

# Planificación de Estrategias didácticas para el desarrollo de Habilidades de proceso científico y de competencias transversales de ingeniería en la Carrera de Ingeniería en Alimentos

Zenaida M. Campbell\*

## Resumen

Las habilidades de proceso científico sientan las bases para el desarrollo de competencias específicas en ingenieros, por lo deben considerarse desde su diseño curricular. Este trabajo investigativo pretende analizar de forma crítica la potencialidad de programas analíticos, del área curricular de ciencias básicas y de ciencias de la ingeniería para desarrollar habilidades de proceso científico y competencias transversales de ingeniería. Para ello utiliza una muestra de asignaturas del Programa de Ingeniería en Alimentos de la Universidad Tecnológica de Panamá como unidad de análisis y cuyos resultados revelan su potencialidad, pero también la necesidad de una selección más meditada, por parte del docente, de estrategias didácticas para desarrollar competencias científicas y tecnológicas.

*Palabras clave: habilidades de proceso científico, competencias transversales de ingeniería, estrategias didácticas.*

## Resumo

**Planejar estratégias de ensino para o desenvolvimento de habilidades de processo ciência e competências transferíveis de engenharia na Escola de Engenharia de Alimentos** – As habilidades do processo científico constituem as bases para o desenvolvimento de competências específicas em engenheiros, razão pela qual devem ser consideradas já no projeto curricular. Este trabalho pretende analisar criticamente a potencialidade de programas analíticos da área curricular das ciências básicas e das ciências da engenharia para desenvolver habilidades de processo científico e competências transversais da engenharia. Para isso utiliza uma amostragem de disciplinas do Programa de Engenharia de Alimentos da Universidade Tecnológica do Panamá como unidade de análise, cujos resultados revelam sua potencialidade, mas também a necessidade de uma seleção mais criteriosa, por parte do docente, de estratégias didáticas para desenvolver competências científicas e tecnológicas.

*Palavras-chave: habilidades do processo científico, competências transversais de engenharia, estratégias didáticas.*

## Abstract

**Planning Teaching Strategies for the development of science process skills and transferable skills of engineering at the School of Food Engineering** - Learning scientific skills, lays the necessary foundations for the development of labor competencies in engineers, so should be considered from its curricular design. This research aims to analyze critically the potentiality of analytical programs, regarding basic sciences and engineering sciences subjects, to develop scientific learning skills and basic engineering skills. For this purpose, it uses a sample of courses of the Food Process Engineer Program from the Universidad Tecnológica de Panama and the results reveal its potentiality, but also suggest the need for a more thoughtful selection, by teachers of didactic strategies to develop scientific and technological competencies

*Keywords: scientific learning skills, basic engineering competencies, didactic strategies.*

---

\*Universidad Tecnológica de Panamá Facultad de Ciencias y Tecnología

## Introducción

La expectativa en aumento de que las universidades aporten a la sociedad individuos con las competencias que demanda el contexto bio-psico-social, socio-político y socio-económico, nos lleva necesariamente a la discusión de cómo hacerlo, de las metodologías, de la estrategia para desarrollar las competencias, tal como se lo han planteado diversos autores, entre ellos, Mayorga y Madrid (2010) de la Universidad de Málaga, a propósito de las necesidades y demandas de incorporación al EEES:

Analizar los modelos didácticos y las estrategias de enseñanza del profesorado universitario puede proporcionar un importante caudal de información que permita describir, comprender e interpretar los procesos de enseñanza aprendizaje y así, llegar a conclusiones acerca de en qué medida el aprendizaje de los alumnos/as universitarios constituye un aprendizaje relevante (MAYORGA; MADRID, 2010, p.92).

Precisamente, un aspecto focal de esta investigación, es el de establecer si los programas de formación en ciencias básicas y en ciencias de la ingeniería, están diseñados y pensados para desarrollar competencias, sobre todo, competencias científicas y si la estrategia didáctica que contribuye a su desarrollo.

## Habilidades de proceso científico

### ¿Qué son las habilidades de proceso científico?

En el contexto educativo, las habilidades de proceso científico, se refieren a la capacidad en los estudiantes, de pensar de forma crítica, de contrastar conceptos, fenómenos y contextos, con base en evidencias y que en fases más avanzadas, propician la capacidad de transformar preguntas y supuestos de investigación en conocimiento científico, todo ello a partir de una sólida base de saberes factuales.

Es la capacidad del aprendiz de cuestionar sus ideas y de buscar respuestas a sus preguntas, intentando interpretar los fenómenos naturales y físicos; de contrastar las evidencias obtenidas con sus concepciones previas.

Desde la educación básica general, hasta el bachillerato, la formación en ciencias puede desarrollar lo que llamaremos, habilidades de proceso científico de primer nivel, lo que incluye la capacidad de observar, de caracterizar lo observado y hacer registros; de categorizar y comparar; de hacer desde inferencias hasta elaborar supuestos muy básicos; de realizar experiencias estructuradas o abiertas e intentar explicar sus resultados, preparar informes y de discutir ideas y aceptar críticas. En estas primeras etapas de formación, las estrategias didácticas deben propiciar el aprender por descubrimiento y la investigación dirigida (MOYA et al., 2011). Mientras que para Bruner (1998), el descubrimiento guiado, ofrece al aprendiz la oportunidad de construir su propio aprendizaje a través de un proceso

cognitivo y vivencial en el que no puede ser reemplazado, también ha sido criticado por Ausubel et al. (1989), quienes señalaron que se pretende emular el proceso de pensamiento de niños y jóvenes, con el de científicos, cuando el segundo, maneja una serie de procesos cognitivos para los cuáles los más jóvenes aún no están preparados. La principal limitación del primero, estriba en su enfoque en una aplicación rigurosa de metodologías científicas, sobre todo desde una perspectiva positivista, pero que resulta más adaptable a los procesos cognitivos naturales de las mentes jóvenes, desde un proceso de construcción social de resolución de problemas cotidianos y de aprendizaje, como se propone desde la concepción epistemológica de este segundo modelo. Si bien, en cada caso, hay debilidades por fortalecer, tenemos suficiente evidencia de que la enseñanza magistral y los modelos expositivos, por sí mismos, poco contribuyen a desarrollar habilidades de proceso de primer nivel y al cambio conceptual, más allá del conocimiento declarativo y el manejo procedural superficial, caracterizado por definiciones, más que conceptualizaciones. De hecho, en investigaciones recientemente publicadas por la National Academy of Engineering y la National Research Council de EU (2014), se presenta evidencia sólida de la necesidad de integrar las asignaturas de ciencias, tecnología, ingeniería y matemáticas, en función de los nuevos estándares, que conectan la ciencia y la ingeniería, para elevar la calidad de los aprendizajes en el saber conocer y el saber hacer y las competencias preparatorias para la formación universitaria.

Con relación a la educación universitaria, la Conferencia Mundial sobre Educación Superior, entre sus conclusiones finales, declara lo siguiente:

Ante la complejidad de los desafíos mundiales, presentes y futuros, la educación superior tiene la responsabilidad social de hacer avanzar nuestra comprensión de problemas polifacéticos con dimensiones sociales, económicas, científicas y culturales, así como nuestra capacidad de hacerles frente. La educación superior debería asumir el liderazgo social en materia de creación de conocimientos de alcance mundial para abordar retos mundiales, entre los que figuran, la seguridad alimentaria, el cambio climático, la gestión del agua, el diálogo intercultural, las energías renovables y la salud pública (CONFERENCIA MUNDIAL SOBRE EDUCACIÓN SUPERIOR, 2009, p. 2).

