Representación del Contenido del tema de Escalado de columnas cromatográficas para cuatro profesores: dos con experiencia (profesores 1 y 3) y 2 noveles, (profesores 2 y 4) de modo de explorar la manera en que utilizan su conocimiento básico sobre la temática “Escalado de columnas cromatográficas” para propiciar la comprensión en los estudiantes.

Partiendo de la experiencia de Velázquez y Garritz (2008), se evaluaron cuatro zonas seleccionadas del Modelo de Perfil Conceptual (MPC) en profesores, según Mortimer (1995), para categorizar cada una de las frases de la ReCo como *perceptiva/intuitiva*, *contextual*, *empírica* y *racionalista*, y hacer una comparación epistemológica entre ellas.

Se les preguntó a los profesores las ideas esenciales del tema, partiendo de considerar como tales a aquellos tópicos que forman parte del conocimiento disciplinario en los que acostumbra dividir la enseñanza. En ese conjunto de ideas se reflejan nítidamente las más importantes del tema, pudiendo incluirse alguno de sus precedentes.

Los cuatro profesores consideraron de forma consensuada, 5 ideas centrales de la temática Escalado de columnas cromatográficas, las que se expresan a continuación:

- ✚ Reglas y criterios del escalado de columnas cromatográficas.
- ✚ Importancia de la adquisición de habilidades en la solución de problemas de escalado de columnas cromatográficas.
- ✚ Aplicación de problemas complejos: escalado y evaluación de los principales parámetros cromatográficos.
- ✚ Determinación de la eficiencia del escalado de columnas cromatográficas.

✚ Utilización correcta de las fórmulas para el escalado según tipo de cromatografía utilizada.

Para evaluar el CDC se trabajó con los cinco componentes de dicha categoría, de acuerdo con Magnusson et al. (1999): A) Visión y propósito de la enseñanza de la ciencia; B) Conocimiento y creencias sobre el currículo de ciencia; C) Conocimiento y creencias acerca del entendimiento estudiantil sobre tópicos específicos de ciencia; D) Conocimiento y creencias sobre evaluación en ciencia, y E) Conocimiento y creencias sobre estrategias instruccionales para enseñar ciencia.

Posteriormente, se estableció el marco de preguntas de Representación del Contenido (ReCo) de los cuatro profesores (Loughran, Mulhall y Berry (2004), para finalmente examinarlas con las 4 zonas del Modelo de Perfil Conceptual (MPC) de Mortimer (1995). Se empleó este modelo para caracterizar un patrón de enseñanza y aprendizaje de un profesor específico, quien exhibe sus propósitos epistemológicos y ontológicos de enseñanza.

Cada profesor respondió a las siguientes preguntas para cada idea central:

1. ¿Qué intentas que los estudiantes aprendan alrededor de esa idea? A, B.
2. ¿Por qué es importante para los estudiantes aprenderla? A, B.
3. ¿Qué más allá sabes sobre esa idea? B.
4. ¿Qué dificultades y limitaciones están conectadas con su enseñanza? C.
5. ¿Qué conocimiento acerca del pensamiento de los estudiantes influye en tu enseñanza de esa idea? C.
6. ¿Qué otros factores influyen en la enseñanza? E.
7. ¿Qué procedimientos empleas para que los alumnos se comprometan con la idea? E, B.
8. ¿Qué maneras específicas utilizas para evaluar el entendimiento o confusión de los alumnos?
D.

Establecer el marco de preguntas de Representación del Contenido (ReCo) de los cuatro profesores, así como las ideas centrales consensuadas en la temática Escalado de columnas

cromatográficas, permitió elaborar la matriz ReCo, de modo que cada elemento se analizó de manera individual para cada profesor, definiéndose el lugar que ocupará en las cuatro zonas del perfil de contenido según el caso. Ello permitió la construcción de los gráficos de percepción de contenidos.