Estos retos, que a los que el citado documento refiere como responsabilidad social de la educación superior, son tareas complejas que desafían al docente universitario, sobre todo de carreras de formación científica-tecnológica, al desarrollo de habilidades de proceso científico a las que denominaremos como de segundo nivel y que nace del cuestionamiento, de inquietudes propias del sujeto que aprende (cuestionar su realidad, su entorno, los fenómenos), lo cual lo impulsa a buscar respuestas a los fenómenos y a los problemas del entorno, de identificar variables, formu-

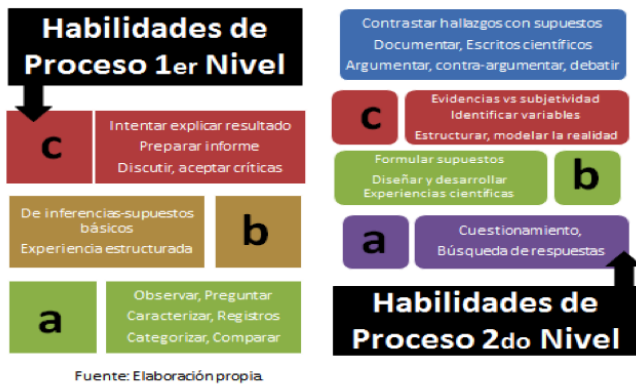


Figura 1: Habilidades de Proceso Científico de Primer y Segundo Nivel

lar supuestos que contrasten variables, de diseñar e implementar experiencias para aproximarse a las respuestas, de discriminar evidencias de las interpretaciones subjetivas, de analizar las respuestas y contrastarlas con sus predicciones y con sus ideas previas y de documentar sus procesos y resultados y elaborar escritos científicos con la debida argumentación y que admitan cuestionamiento. Inclusive, a partir de los resultados obtenidos, tomar decisiones y por qué no, también hacerse nuevas preguntas que estimulen el inicio de un nuevo proceso o la continuidad de lo anterior con nuevos alcances y/o nuevos enfoques. La Figura 1, intenta sintetizar nuestro mapeo cognitivo.

Obsérvese que aun cuando se plantean para momentos del proceso educativo distintos, podría posponerse el primer nivel a la educación universitaria o introducirse el segundo nivel en la formación básica o media escolar. La diferencia está en el tipo de conocimiento, la estrategia didáctica y la dinámica y madurez cognitiva de los aprendices.

### Por qué son importantes estas habilidades?

En nuestros países latinoamericanos, ha sido mayor el beneficio recibido de investigaciones y patentes desarrolladas en otras latitudes, respecto de lo que hemos generado (Informe UNESCO 2010), por lo cual, todo esfuerzo por impulsar la investigación y la generación de conocimiento es necesaria. Ahora bien, entendemos también que la investigación, no está hecha para todos, sobre todo en una economía de servicios como la panameña, sin embargo dados los grandes y profundos retos de nuestra región (MARTÍ et al., 2009) y de nuestro país (RIVAS, 2012), necesitamos incrementar los esfuerzos ya existentes, para buscar y dar respuestas a necesidades que son propias de nuestros contextos y que por ello las comprendemos mejor. Y ciertamente los entornos académicos siempre serán un excelente punto de inicio y la más inteligente de las inversiones para cualquier país.

Pero las competencias científicas referidas, son particularmente importantes porque prepararan al individuo para participar con reflexión sesuda en el proceso democrático

y en el ejercicio de su ciudadanía; puede analizar de forma crítica las realidades de su entorno y tomar decisiones mejor sustentadas y puede realizar aportes valiosos como agente autónomo y de forma colaborativa, en los sectores productivos.

De manera particular para las carreras científico-tecnológicas, estas habilidades de proceso científico desarrolladas en las matemáticas, las ciencias básicas y en las ciencias de ingeniería, sientan las bases para otras competencias profesionales necesarias en el diseño de ingeniería, bloque de materias culmen de la formación de Ingenieros.

Si bien cada carrera de ingeniería se enfoca en capacidades diferenciadas, hay un conjunto de competencias profesionales que son comunes y necesarias para su desempeño profesional y deben de construirse desde la formación universitaria. La Figura 1 presenta algunas de las que consideramos más importantes.

Como bien puede observarse, cada una de estas competencias utiliza como fundamento habilidades de proceso científico, sobre todo, de segundo nivel.

## Hacia una conceptualización de la estrategia didáctica

### ¿A qué nos referimos cuando hablamos de estrategia didáctica?

Veamos lo que señalan algunos autores:

- Las estrategias didácticas son concepciones que implican compromisos y acciones que subordinadas a un plan principal, propenden a la consecución de los objetivos didácticos propuestos (RODRÍGUEZ, 2004).
- La estrategia didáctica es la planificación del proceso de enseñanza para la cual el docente elige las técnicas y actividades que puede utilizar a fin de alcanzar los objetivos propuestos y las decisiones que debe tomar de manera consciente y reflexiva (VELSACO; MOSQUERA, 2008).
- Desde el campo de la pedagogía, se refiere a tareas y actividades que pone en marcha el docente de forma sistemática para lograr unos determinados objetivos de aprendizaje en los estudiantes (TOBÓN, 2010).
- Las estrategias didácticas contemplan las estrategias de aprendizaje y las estrategias de enseñanza. Por esto, es importante definir cada una. Las estrategias de aprendizaje consisten en un procedimiento o conjunto de pasos o habilidades que un estudiante adquiere y emplea de forma intencional como instrumento flexible para aprender significativamente y solucionar problemas y demandas académicas. Por su parte, las estrategias de enseñanza son todas aquellas ayudas planteadas por el docente que

Cuadro 1: Competencias transversales en ingenieros

<p>Capacidad de Análisis y Síntesis: Capacidad de descomponer conceptos e información en sus partes y de expresar escepticismo frente a la falta de evidencias que respalden una afirmación propia o ajena y plantear alternativas coherentes y argumentadas que denoten la búsqueda de evidencias y recomponer o reintegrar sus partes con nuevos elementos que le añaden valor cognitivo y/o procedimental. La síntesis tiene como base el análisis y facilita la construcción de nuevos conocimientos. Requiere tener capacidad de: Observar, Preguntar, Caracterizar, Registros, Categorizar, Comparar</p>	<p>Capacidad de Sistematización: Es la capacidad de ordenar, estructurar información y/o procesos; es una herramienta básica de gestión del trabajo y de gestión de proyectos. Requiere tener capacidad de:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Enfoque, concentración</li> <li>• Caracterizar, Registros</li> <li>• Categorizar, Comparar</li> <li>• Documentar, Estructurar, Estratificar</li> </ul>
<p>Pensamiento Convergente: Es la capacidad de enfocarse en un conjunto de posibilidades y desechar otras. Requiere tener capacidad de:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Discriminar entre Evidencias vs subjetividad Identificar variables</li> <li>• Estructurar, modelar la realidad</li> </ul>	<p>Pensamiento Divergente : Es la capacidad de identificar diversas respuestas alternativas a una pregunta y de proponer otras soluciones Requiere tener capacidad de:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Discriminar entre Evidencias vs subjetividad Identificar variables</li> <li>• Contrastar hallazgos con supuestos</li> </ul>
<p>Resolución de Problemas: Es la capacidad de detectar problemas típicos del contexto disciplinario/profesional y de plantear e implementar soluciones efectivas y eficientes, aplicando conocimientos en la práctica. Requiere tener capacidad de:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Discriminar entre Evidencias vs subjetividad Identificar variables</li> <li>• Argumentar, contra-argumentar, debatir</li> <li>• Estructurar, modelar la realidad</li> </ul>	<p>Pensamiento Divergente : Es la capacidad de identificar diversas respuestas alternativas a una pregunta y de proponer otras soluciones Requiere tener capacidad de:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Discriminar entre Evidencias vs subjetividad Identificar variables</li> <li>• Contrastar hallazgos con supuestos</li> </ul> <p>Serendipia: Es la capacidad de identificar otros hallazgos distintos al previsto en el proceso de búsqueda y aprovechar ese hallazgo, sin desestimar la búsqueda inicial. Requiere tener capacidad de:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Enfoque, concentración</li> <li>• Discriminar entre Evidencias vs subjetividad Identificar variables</li> <li>• Estructurar, modelar la realidad</li> </ul>
<p>Diseño de especificaciones: Es la capacidad de determinar los factores de orden técnico que requiere un producto para cumplir con los requerimientos para los cuáles será o ha sido diseñado. Requiere tener capacidad de:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Discriminar entre Evidencias vs subjetividad Identificar variables</li> <li>• Estructurar, modelar la realidad</li> <li>• Diseñar y desarrollar Experiencias científicas</li> </ul>	<p>Competencias sistémicas: Son un conjunto de habilidades y actitudes necesarias para el desempeño profesional transversal e incluye el liderazgo, gestión de proyectos, creatividad, el compromiso con la calidad, el impulso al logro y la adaptabilidad. Requiere tener capacidad de:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Cuestionamiento, Búsqueda de respuestas</li> <li>• Discutir, aceptar críticas</li> <li>• Argumentar, debatir</li> </ul>

se proporcionan al estudiante para facilitar un procesamiento más profundo de la información (DÍAZ; HERNÁNDEZ, 1999).

Para algunos autores, se trata de un conjunto de actividades; de la metodología utilizada por el docente, sin embargo, desde nuestro entendimiento, cuando hablamos de una estrategia didáctica, nos referimos a un proceso más complejo; de mayor alcance y que contempla los tres elementos descritos, pero que no se circunscribe a ellos. Analicémoslo más detenidamente.

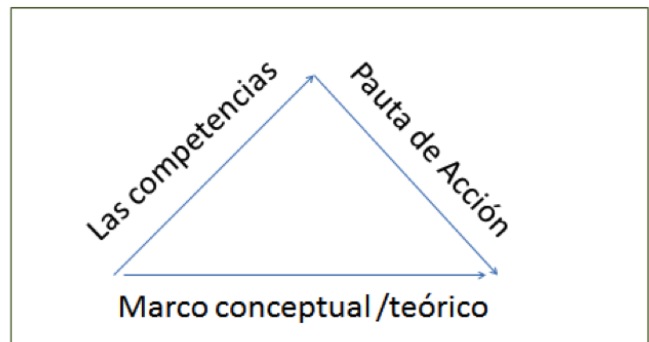
La Real Academia de la Lengua Española, define estrategia como “Arte, traza para dirigir un asunto. En un proceso regulable, conjunto de las reglas que aseguran una decisión óptima en cada momento”. De aquí rescatemos que la estrategia implica dirección, establecimiento de norte, pero que también es un proceso con pasos.

La connotación moderna del concepto estrategia, si bien tiene sus orígenes en la milicia, desde el Management presenta valiosos aportes. Marcelo Briola (2009) de la Universidad de Buenos Aires, evocando las ideas de Henry Mintzberg (1999), Peter Drucker (1964) y Michael Porter (2006), todos grandes exponentes de la estrategia organizacional, presenta la estrategia como un plan, como un curso de acción conscientemente determinado, complementado con la concepción de la estrategia como un patrón que abarca el comportamiento que se necesita producir. La estrategia como una pauta de acción: la estrategia puede formarse, como puede ser formulada, lo que significa que se genera de forma deliberada mediante un proceso de formulación con la consiguiente implantación o puede surgir en respuesta a una situación del contexto. También se añade la estrategia como una perspectiva. Peter Drucker establece que toda organización define su estrategia de acuerdo a la teoría de negocios marco: la estrategia convierte esta teoría marco en desempeño. Su finalidad es posibilitar que una organización alcance sus resultados.

Desde la analogía que presentamos con la perspectiva de negocios, observemos algunos elementos vitales de la estrategia: la estrategia es por lo general planificada, implica anticipar los resultados esperados con base en una valoración de lo que se tiene y las oportunidades que pueden ser aprovechadas; esto lleva al establecimiento de una pauta de acción que además debe ser implementada en función del comportamiento que se necesita producir: si esta pauta de acción no genera el comportamiento deseado, seguramente habrá fracasado. Y finalmente este proceso de implementación de la estrategia, responde a una teoría marco, a una forma de entender, para los fines educativos, tanto cómo se aprende, cómo se comprende y vivencia la disciplina y cómo se interpreta la realidad del contexto. Estos elementos no están aislados de la estrategia.

Es por ello, que para los fines de esta investigación, la estrategia didáctica la conceptualizamos como la facilitación o desarrollo sistemático de experiencias de aprendizaje en la que se combinan técnicas de aprendizaje sobre plataformas metodológicas conducentes a construir competencias integrales en adultos que aprenden, según los requerimientos del contexto social y laboral y que a su vez

## Elementos necesarios para implementar estrategias didácticas sólidas



Fuente: Elaboración propia

Figura 2: Habilidades de Proceso Científico de Primer y Segundo Nivel

responden a un plan instruccional/analítico basado en un perfil de competencias.

La estrategia didáctica que conceptualizamos (Figura 2) conforman tres factores.

a) la competencia(s) que se constituye en el conjunto de conocimientos y habilidades finales hacia las cuáles se enfoca el plan;

b) la planificación de la estrategia didáctica a implementar (pauta de acción) con las secuencias del qué, cómo y con qué a partir de la competencia y

c) el marco conceptual y/o teórico de referencia y que da sentido y dirección a la estrategia, según el área de conocimiento y tipo de competencia a desarrollar, sobre todo si se trata de cogniciones complejas, propias de estas áreas de formación. Aun cuando esta última no es objeto de esta investigación, debemos destacar que es precisamente lo que da sentido a todo el proceso y guía la experiencia de aprendizaje en el desarrollo, tanto de las habilidades de proceso, como de las competencias.

Al respecto, Gómez et al., hacen un planteamiento crítico que nos parece oportuno citar:

En efecto, los dispositivos de ayuda a la orientación cognitiva son generalmente concebidos e implementados sin atención particular a la singularidad de los problemas asociados a las materias específicas: no se ha abierto la “caja negra” del funcionamiento cognitivo del estudiante frente a tal o cual saber particular. . . . Diversos autores hablan de esta manera: de “métodos de trabajo” o de “estrategias de aprendizaje”, como si ellas pudieran ser definidas independientemente de los contenidos estudiados. La manera, la configuración o la forma didáctica de estas ayudas no ha sido elaborada sobre la base de una delimitación precisa de las dificultades que experimentan con relación al saber mismo. Por otra parte, desde la perspec-

tiva de los profesores y de las instituciones, los estudios muestran las dificultades asociadas a la confrontación con un público heterogéneo y numeroso, a las selecciones pedagógicas, a la falta de recursos materiales y humanos, a los ritmos impuestos, a las metodologías pedagógicas, etc (GÓMEZ et al., 2011, p. 12 ).

El aprendizaje de habilidades de proceso aplicables a las ciencias básicas y a las ciencias de la ingeniería, requieren, más allá del dominio conceptual y la capacidad de explicar, la capacidad de diseñar situaciones, anticipar dificultades, propiciar choques cognitivos y orientar la búsqueda de respuestas que lleven a la conformación de una red conceptual coherente y la construcción de competencias científicas que se traduzcan en competencias ingenieriles. Es un proceso de aprendizaje complejo, para el cual la enseñanza tradicional puede resultar limitada y retardar el tiempo de transferencia a campo de competencias laborales, una vez finalizada la carrera de Ingeniería.

## Estrategias didáctica sugerida para la formación de Ingenieros

Es común encontrarnos con la creencia entre docentes, de que la actividad y el laboratorio, reflejan el sentido real del aprendizaje activo, participativo, dinámico y centrado en el estudiante. Estas concepciones, que en nuestra opinión son erróneas, están difundidas a lo largo del sistema educativo, tanto en la formación escolar como en la universitaria. Al respecto, compartimos la visión siguiente:

Es totalmente posible realizar experimentos y experiencias de laboratorio de forma mecánica, repitiendo receta; y si bien en una clase práctica los estudiantes pueden familiarizarse con aparatos y procedimientos, esto no garantiza la comprensión conceptual. La genuina actividad mental consiste en hacerse preguntas, indagar, compartir las ideas propias, ser capaz de defenderlas y cuestionar las de otros. Si hablamos del rol activo del estudiante, nos referimos a la actividad cognitiva y no al mero hacer (GELLON et al., 2005, p. 20).