Fueron revisadas las definiciones de cada zona cuando aparecían frases que no encajaban fácilmente en una zona de Perfil de contenido, y una vez que cada frase de la ReCo quedó localizada en una zona, se contó el número de frases en cada una. (Ver matrices).

Matriz ReCo para profesor 1.

	IDEAS CENTRALES				
	Reglas y criterios del escalado de columnas cromatográficas.	Importancia de la adquisición de habilidades en la solución de problemas de escalado de columnas cromatográficas	Aplicación de problemas complejos: escalado y evaluación de los principales parámetros cromatográficos.	Determinación de la eficiencia del escalado de columnas cromatográficas.	Utilización correcta de las fórmulas para el escalado según tipo de cromatografía utilizada.
¿Qué intentas que los estudiantes aprendan alrededor de esta idea?	R	R	R	E	E
¿Por qué es importante que los estudiantes aprendan esta idea?	P	E	C	R	P
¿Qué más sabes sobre esta idea? (Lo que tú no vas a enseñar a los estudiantes por ahora)	R	R	E	E	R
¿Cuáles son las dificultades y limitaciones conectadas a la enseñanza de esta idea?	E	P	R	R	E
¿Qué conocimiento acerca del pensamiento de los estudiantes influye en tu enseñanza de esta idea?	R	C	R	C	R
¿Cuáles otros factores influyen en la enseñanza de esta idea?	R	R	P	R	C
¿Qué procedimientos empleas para que los alumnos se comprometan con la idea?	C	R	R	R	R
¿Qué maneras utilizas para evaluar el entendimiento o confusión de los alumnos sobre la idea?	R	E	E	C	E

Matriz ReCo para profesor 2.

	IDEAS CENTRALES				
	Reglas y criterios del escalado de columnas cromatográficas.	Importancia de la adquisición de habilidades en la solución de problemas de escalado de columnas cromatográficas	Aplicación de problemas complejos: escalado y evaluación de los principales parámetros cromatográficos.	Determinación de la eficiencia del escalado de columnas cromatográficas.	Utilización correcta de las fórmulas para el escalado según tipo de cromatografía utilizada.
¿Qué intentas que los estudiantes aprendan alrededor de esta idea?	P	R	P	C	E
¿Por qué es importante que los estudiantes aprendan esta idea?	C	E	C	R	C
¿Qué más sabes sobre esta idea? (Lo que tú no vas a enseñar a los estudiantes por ahora)	R	P	R	E	R
¿Cuáles son las dificultades y limitaciones conectadas a la enseñanza de esta idea?	R	C	E	P	E
¿Qué conocimiento acerca del pensamiento de los estudiantes influye en tu enseñanza de esta idea?	R	R	C	E	P
¿Cuáles otros factores influyen en la enseñanza de esta idea?	C	E	C	C	E
¿Qué procedimientos empleas para que los alumnos se comprometan con la idea?	E	R	E	E	C
¿Qué maneras utilizas para evaluar el entendimiento o confusión de los alumnos sobre la idea?	C	P	C	C	R

Matriz ReCo para profesor 3.

	IDEAS CENTRALES				
	Reglas y criterios del escalado de columnas cromatográficas.	Importancia de la adquisición de habilidades en la solución de problemas de escalado de columnas cromatográficas	Aplicación de problemas complejos: escalado y evaluación de los principales parámetros cromatográficos.	Determinación de la eficiencia del escalado de columnas cromatográficas.	Utilización correcta de las fórmulas para el escalado según tipo de cromatografía utilizada.
¿Qué intentas que los estudiantes aprendan alrededor de esta idea?	R	E	R	P	R
¿Por qué es importante que los estudiantes aprendan esta idea?	C	R	C	R	C
¿Qué más sabes sobre esta idea? (Lo que tú no vas a enseñar a los estudiantes por ahora)	R	E	R	E	R
¿Cuáles son las dificultades y limitaciones conectadas a la enseñanza de esta idea?	C	R	P	R	E
¿Qué conocimiento acerca del pensamiento de los estudiantes influye en tu enseñanza de esta idea?	R	C	E	P	R
¿Cuáles otros factores influyen en la enseñanza de esta idea?	E	R	C	R	C
¿Qué procedimientos empleas para que los alumnos se comprometan con la idea?	E	E	R	C	R
¿Qué maneras utilizas para evaluar el entendimiento o confusión de los alumnos sobre la idea?	P	R	P	R	E

Matriz ReCo para profesor 4.