Se hace necesario un ejercicio docente de pensar y construir cuidadosamente la experiencia de aprendizaje, en función de las competencias a desarrollar (conceptuales, procedimentales y actitudinales), más que desde la mirada única de los contenidos a abordar.

La didáctica en la enseñanza de ciencias y de ingeniería, no debe plantearse desde una forma única, toda vez que interactúan una diversidad de variables, en el proceso de aprendizaje: la disciplina y la materia de referencia, el dominio conceptual y didáctico del docente, la extensión y profundidad de los contenidos, el tiempo del que se dispone, la carga horaria de la asignatura, la madurez cognitiva del grupo que aprende, el contexto en el que se desarrolla el proceso y las competencias que se pretendan desarrollar,

por mencionar algunas de las que mayormente influyen en la selección.

Entre las estrategias didácticas, de aproximación cognitivista-constructivista, que contribuyen el desarrollo de habilidades de proceso científico y competencias transversales para ingenieros, tenemos:

- Mapas Conceptuales: propuesto por Novak en 1972, con base en la psicología cognitiva de Ausubel, que plantea el aprendizaje, como resultado de la asimilación de nuevos conceptos y proposiciones en una estructura conceptual de conocimiento relevante, ya existente en el sujeto y que puede por tanto ser representada de manera gráfica, con conceptos en cajas, unidas por líneas y frases de enlace, organizados de forma jerárquica-descendente y que trata de responder a una pregunta de enfoque o una situación que el aprendiz intenta comprender (NOVAK; CAÑAS, 2007).

Los mapas conceptuales permiten al docente mediar la organización y comprensión conceptual; también funcionan como herramienta de evaluación que permite validar saberes y también concepciones erróneas en los estudiantes. Finalmente, a través de la manipulación conceptual, abre el camino al mapeo cognitivo y a la conformación de redes conceptuales.

- Indagación como estrategia pedagógica: es un proceso de aprendizaje en el que se promueve, la exploración de los fenómenos naturales y físicos, desde la concepción y metodología cercana a las ciencias, de manera que los estudiantes a través de experiencias pre-diseñadas, reconozcan sus concepciones previas, se haga preguntas relacionadas con esas concepciones, haga predicciones y busque respuestas que pruebe su hipótesis o respuestas que intenten explicar su falta de respuesta. Este proceso contempla el registro de las dudas, preguntas, predicciones, hallazgos, discusiones cruzadas, reflexiones y metacogniciones, que deben llevar en su conjunto a una nueva y más completa y fundamentada comprensión de los fenómenos que lo rodean. Su aplicación exitosa, depende del uso equilibrado de conceptos y procesos científicos. Combinan entonces el conocimiento científico con la capacidad de razonar y de pensar, integrando al menos siete habilidades de proceso científico que pueden estar presentes todas o algunas, dependiendo del tema y del nivel de estructuración de la actividad: observación, cuestionamiento, formulación de hipótesis, predicción, la experiencia o experimentación y la comunicación (HARLEN; JELLY, 1989/1997). Es un proceso de contestar a las preguntas, que requiere tiempo para conducir las experiencias que les permitan reflexionar, dar respuesta a las preguntas que tengan o a las preguntas que fueron estimuladas y posteriormente tiempo para discutir y sustentar sus hallazgos y contrastarlos con sus concepciones previas y con el saber factual.

Aunque la investigación se ha desarrollado mayormente en niños de edad escolar, las experiencias en entornos superiores (McLEAN, 2012), confirman que se constituye en una forma de exploración directa del mundo y de los fenómenos, con preguntas que estimulan el pensamiento independiente y la creatividad.

- Investigación dirigida:

Implica ubicar al estudiante en una actividad y contexto similar al de un investigador, pero bajo la guía y tutela docente. Incluye aspectos que favorezcan la adquisición de dichos conocimientos, como son la presencia de situaciones problemáticas abiertas, análisis de tipo cualitativo y cuantitativo, elaboración de experiencias y/o estrategias, discusión e interpretación de los resultados según los objetivos e hipótesis inicialmente planteados (PORLAN, 2000). El rol del docente se enfoca, tanto en la selección del trabajo de investigación (incluso en el diseño de la situación de investigación en etapas más tempranas de formación) y sobre todo en el acompañamiento y realimentación individual y colectiva, a lo largo del proceso.

- **Aprendizaje por conflicto cognitivo:** Es un aprendizaje que utiliza con métodos analógicos. Es un enfoque que se basa en concepciones alternativas, en las que se propicia la duda de sus propias concepciones, el debate, la discusión y argumentación; la búsqueda de evidencias que den soporte a las concepciones alternativas y que propicien la opción final por el saber factual.

El objetivo final es el de propiciar la sustitución progresiva del conocimiento intuitivo y de las concepciones erróneas, por concepciones sólidas y conocimiento científico.

- **Aprendizaje por solución de problemas:** en este modelo de trabajo, el conocimiento se construye a partir de problemas reales, en los que el estudiante se responsabiliza de la resolución y por tanto de su propio aprendizaje. Permite la aplicación de los conocimientos en la práctica, lo que significa que requiere una base conceptual previa que sienta las bases del proceso. El proceso de búsqueda de soluciones, también expone necesariamente al aprendiz a otras realidades del contexto, lo que propicia situaciones que lo lleven a aplicar pensamiento convergente, divergente y serendipia, por lo que es con frecuencia utilizado con estudiantes de ingeniería (FERNÁNDEZ; DUARTE, 2013)

En la práctica, se discuten objetivos y conforman pequeños grupos de trabajo colaborativo. El docente asigna el caso-problema (o permite al grupo elegirlo). El grupo discute e identifica el problema, plantean las posibles soluciones y luego de un periodo de trabajo autónomo de sus integrantes, se re-encuentran para analizar las ventajas y riesgos de cada opción propuesta (GONZÁLEZ et al., 2010, MORALES; LANDA, 2004). Esto es luego discutido por el grupo con el docente, quien los cuestiona y solicita argumentación de las alternativas (individual y grupal). Los estudiantes deben llevar registros personales y tanto sus registros, sus resultados y el análisis del proceso, son objeto de evaluación y realimentación, tanto de los integrantes del grupo (auto-evaluación), como de otros grupos (co-evaluación) y del docente naturalmente.

- **Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP):** consiste en el desarrollo de actividades de mediano y/o largo plazo, en el que los estudiantes organizados en pequeños grupos, planifican, implementan y evalúan un proyecto que responde a una consigna preparada previamente por el docente (EDWARDS, 2000). Los estudiantes deben distribuirse roles y

deben tener manejo conceptual del diseño y gestión de proyectos. Incluye pausas periódicas para discutir avances y dificultades y para evaluarse de forma cruzada (intra-grupo y entre grupos).

Resulta óptimo para promover el trabajo interdisciplinario, con proyectos entre estudiantes de distintas carreras que deban complementarse en el campo laboral. Este modelo facilita la aplicación de conocimientos, la exploración de conocimientos nuevos, el uso crítico de la información, el pensamiento sistémico, la metacognición y el desarrollo de habilidades de gestión técnica e interpersonal. Aplica también para entornos virtuales.

- **V Epistemológica de Gowin:** Presentada por Gowin en 1981, fue diseñada para el análisis crítico de un trabajo de investigación y que representa de forma visual, la estructura del conocimiento. Para Gowin (1981), se trata de una búsqueda, vista como una estructura de significados, conformada por conceptos, hechos y eventos. Estos elementos, que interactúan y se influyen mutuamente, son representados en la forma de una V, en la que en su lado izquierdo, se indican de forma ascendente, los conceptos, redes conceptuales, teorías y las filosofías subyacentes; en la base están los eventos u objetos de la investigación y en su lado derecho, se colocan de forma ascendente los registros y datos, que son transformados luego en aseveraciones y/o respuestas encontradas en el proceso de investigación. Obsérvese que el lado izquierdo está representado por el dominio conceptual, mientras que el derecho por el dominio factual y que se influyen de manera cruzada, por lo cual en el centro de la V, colocaremos la pregunta de investigación o el fenómeno de interés y que se relaciona con ambos elementos (MOREIRA, 2003).

La V de Gowin facilita la interacción entre el desarrollo conceptual, metodológico y epistemológico del conocimiento científico (NOVAK; GOWIN, 1988). Es una estrategia didáctica efectiva y un instrumento de enlace metacognitivo que además permite relacionar experiencias adquiridas en la construcción del conocimiento teórico, con las experiencias de actividad práctica y experimental (CASTRO et al., 2004).

- **Educación en Ciencia, Tecnología y Sociedad (CTS):** los estudios CTS han buscado promover y desarrollar formas de análisis e interpretación sobre la ciencia y la tecnología de carácter interdisciplinario. (OSORIO, 2002). Aunque su aplicación ha sido mayormente en materia de política científica, transferencia de conocimiento y relación Universidad-Empresa, hay experiencias documentadas de aplicación en educación secundaria y universitaria en Europa Occidental, Australia, Nueva Zelanda y Estados Unidos, por mencionar algunos (WAKS, 1990). Como estrategia didáctica, utiliza los injertos CTS, temas añadidos con los que se deberá promover el análisis de la naturaleza de las ciencias y sus implicaciones en la tecnología y la sociedad, si se tratara de una asignatura de ciencias o la naturaleza de la tecnología y sus implicaciones en la ciencia y la sociedad, si se tratara de una asignatura en tecnología. Estos temas son problemas (preferiblemente propios del contexto), que a menudo generan controversia y que

se analizan previo a los contenidos formales. Resulta de gran valor motivacional y conceptual, la aplicación transversal de un mismo tema, en un conjunto de asignaturas (OSORIO, 2002).

Los enfoques en CTS aspiran a que la alfabetización contribuya a la enseñanza de los estudiantes sobre la búsqueda de información relevante e importante sobre las ciencias y las tecnologías de la vida moderna, a la perspectiva de que puedan analizarla y evaluarla, a reflexionar sobre esta información, a definir los valores implicados en ella y a tomar decisiones al respecto, reconociendo que su propia decisión final está, así mismo, basada en valores (CUTCLIFFE, 1990).

En términos generales, la mayoría de estas estrategias, tienen una mejor efectividad bajo un enfoque de evaluación profunda, de carácter cualitativo-formativo, apoyada en instrumentos no tradicionales, como la rúbrica, las listas de cotejo, las guías de observación basados en indicadores de logro de competencias y la participación activa de agentes de evaluación no tradicionales, como lo es la auto-evaluación del aprendiz, la co-evaluación por parte de otros aprendices en calidad de pares, además de la mirada experta y de visión ampliada del docente (CAMPBELL, 2012).

Considerando que las estrategias deben atender a estilos variados de aprendizaje, se recomienda su uso combinado, con un mayor énfasis en una u otra estrategia, según el tipo de programa de ciencia y tecnología y de acuerdo a las trayectorias de aprendizaje que prevé el docente, aunque en un proceso tan rico en conocimientos y cargados de motivación (CAMPBELL, 2013) y estímulo a la creatividad, pueden surgir una múltiple variedad de trayectorias de aprendizaje, por estrategia aplicada.

Aun cuando insistimos en la importancia de contar con un marco conceptual, desde el cual se explica el proceso de aprendizaje, haciendo integral la aplicación de la estrategia didáctica, también es cierto que la clara identificación de habilidades y competencias a desarrollar y la comprensión de los objetivos y alcances de algunas pautas de acción, podrían contribuir a optimizar los resultados de aprendizaje. El marco conceptual/teórico facilitaría su consolidación.

“En el proceso de enseñanza-aprendizaje suele ocurrir que los alumnos claman que las clases son poco interesantes y el docente aduce el escaso interés de los alumnos” (LAMAS, 2012, p. 98) La interacción docente-estudiante y estudiante-estudiante, la motivación, la creatividad y la interacción social, hacen parte del tipo de didáctica que nos interesa construir. Aunque los autores excluyen a otras ciencias que no sean las naturales, en nuestra opinión aplica para naturales y exactas:

Así como las teorías moldean nuestras observaciones, también las fuerzas sociales dentro y fuera de la comunidad científica determinan lo que conocemos y cómo lo conocemos. Tanto la formulación de ideas por parte de los científicos como la construcción de conocimiento por parte de los estudiantes son procesos so-

ciales en los que los participantes interactúan unos con otros para poner a prueba sus ideas y verificar si encajan con las de los demás. Actualmente se reconoce que el aspecto social del aula es un instrumento importante para una educación eficaz, un instrumento que está ausente de las clases en que el profesor expone los contenidos y los estudiantes toman nota y resuelven problemas sin interactuar entre sí. El aspecto social de la ciencia difiere de su contraparte en el aula, y es necesario resaltar esa diferencia para poder hacer al aula más científica (GELLON, 2012, p. 21).

## Metodología

La Facultad de Ciencias y Tecnología de la Universidad Tecnológica de Panamá (UTP) ofrece el Programa de Licenciatura en Ingeniería en Alimentos. Este programa se encuentra actualmente en un proceso de auto-evaluación, con miras a su acreditación. En el marco del proceso de revisión y actualización de programas, procedimos a analizar los programas analíticos, con las preguntas siguientes:

¿Los programas analíticos del área curricular de ciencias básicas y del área curricular de ciencias de la ingeniería, utilizan estrategias didácticas que facilitan el desarrollo de habilidades de proceso científico de 2do nivel?

¿Están planificados estos programas para el desarrollo de competencias transversales de ingeniería?

El Ingeniero en Alimentos debe contar con sólidos conocimientos científicos y tecnológicos que le permitan planificar, diseñar, adaptar e innovar la industria alimentaria nacional e internacional, según declara la versión vigente del Diseño Curricular de la Carrera (2014).

Cabe señalar que el programa se enmarca en el modelo pedagógico institucional Constructivista, Humanista con un Enfoque en Competencias. Por su naturaleza, el Programa tiene un alto componente de ciencias básicas, además de las ciencias de ingeniería y entre sus capacidades, debe estar la de generar nuevos productos para la industria alimentaria. En este sentido, la estrategia didáctica se constituye en un factor a valorar en el desarrollo de estas competencias.

¿Qué programas analizamos en la Carrera de Ingeniería en Alimentos y cómo lo hicimos?

Se trata de una investigación descriptiva, basada en el análisis documental de una muestra de programas analíticos de la Carrera de Ingeniería en Alimentos de la Facultad de Ciencias y Tecnología de la Universidad Tecnológica de Panamá.

El Programa cuenta con un total de 55 asignaturas, distribuidas en cinco áreas curriculares, de las cuales dos son objeto de estudio en esta investigación: las ciencias básicas y las ciencias de la ingeniería. En la tabla 1, se listan las áreas curriculares y la distribución porcentual de asignaturas por área curricular.



Tabla 1: Distribución porcentual de Asignaturas por Área Curricular de la Carrera

Área Curricular	% asignaturas
Matemáticas	13
Ciencias Básicas	16
Ciencias de la Ingeniería	24
Diseño de la Ingeniería	27
Cursos Complementarios	20

Las dos áreas curriculares de enfoque, representan el 40% de las asignaturas y aproximadamente el 35% de la carga de la carrera.

Trabajamos con una muestra de cinco asignaturas del área curricular de las ciencias básicas y cinco asignaturas del área de ciencias de la ingeniería, todas seleccionadas por muestreo no probabilístico discrecional, basado en seis criterios de inclusión-exclusión:

a) Que la materia se encuentren dentro de las áreas curriculares de enfoque de esta investigación (ciencias básicas y ciencias de la ingeniería)

b) Que las materias se encuentren dentro de los primeros tres años de la carrera

c) Que las materias tuvieran una carga horaria igual o mayor de cuatro créditos

d) Que incluyera materias se constituyeran en pre-requisitos de otras dentro del área curricular y con relación a las otras áreas curriculares de estudio

e) Que en cada área curricular se incluyeran tres materias clásicas de la formación de todo ingeniero y dos materias propias de la especialidad

f) Que sean asignaturas diseñadas/desarrolladas por docentes con al menos diez años de experiencia

Las asignaturas resultantes del muestreo son presentadas en el cuadro 2.