	IDEAS CENTRALES				
	Reglas y criterios del escalado de columnas cromatográficas.	Importancia de la adquisición de habilidades en la solución de problemas de escalado de columnas cromatográficas	Aplicación de problemas complejos: escalado y evaluación de los principales parámetros cromatográficos.	Determinación de la eficiencia del escalado de columnas cromatográficas.	Utilización correcta de las fórmulas para el escalado según tipo de cromatografía utilizada.
¿Qué intentas que los estudiantes aprendan alrededor de esta idea?	C	R	R	P	C
¿Por qué es importante que los estudiantes aprendan esta idea?	P	R	E	R	P
¿Qué más sabes sobre esta idea? (Lo que tú no vas a enseñar a los estudiantes por ahora)	R	P	C	E	R
¿Cuáles son las dificultades y limitaciones conectadas a la enseñanza de esta idea?	C	R	P	P	E
¿Qué conocimiento acerca del pensamiento de los estudiantes influye en tu enseñanza de esta idea?	R	C	R	E	P
¿Cuáles otros factores influyen en la enseñanza de esta idea?	E	P	R	C	R
¿Qué procedimientos empleas para que los alumnos se comprometan con la idea?	P	R	P	R	C
¿Qué maneras utilizas para evaluar el entendimiento o confusión de los alumnos sobre la idea?	R	E	E	P	R

El modelo de CDC parte de considerar como Perfil Conceptual a un “sistema individual de las formas de pensamiento que se pueden asignar al individuo dentro de una misma cultura”. Mortimer (1995), parte de considerarlo como una plantilla propuesta para intentar comprender la convivencia en un mismo individuo, de varias representaciones de un mismo concepto físico, desde las de senso-común hasta las científicas, a partir del Perfil Epistemológico de Bachelard (1978).

En esta plantilla, las diferentes interpretaciones de la realidad son compuestas en zonas con características epistemológicas y ontológicas distinguidas, conteniendo categorías de análisis con poder sucesivamente creciente, en un arreglo gráfico, cualitativo, en que la mayor o más pequeña altura de cada zona en ese gráfico, representa la mayor o más pequeña presencia de esa manera de ver en el pensamiento del individuo. El perfil será diferente para cada individuo, porque aunque las categorías sean las mismas para cada concepto, el perfil será fuertemente influenciado por las experiencias distinguidas de cada uno.

Se presentan jerarquías entre las diversas zonas, de modo que cada zona sucesiva es caracterizada por tener categorías con un poder explicativo mayor que sus precedentes. Las zonas son:

1. ***Perceptiva/intuitiva.*** Se sitúan aquí las ideas que se emiten de forma espontánea, que corresponden a impresiones inmediatas, a sensaciones e intuiciones, sin una estructuración de la información. Son ideas, que hasta cierto punto, pueden resultar subjetivas. La percepción inmediata y la intuición orientan al individuo en la construcción de sus nociones, conforme el contexto social e histórico en que se encuentran o con el cual interactúan. En esa zona también están comprendidas las ideas resultantes de una reflexión subjetiva y personal hecha a partir de la experiencia empírica relacionada con un fenómeno particular.

2. **Contextual.** Esta zona presenta las ideas que han sido obtenidas de la experiencia sensorial, principalmente de la relación con el entorno; ideas y en las que se considera importante el contexto, porque la interacción de éste con la teoría favorece el aprendizaje; involucra también frases con un sentido ético, pero sin un planteamiento científico formal. Son ideas prácticas que se mencionan sin precisar la relación que existe entre el fenómeno y la teoría.
3. **Empírica.** Se consideran en esta zona, las ideas que surgen a partir de experimentos o fenómenos y en general constituyen ideas científicas incipientes para la interpretación y análisis de los fenómenos. Está relacionada con la proximidad a los fenómenos hecha por medio de la investigación, siendo la experiencia traducida en términos de constructos de la ciencia, en la cual son enfatizadas condiciones físicas experimentales
4. **Racionalista.** Las ideas que se encuentran en esta zona, constituyen un “cuerpo de nociones y ya no apenas como un elemento primitivo de una experiencia inmediata” (Bachelard, 1978), o lo que es lo mismo, el plano teórico de comprensión. Ellas hacen énfasis en los fundamentos y teorías científicas para explicar los fenómenos (Ribeiro y Mortimer, 2003).

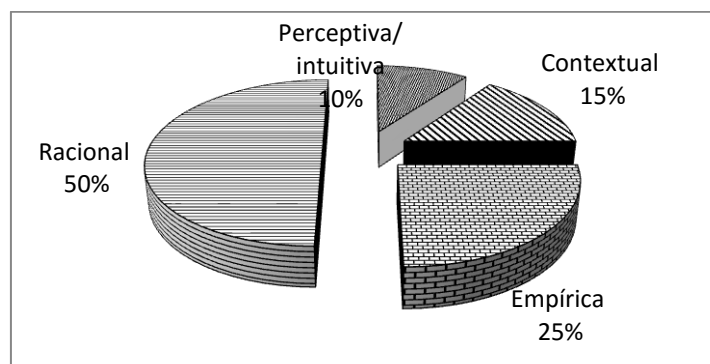
Como resultado de la aplicación de la matriz de contenidos y su comparación con las cuatro zonas seleccionadas del Modelo de Perfil Conceptual (MPC) de Mortimer (1995), se obtiene el comportamiento del Perfil conceptual de los profesores, lo cual se muestra en las figuras 1, 2, 3 y 4.

En la Didáctica de las ciencias, el CDC ha sido usado como un término para describir cómo los profesores noveles aprenden poco a poco a interpretar y transformar su contenido temático del área en unidades de significados comprensibles para un grupo diverso de estudiantes, transformándose con el tiempo en profesores experimentados (Van Driel, Verloop y de Vos, 1998).

El perfil conceptual se constituye en un instrumento de análisis del proceso de generación de nuevos significados, considerando las relaciones entre las formas de pensar y los modos de hablar. En este sentido, la comprensión de la realidad de forma más completa está relacionada con una perspectiva complementaria entre las zonas del perfil conceptual (Mortimer, Scott y El-Hani, 2009). La complementariedad entre las zonas proporciona una comprensión más incluyente para un único concepto, considerando diferentes significados y contextos que pueden estar implicados en su desarrollo histórico y en el proceso enseñanza-aprendizaje. Cada zona en el perfil conceptual corresponde a una determinada visión del mundo a la que el individuo accede con diferentes mediaciones.

La noción de perfil conceptual presupone, que un individuo puede tener diferentes visiones del mismo concepto, considerando que existen diferentes formas de ver y representar, al mismo tiempo, una realidad. Los diferentes puntos de vista, sobre la realidad, se asocian a contextos específicos donde resultan apropiados, y una única forma de pensar no se considera como intrínsecamente mejor que otra para todo o en cualquier contexto. Se pueden constituir nuevas ideas de forma independiente a las ya existentes, y éstas no son necesariamente un obstáculo para la construcción de las primeras. Cada uno de los puntos de vista sobre determinado concepto puede reflejar una dimensión epistemológica diferente.