Cuadro 2: Asignaturas del Área Curricular de Ciencias Básicas y Ciencias de la Ingeniería resultantes del muestreo no probabilístico

Área Curricular Ciencias Básicas	Área Curricular Ciencias de la Ingeniería
1. Química General I	1. Mecánica
2. Química General II	2. Termodinámica I
3. Física I	3. Mecánica de Fluidos
4. Química Orgánica	4. Bioquímica de Alimentos
5. Química Analítica	5. Química y Análisis de Alimentos

En cada programa analítico, se consideró la categoría de competencias a desarrollar, con el objetivo(s) general, la construcción temática y la estrategia didáctica declarada, de manera que se pudieran identificar actividades que



Figura 3: Procedencia Escolar de Estudiantes. Ing. en Alimentos - 1er Año 2014. Fuente: Secretaría Académica de la Facultad de Ciencias y Tecnología, UTP

además de estar alineadas a la categoría de competencias y de contribuir al cumplimiento de los objetivos propuestos, facilitarían el desarrollo de habilidades de proceso científico de segundo nivel (en ambas categorías curriculares) y de competencias transversales para ingenieros (en la categoría de ciencias de la ingeniería).

Adicionalmente, realizamos algunas entrevistas a un grupo de docentes de ambas áreas curriculares y a la Coordinación del Programa, de manera que, además de confirmar la experiencia de aula en la ejecución de los programas analíticos, pudieran ampliar algunas de sus valoraciones, en cuanto al tipo de habilidades que deben desarrollar los estudiantes.

También solicitamos información acerca de las escuelas de procedencia de los estudiantes de la Carrera, utilizando como línea basal los estudiantes que ingresaron el último año y que, de acuerdo a la Coordinación de la Carrera, reflejan la conformación típica de los grupos que se inician cada año en la Carrera, ello con el fin de establecer el tipo de formación y de esenciales mínimos que la experiencia ha demostrado que suelen traer los estudiantes del bachillerato.

## Resultados y Discusión

El análisis estadístico reveló que los estudiantes de la Carrera de Ingeniería en Alimentos provienen, en su mayoría de colegios particulares (Gráfico 1), principalmente de la Ciudad de Panamá y bachilleres en ciencias (una excepción). En cuanto al perfil de ingreso, las pruebas de admisión por sí mismas se constituyen en un filtro, toda vez que exigen un puntaje mínimo para aspirar a estudiar carreras de Ingeniería en la UTP. La estadística incluye únicamente a los estudiantes que ingresaron en el periodo 2014-2015 a la Carrera.

Los programas analizados, fueron avalados por un docente experimentado en la asignatura y recomendado por el Comité de Acreditación del Programa.

A través de las entrevistas docentes, pudimos confirmar que los programas se diseñan, en función del conjunto de temas propuestos para el currículum, más que desde las competencias específicas a desarrollar. Al explorar con los docentes el tipo de habilidades de proceso científico a desarrollar en la materia, por lo general sólo identifican como tales la capacidad de análisis y que consideran se evidencia en el manejo cuantitativo logrado por un porcentaje

de estudiantes, que supera el 70%, sin embargo en todos los casos, los docentes reconocieron que difícilmente lograban cubrir el 90% de los contenidos propuestos. Incluso, con excepción de Química Analítica y Química y Análisis de Alimentos, en los otros casos, los docentes concluyeron que los estudiantes con frecuencia podían resolver problemas, cumpliendo con los procesos enseñados, pero pocos son capaces de explicar por qué lo hacen.

Un aspecto a resaltar es que la didáctica de solución de problemas, se traduce por lo general en una serie de ejercicios prácticos o casos de análisis, pero que no suelen desarrollarse desde la descripción de la didáctica presentada en el apartado anterior.

Los programas analíticos del área curricular de ciencias básicas, hacen énfasis en metodologías inductivas o deductivas, con excepción de la asignatura de Física, que utilizan metodologías inductivo-deductivas. La solución de problemas es aplicada en las asignaturas de Química I, Química II y Física, mientras que en el caso de la Química Analítica utilizan metodologías analógicas y en el caso particular de la Química Orgánica, se utiliza la Indagación. En todas las asignaturas, las micro-actividades identificadas se combinan con clases magistrales de corte tradicional.

En cuanto a los programas analíticos del área curricular en ciencias de la ingeniería, tenemos que tres de las asignaturas, Mecánica, Mecánica de Fluidos y Termodinámica utilizan metodologías mayormente deductivas; la Química y Análisis de Alimentos se utilizan metodologías mixtas que combinan la Inducción con la Deducción y Analogías. Las cuatro asignaturas en referencia combinan clases magistrales con solución de problemas y en el caso particular de la asignatura de Bioquímica de Alimentos el enfoque es magistral con experiencias de laboratorio, con enfoques tradicionales.

Los factores analizados son presentados en los cuadros 3 a 10.

A partir de los datos anteriores, se exploró, la potencialidad del programa analítico elaborado de facilitar el desarrollo de habilidades de proceso científico:

- Las habilidades de proceso científico muestran una progresión en la secuencia de las asignaturas analizadas en la muestra del área curricular de ciencias básicas: la progresión incluye la Química I y II con habilidades de proceso científico de primer nivel, seguidas de un nivel intermedio entre primero y segundo nivel en el caso de la Física I y termina con habilidades de proceso científico de segundo nivel para las asignaturas de Química Orgánica y Química Analítica. En el caso particular de la Química General II, el programa analítico está concebido para sentar las bases necesarias para habilidades de proceso de segundo nivel e incluso competencias transversales de ingeniería en la Química Orgánica y sobre todo la Química Analítica, como el pensamiento convergente y el divergente.

- En el área curricular de ciencias de la ingeniería se observa también una progresión en las habilidades de proceso científico, de la secuencia de las asignaturas que resultaron en la muestra (exceptuando Bioquímica de Ali-

mentos); en cuanto a las competencias transversales de ingeniería, las asignaturas de Mecánica y Bioquímica, a pesar de la profundidad de los objetivos propuestos, la didáctica presenta limitaciones en la programación analítica, para potenciar competencias de ingeniería, más allá del análisis, síntesis y solución de problemas, sobre todo si consideramos que ambas asignaturas son requisito para otras dos asignaturas que forman parte de esta categoría de muestra: Mecánica de Fluidos (post-requisito de Mecánica) y Química y Análisis de Alimentos (post-requisito de Bioquímica de Alimentos). Resulta interesante que a pesar de lo anterior, la estrategia aplicada en Termodinámica y Mecánica de Fluidos parece potenciar la competencias del pensamiento convergente y en el caso de Química y Análisis de Alimentos, tanto en la programación analítica como en las entrevistas realizadas, se concluye que el programa tiene la potencialidad de desarrollar algunas habilidades de proceso científico y competencias transversales, que no necesariamente se identifican en la programación analítica de Bioquímica de Alimentos, lo que pudiera tener relación con la naturaleza del programa, la didáctica utilizada y la experiencia y formación docente que la respalda.

- No se identifican diferencias en las categorías de área curricular analizadas, de hecho, se identifican oportunidades de desarrollar habilidades de proceso y competencias transversales en ambas categorías.

En cuanto al marco teórico o conceptual utilizado por los docentes para el diseño de sus experiencias de aprendizaje, si bien identifican el ser Constructivista, es poco lo que destacan respecto a las implicaciones de un modelo constructivista, sobre todo aplicado a la enseñanza de Ciencias y de Ingeniería.

Un aspecto a señalar, es que los programas por lo general incluyen un libro de texto y un limitado número de referencias, en las que los docentes en su mayoría reconocen que no promueven el uso de bases de datos.

¿Qué marcos de referencia sugerimos utilizar en la estrategia didáctica de la enseñanza de ciencias?

A partir de los programas analizados y el complemento de las entrevistas, los docentes entrevistados, la estrategia didáctica potencia el desarrollo de algunas habilidades de proceso científico de segundo nivel y competencias transversales de ingeniería.