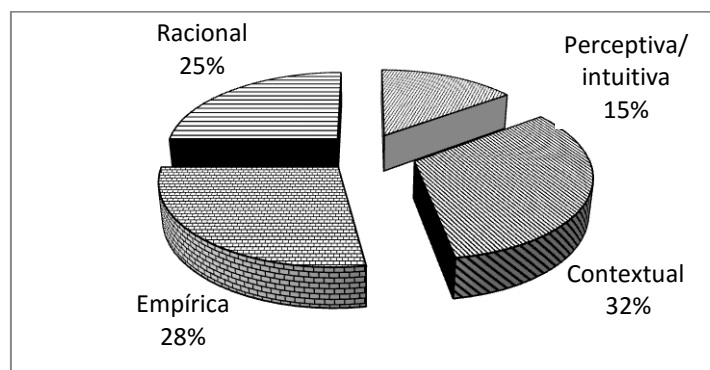
Figura 1. Perfil conceptual del profesor 1.



El perfil conceptual (PC) de este profesor presenta diferente tamaño en sus cuatro zonas, de las cuales no emplea ampliamente la zona perceptiva/intuitiva, a pesar de contar con años de experiencia como docente, que le permiten transmitir experiencias, vivencias relacionadas con la temática de escalado, y su importancia en el diseño de columnas cromatográficas.

La zona contextual no difiere sustancialmente de la perceptiva/intuitiva, por lo que su poder explicativo no resulta en consecuencia mucho mayor que la zona antecedente. La zona empírica se evidencia en la explicación del cálculo de la masa de la proteína de interés y de la masa total purificada en la columna, de acuerdo a la pureza del eluyente, apreciándose cómo se apoya en ejemplos que contribuyen a una mayor aproximación de los estudiantes al tema; en tanto la racional está sustentada con un plano teórico de comprensión que comprende ideas sobre los procesos de adsorción en la separación cromatográfica de biológicos, así como las propiedades físicas de las proteínas que hacen posible la separación. Profundiza, además, en aspectos relacionados con las reglas y criterios de escalado.

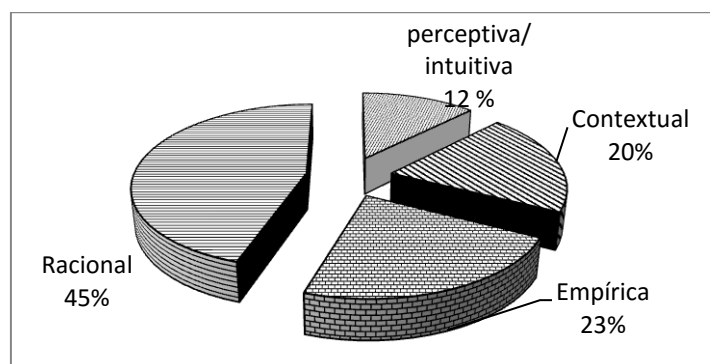
Figura 2. Perfil conceptual del profesor 2.



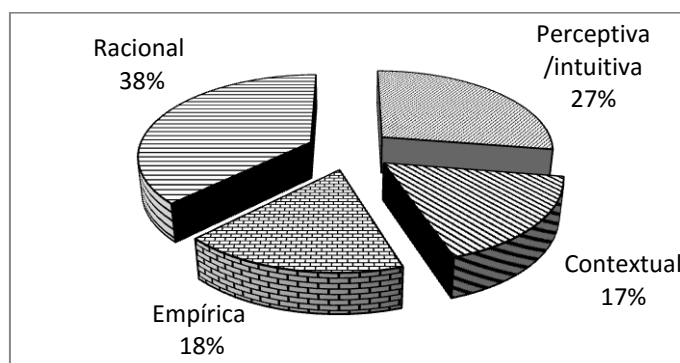
Se observan cuatro zonas de PC que no están equilibradas. La zona perceptiva intuitiva resulta reducida, y en consecuencia, es pobre la posible reflexión subjetiva y personal hecha a partir de la experiencia empírica relacionada con los fenómenos de índole cromatográfica que se estudian. Hay un evidente predominio de la zona contextual, muy rica en ejemplos en los que rememora

los principales conocimientos relacionados con el tema abordado en las clases prácticas anteriores. Su tránsito, por esta zona, se caracteriza por la descripción y aplicación de las fórmulas matemáticas para el análisis de los procesos y del escalado en particular, sin que ello se traduzca en el entendimiento de las relaciones conceptuales. De esta zona pasa a la empírica, en la cual utilizó las ideas científicas incipientes para la interpretación y análisis de los fenómenos de naturaleza adsorptiva y no adsorptiva, según el caso y posteriormente, pasó a la racional, que no exhibe grandes diferencias con la empírica, pero empleada para fundamentar, desde la ciencia, los aspectos esenciales de la clase.