Hemos señalado en apartados anteriores, la conveniencia de trabajar con un conjunto combinado de acciones que distribuidas estratégicamente a lo largo de la Carrera, lo que permitiría aprovechar los beneficios complementarios que ofrecen y además con ello atender a distintos estilos de aprendizaje, ampliando las oportunidades para todos.

Por eso, nuestra primera sugerencia, consiste en el aprovechamiento de una mayor variedad de didácticas propias de la enseñanza de ciencias y tecnología, lo cual consideramos que puede optimizar los resultados obtenidos, tanto por asignatura como de forma combinada y disminuir con ello la brecha entre el Ingeniero en Alimentos recién graduado y el competente en el campo profesional.

En un análisis crítico a la disposición de los docentes hacia didácticas, más que nuevas, innovadoras, señaló

Díaz Barrica lo siguiente: “Los problemas que enfrentan los docentes tienen como constante la falta de comprensión teórico-conceptual y apropiación de los modelos innovadores, ligados a la carencia de procesos adecuados de formación docente” (DÍAZ BARRIGA, 2010, p. 19)

En un ejercicio inicial que sigue apostando a la disposición docente, atendiendo a los resultados de las materias analizadas en esta investigación, proponemos incorporar las estrategias descritas en los cuadros 11 a 14.

Está ampliamente documentada la necesidad de trabajar en un cambio de paradigma en el docente: un profesional capaz de mantenerse vigente no sólo en su campo disciplinario, sino en la investigación y avances en la ciencia del aprendizaje y de ser reflexivo acerca de su práctica, hechos que en su conjunto se traducirán en una evolución positiva de su práctica y resultados docentes.

Ahora bien: en nuestra experiencia de trabajo, investigación y formación de docentes de las ciencias naturales y duras, éstos muestran mayor apertura a evaluar marcos y guías didácticas que resulten sencillas y prácticas. Ante la carga de trabajo en docencia y para algunos también en investigación, resulta particularmente atractiva toda propuesta que facilite su trabajo e incremente su efectividad. Consideramos que mientras se trabaja en un cambio de paradigma, proceso que requiere tiempo, estas resultan en algunas posibles acciones, que sirvan de marco de referencia para la estrategia didáctica:

1. La teoría de los campos conceptuales de Vergnaud, se constituye en una guía para la formación en Física, Mecánica, Termodinámica, Mecánica de Fluidos y en las Matemáticas, donde existe mayor investigación documentada y es consistente con el modelo pedagógico institucional. Sin embargo: es compleja, parte del aprendizaje significativo como requisito indispensable y requiere del estudio detenido y profundo de los docentes que consideren aplicarlo.

2. La indagación como estrategia didáctica, ofrece un enfoque de formación óptimo para la enseñanza de la Química General, la Química Orgánica, la Química Analítica, la Microbiología de Alimentos, la Bioquímica de Alimentos y la Química y Análisis de Alimentos y estimula los procesos metacognitivos. Los programas analíticos que de esta investigación, en los que se declararon, son desarrollados por un docente que ha sido entrenado en esta didáctica y entrena a otros docentes (actualmente Coordina el Departamento de Química de la Facultad de Ciencias y Tecnología, de la cual forma parte el Programa de Ingeniería en Alimentos).

3. El enfoque de formación por competencias establece un puente entre los conceptos y habilidades complejas, pero puntuales a desarrollar y los aprendizajes a evidenciar (indicadores de competencia)

4. El aprendizaje basado en problemas, con una selección y secuenciación acertada, es un vehículo sencillo, motivador y efectivo en el desarrollo de competencias: “Dado que el alumno debe movilizar constantemente sus conocimientos y que existe una interrelación continua entre teoría y aplicación práctica, el aprendizaje basado en proble-

mas puede conseguir una mejor integración de los conocimientos declarativos y procedimentales” (CAMPANARIO; MOYA, 1999, p. 183) También conviene que el docente considere diversas trayectorias de aprendizaje, en la planificación, anticipándose a diversos escenarios y resultados posibles (LEÓN et al., 2014), de manera que pueda también moldear la experiencia, en favor de las habilidades y competencias de interés en este trabajo, necesarias sobre todo para los estudiantes iniciales, cuya inexperiencia, pero entusiasmo son insumos de gran valor para ser potenciados.

Una perspectiva de la estrategia que refleja el enfoque de las instituciones y entendidos y que intenta responder a lo que interpretan como los requerimientos de la sociedad actual, la reflejan Fonseca y su grupo en el texto que a continuación citamos:

Las tendencias actuales de universidad fomentan el autoaprendizaje por medio de una serie de técnicas y estrategias didácticas que van desde el uso de bibliotecas virtuales, al de las simulaciones interactivas, portafolios digitales, uso de diarios de clase, trabajo colaborativo y cooperativo, estudios de casos, aprendizaje basados en problemas, entre otros (FONSECA; AGUADED, 2007, p14).

Cuadro 3: Competencias Específicas por asignatura. Área Curricular de Ciencias Básicas (Química General y Física)

Química General I	Química General II	Física I
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Analizar las formas en que se presenta la materia sus propiedades y sus transformaciones</li> <li>2. Aplicar las reglas de la nomenclatura y formulación a los compuestos químicos</li> <li>3. Analizar la estructura atómica y los cálculos relacionados con ella</li> <li>4. Desarrollar la configuración electrónica de los elementos de acuerdo al modelo mecánico cuántico y establecer su relación con propiedades periódicas</li> <li>5. Analizar las leyes fundamentales de la química y su relación con las reglas de combinación química</li> <li>6. Desarrollar la estequiometría con fundamento en química cuantitativa</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Desarrollar cálculos estequiométricos en procesos que involucran cambios químicos</li> <li>2. Establecer las propiedades macroscópicas observables de la materia en correspondencia con su estado</li> <li>3. Analizar las propiedades coligativas de una solución y sus aplicaciones (identificar compuestos)</li> <li>4. Aplicar las teorías ácido-base en la interpretación de la acidez de las disoluciones</li> <li>5. Manejo conceptual de la termodinámica</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Describir gráfica y analíticamente las características cinemáticas del movimiento de una partícula.</li> <li>2. Aplicar los conceptos de cinemática en la resolución de problemas.</li> <li>3. Analizar las causas y el efecto de los movimientos.</li> <li>4. Describir la ley del movimiento de traslación bajo la influencia de fuerzas externas.</li> <li>5. Estudiar el movimiento en medios resistivos</li> <li>6. Definir el concepto de trabajo mecánico, y su relación con la energía cinética y potencial.</li> <li>7. Establecer las características de las fuerzas conservativas y no conservativas y sus implicaciones en el principio de conservación de la energía. Mecánica.</li> <li>8. Definir los conceptos de impulso y Cantidad de Movimiento lineal, y la relación que hay entre ellos.</li> <li>9. Aplicar las leyes de conservación de la Cantidad de Movimiento Lineal en problemas de colisiones elásticas e inelásticas.</li> <li>10. Analizar dinámicamente el movimiento de un cuerpo rígido aplicando el principio de conservación de momentum angular.</li> </ol>

Cuadro 4: Competencias Específicas por asignatura. Área Curricular de Ciencias Básicas (Química Orgánica y Química Analítica)

Química Orgánica	Química Analítica
<ol style="list-style-type: none"><li>1. Capacidad de formular y nombrar compuestos orgánicos incluyendo su estereoquímica.</li><li>2. Capacidad de representar moléculas orgánicas en distintas conformaciones y configuraciones.</li><li>3. Emplear terminología de la isomería molecular, en particular la referida a la estereoisomería.</li><li>4. Estimar la acidez y basicidad, la nucleofilia y la electrofilia de las moléculas orgánicas en base a su estructura.</li><li>5. Analizar reacciones orgánicas involucradas en distintos procesos industriales.</li><li>6. Capacidad de modificar el procesado de una reacción.</li></ol>	<ol style="list-style-type: none"><li>1. Realizar cálculos para disolución con la concentración de los solutos en la misma.</li><li>3. Relacionar el resultado de una medición física con el contenido de un componente en una muestra a disolución.</li><li>4. Establecer, a partir de la información obtenida, el grado de avance de una reacción química y las posibilidades de controlar un proceso químico.</li><li>5. Comprender el concepto de equilibrios iónico.</li><li>6. Predicción cualitativa de procesos químicos y las posibles formas de controlar el proceso.</li></ol>