Figura 3. Perfil conceptual del profesor 3.



Tampoco están equilibradas las cuatro zonas de su perfil conceptual, pero se aprecia su carácter creciente desde la zona perceptivo/intuitiva, pasando por la contextual, la empírica, y cerrando con el mayor porcentaje la zona racionalista. Se trata de un profesor que se caracteriza por el enfoque formal de la temática tratada con un abordaje profundo de los elementos teóricos que justifican el comportamiento de los parámetros a evaluar en el procedimiento de escalado, de modo que se aprecia el conocimiento científico asociado a la temática objeto de estudio.

Figura 4. Perfil conceptual del profesor 4.

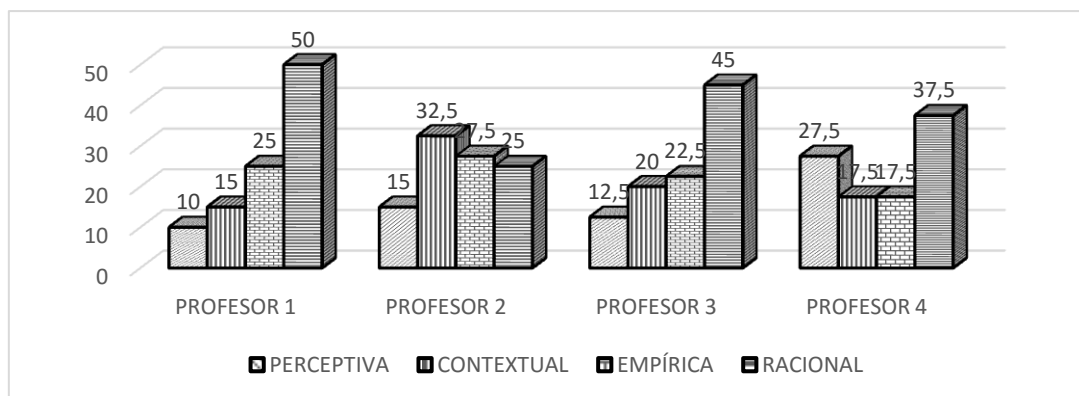
En el profesor 4 se aprecia una cierta homogeneidad en las zonas de PC, destacándose la zona perceptiva, relacionada con los niveles de percepción inmediata y sensible de los fenómenos, y corresponde a las ideas que justifican apenas la ocurrencia natural de los mismos, no siendo consideradas las condiciones en los procesos que ocurren. Desde esta perspectiva, puede considerarse al profesor como muy amigable, siendo la segunda zona predominante la racionalista; puede afirmarse que en su discurso este profesor transita con frecuencia de lo anecdótico y vivencial a la descripción científica.

En general, los hallazgos sugieren que los profesores con experiencia, comparados con los noveles, poseen un mejor repertorio adaptacional y de representación para la enseñanza de conceptos fundamentales en el Escalado de columnas cromatográficas. También parecen ser más conocedores de la complejidad de las demostraciones hechas en clase, aspecto que se evidenció en los cálculos de los diámetros de las columnas cromatográficas en las escalas superiores o en el enfoque para la razón mg proteína /mL de gel, constante en todas las escalas, pero cuyos valores deben ser calculados; así también como dicha complejidad puede interferir con el aprendizaje y cómo las demostraciones más simples pueden promover mejor el aprendizaje de conceptos.

La sabiduría adquirida va con la práctica. Se trata de la sabiduría que se obtiene de la práctica misma, que constituyen las máximas que guían la práctica de los profesores competentes (o

proporcionan la racionalización reflexiva para ella). Al decir de Shulman (2005), una de las tareas más importantes para la investigación educativa consiste en trabajar junto con los educadores para desarrollar representaciones codificadas de la sabiduría didáctica práctica de los profesores competentes.

Figura 5. Perfil conceptual sobre escalado de columnas cromatográficas.



De los resultados mostrados en la figura 5, se detectan ciertas diferencias a saber en el comportamiento de los perfiles conceptuales de los profesores. En cada concepto, el perfil epistemológico difiere de individuo a individuo. Está fuertemente influido por las experiencias que tiene cada persona, por sus diferentes raíces culturales. La altura de cada sector en el perfil, corresponde a la extensión en que esa “forma de ver” se presenta en el pensamiento del individuo.

Los profesores 1 y 3, que son los que presentan la mayor experiencia docente, muestran un perfil creciente, por demás muy similar en cuanto al paso por las zonas de PC.

El profesor 2 tiene un perfil de tipo “chi cuadrado”, condicionado por el predominio de la zona contextual, y menores porcentajes en las zonas empírica y racionalista.

El profesor 4 presenta un perfil en “U”, dado por mayores porcentajes en las zonas perceptivo-intuitiva y racionalista.

Es conveniente destacar, que en los cuatro perfiles obtenidos, la zona racionalista en 3 de los profesores de experiencia tuvo valores porcentuales similares, siendo para igual zona en el profesor 2 notablemente inferior, lo cual apunta sobre la necesidad de establecer una estrategia de trabajo metodológico, encaminada a perfeccionar los elementos didácticos del contenido en este docente.

No debe desestimarse la zona perceptivo / intuitiva, dentro del desempeño docente, en tanto la percepción inmediata y la intuición orientan al individuo en la construcción de sus nociones, conforme el contexto social e histórico en que se encuentran o con el cual interactúan.

Es importante considerar, que no puede designarse como el mejor a ninguno de los perfiles conceptuales obtenidos, porque ellos representan un diferente estilo de enseñanza. Este criterio es coincidente con el planteado por Velázquez y Garritz (2008).

CONCLUSIONES.

La naturaleza de las clases de cada profesor estudiado en la presente investigación es diferente, lo que no significa que alguna de ellas sea mejor que las otras. Se resalta la diversidad de enfoques utilizados por los docentes, las actitudes asumidas en la enseñanza y sus niveles de conocimientos en la temática que imparten, de modo que no se da un juicio de valor a uno u otro perfil conceptual.

El CDC es un proceso difícil de poder documentar, reconocer y retratar, porque es un conocimiento tácito, una construcción interna del docente. Ello conduce a lograr su análisis a través de los perfiles conceptuales de Mortimer, lo cual es una herramienta novedosa para seleccionar los enfoques empleados por los profesores individuales, lo que permite categorizar la clase del profesor dentro de alguna visión epistemológica.

Los principales aspectos que caracterizan la noción de Perfil de contenido son la pluralidad filosófica relativa a un concepto, la posibilidad de complementariedad entre los diversos puntos de vista sobre un concepto, y la heterogeneidad de ideas relativas a un mismo concepto que pueden coexistir en un mismo individuo. Cada individuo tiene un PC propio, que se diferencia de los perfiles de otros sujetos por el peso dado a cada zona, y no por las zonas propiamente dichas. Las diferencias entre perfiles resultan de la diversidad y de la experiencia social de los individuos, en la medida en que estas pueden ofrecer más o menos oportunidades para emplear distintos modos de pensar en los contextos en que son pragmáticamente poderosas.

Resulta valioso tener en cuenta el conocimiento básico de los profesores de mayor experiencia, por ser aquellos que podrían aportar los elementos necesarios para el perfeccionamiento del desempeño de los profesores noveles en cuanto al enriquecimiento de sus estrategias didácticas, analogías, metáforas, ejemplos, demostraciones, explicaciones, simulaciones, etc.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.

1. Bachelard, G. A. (1978). *Filosofia do Não*. Coleção Os Pensadores. Editora Abril Cultural: São Paulo.
2. Collado, S. y Díaz, M. (2014). "Procesos físicos en biotecnología: enseñanza y diseño". <http://dx.doi.org/10.3989/> Consultado: 07-11-2015.
3. Loughran, J. J., Mulhall, P. and Berry, A. (2004). In Search of PCK in Science: Developing Ways of Articulating and Documenting Professional Practice. *JRST*, 41(4), 370-391.
4. Magnusson, S., Krajcik, J. and Borko, H. (1999). Nature, sources, and development of the pedagogical content knowledge for science teaching. En: J. Gess-Newsome, and N. G. Lederman. *Examining pedagogical content knowledge*. Dordrecht, the Netherlands: Kluwer.

5. Mortimer, E. F. (1995). Conceptual Change or Conceptual Profile Change? *Science & Education*, 4, 267-285.
6. Mortimer, E. F.; Scott, P. y El-Hani, Ch. (2009). Bases epistemológicas da abordagem dos perfis conceituais. En: VII Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências (ENPEC).
7. Naciones Unidas (1992). Convenio sobre la Biodiversidad Biológica. Río de Janeiro –Brasil: Naciones unidas. Consultado: 1ro de enero 2015. Disponible en:
<http://www.cbd.int/convention>
8. Ribeiro, E., Mortimer, E.F (2003). Un perfil conceptual para entropía y espontaneidad: una caracterización de las formas de pensar y hablar en el aula de Química. *Educación Química* 15 [3]
9. Roa, R. (2012). Configuración del conocimiento didáctico profesional del profesor de ciencias para la enseñanza de la Biotecnología en Colombia. Propuesta de investigación. *Revista EDUCyT*. Diciembre, 107-125.
10. Shulman, L. S. (1986). Those Who Understand: Knowledge Growth in Teaching Educational Researcher, 15(2), 4–14.
11. Shulman. S. L. (2005). Conocimiento y enseñanza: fundamentos de la nueva reforma. Profesorado. *Revista de currículum y formación del profesorado*, Stanford Univ.
12. Smith, J: E. (2004). *Biotechnology. Studies in Biology*. Cambridge Univ. Press.
13. Talanquer, V. (2004). Formación docente: ¿Qué conocimiento distingue a los buenos maestros de química?, *Educación Química* 15(1), 52-58.
14. Van Driel, J. H., Verloop, N., de Vos, W. (1998). Developing Science Teachers' Pedagogical Content Knowledge, *J. Res. Sci. Teach.*, 35(6), 673-695.

15. Velázquez, P; Garritz, A. (2008). Conocimiento Didáctico del Contenido: el caso de la Biotecnología. Seminari de Formació per a l'Ensenyament de les Ciències Barcelona, Caixa Forum.

DATOS DE LOS AUTORES.

1. **Leticia Centelles Badell.** Ingeniera Química por el Instituto Superior Politécnico “José Antonio Echevarría” y Doctora en Ciencias Pedagógicas por la Universidad de Ciencias Pedagógicas “Enrique José Varona”. Máster en Salud Ambiental por el Instituto Nacional de Higiene, Epidemiología y Microbiología. Profesora de la Facultad de Ingeniería Química del Instituto Superior Politécnico “José Antonio Echevarría”. Profesora Auxiliar. Correo electrónico: leticia.centelles@gmail.com
2. **Jorge Antonio Díaz Lozada.** Licenciado en Ciencias de la Computación y Doctor en Ciencias Pedagógicas por la Universidad de Ciencias Pedagógicas “Enrique José Varona”. Labora en el Instituto Superior Politécnico “José Antonio Echevarría. Profesor Auxiliar. Correo electrónico: jorge@quimica.cujae.edu.cu

RECIBIDO: 16 de mayo del 2016.

APROBADO: 28 de junio del 2016.