Cuadro 5: Competencias Específicas por asignatura. Área Curricular de Ciencias de la Ingeniería (Mecánica, Termodinámica I y Mecánica de Fluidos)

Mecánica	Termodinámica I	Mecánica de Fluidos
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Comprender los conceptos básicos del equilibrio y del movimiento de partículas.</li> <li>2. Analizar problemas en dos y tres dimensiones mediante el uso de vectores.</li> <li>3. Analizar en el estudiante la acción del razonamiento y la lógica</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Dibujar procesos termodinámicos sobre diagramas PVT de la sustancia, identificando cada zona o línea de saturación;</li> <li>2. Utilizar los gráficos y las tablas termodinámicas para resolver problemas simples de aplicación.</li> <li>3. Explicar la diferencia entre las cantidades termodinámicas inexactas y exactas.</li> <li>4. Calcular y diferenciar los tipos de calor sensible y latente.</li> <li>5. Analizar las diferentes formas de energía que aparecen en la I Ley de la termodinámica.</li> <li>6. Realizar el balance de energía en un sistema cerrado.</li> <li>7. Resolver problemas simples de transferencia de energía, usando la I Ley de la termodinámica.</li> <li>8. Diferenciar el enfoque de sistema y volumen de control.</li> <li>9. Aplicar la I Ley para procesos y equipos de flujo estable y estado estable.</li> <li>10. Aplicar la I ley para sistemas abiertos.</li> <li>11. Explicar el concepto de entropía y su relación con la energía disponible y no disponible.</li> <li>12. Aplicar el concepto de energía degradada en el análisis de los sistemas cerrados y abiertos.</li> <li>13. Valorar las consecuencias de la segunda ley en los procesos comunes de transferencia de energía y la eficiencia de los equipos.</li> <li>14. Utilizar el concepto de energía disponible para el uso y análisis de rentabilidad de la energía en procesos específicos</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Conocer los principios básicos de la mecánica de los fluidos.</li> <li>2. Comprender el análisis dimensional y semejanzas.</li> <li>3. Realizar análisis hidrostáticos en fluidos.</li> <li>4. Analizar la cinemática de los fluidos.</li> <li>5. Aplicar los conceptos de conservación de la energía, en el cálculo de velocidades, presiones en fluidos.</li> <li>6. Comprender el concepto de Principio de Impulso - Cantidad de Movimiento</li> </ol>

Cuadro 6: Competencias Específicas por asignatura. Área Curricular de Ciencias de la Ingeniería (Bioquímica de Alimentos y Química y Análisis de Alimentos)

Bioquímica de Alimentos	Química y Análisis de Alimentos
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Analizar la composición y funciones de las bio-moléculas en los organismos vivos.</li> <li>2. Analizar las transformaciones que sufren las bio-moléculas cuando son ingeridas.</li> <li>3. Establecer el valor nutricional de materia prima animal y vegetal.</li> <li>4. Interpretar los resultados experimentales y matemáticos de orden energéticos</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Analizar la composición de los alimentos y la abundancia relativa de sus componentes, así como la naturaleza físico-química y la concentración de componentes mayoritarios y minoritarios en alimentos.</li> <li>2. Determinar las consecuencias de las transformaciones de los componentes de los alimentos en su calidad, propiedades organolépticas y valor nutritivo.</li> <li>3. Identificar la estructura química y propiedades de los principales componentes químicos y bioquímicos responsables de los atributos de calidad de los alimentos.</li> <li>4. Establecer la funcionalidad de los componentes de los alimentos.</li> <li>5. Analizar el comportamiento de los componentes de los alimentos en distintas condiciones del procesado y conservación.</li> <li>6. Identificar las interacciones entre componentes responsables de las propiedades fisicoquímicas de los alimentos</li> </ol>

Cuadro 7: Análisis vertical y transversal (micro-actividades) – Ciencias Básicas (Química General y Física

Asignatura	Química General I	Química General II (Requisito: Química I)	Física I
Objetivos	Comprender las propiedades estructurales de compuestos y materiales, su influencia en sus propiedades físicas, químicas, eléctricas y su impacto económico y ambiental, así como sus aplicaciones	Analizar las propiedades macroscópicas observables de la materia, las propiedades coligativas, los problemas asociados a las teorías ácido base y los conceptos y leyes termodinámicos, aplicables a la solución de problemas de ingeniería	1) Proporcionar los conocimientos básicos y aplicar los principios de las leyes Básicas de la Mecánica Clásica. 2) Desarrollar destrezas y capacidades lógicas – deductivas del alumno al estudiar fenómenos de la mecánica Clásica. 3) Procurar en el alumno el desarrollo de métodos de análisis que le permitan comprender, analizar e interpretar los conocimientos de la física I para su aplicación en la resolución de problemas
Construcción temática	Lineal; Extensión temática	Lineal; Extensión temática	Lineal
Tipo de competencias	Conceptuales; Evidencias de conocimiento	Conceptuales y procedimentales; Evidencias de conocimiento y desempeño	Conceptuales y procedimentales; Evidencias de conocimiento, desempeño y producto
Estrategia didáctica declarada	Inductivo; Magistral; Solución problemas; Laboratorio	Inductivo; Magistral; Solución problemas; Laboratorio	Conceptuales y procedimentales; Evidencias de conocimiento, desempeño y producto
Habilidades de proceso indentificadas	Primer nivel: - caracterizar lo observado y hacer registros; de clasificar y comparar - realizar experiencias estructuradas o abiertas e intentar explicar sus resultados (guías de laboratorio) - Preparar reportes		Intermedio primer y segundo nivel: - realizar experiencias estructuradas o abiertas e intentar explicar sus resultados - argumenta-contrastación con saber factual
Competencias para Ingenieros indentificadas	Análisis y síntesis; Resolución de problemas	Análisis y síntesis; Resolución de problemas; Competencias sistémicas	Análisis y síntesis; Resolución de problemas; Pensamiento convergente; Pensamiento divergente



Cuadro 8: Análisis vertical y transversal (micro-actividades) – Ciencias Básicas (Química Orgánica y Química Analítica)

Asignatura	Química Orgánica (Requisito: Química II)	Química Analítica (Requisito: Química II)
Objetivos	Analizar la estructura, propiedades, síntesis y reactividad de compuestos químicos formados principalmente por carbono e hidrógeno.	Utilizar los fundamentos, métodos y técnicas de la Química Analítica en los procesos de verificación, control y producción de alimentos
Construcción temática	Modular; analítico-sintético	Lineal, disgregación muy detallada
Tipo de competencias	Conceptuales y procedimentales; Evidencias de conocimiento, producto y desempeño	
Estrategia didáctica declarada	Analítico-sintético; Indagación	Deductivo - Analógico
Habilidades de proceso indentificadas	Segundo nivel - Hace preguntas - Presiona a la búsqueda de respuestas - analizar las respuestas y contrastarlas con sus predicciones y con sus ideas previas - documentar sus procesos y resultados y elaborar escritos científicos básicos	
Competencias para Ingenieros indentificadas	Análisis y síntesis; Resolución de problemas; Pensamiento convergente; Serendipia; Pensamiento divergente	Análisis y síntesis; Resolución de problemas; Pensamiento convergente; Competencias sistémicas

Cuadro 9: Análisis vertical y transversal (micro-actividades) – Ciencias de la Ingeniería (Mecánica, Termodinámica I y Mecánica de Fluidos)

Asignatura	Mecánica	Termodinámica I (Requisito: Mecánica)	Mecánica de Fluidos (Requisito: Mecánica)
Objetivos	Aplicar los principios generales de Estática y Dinámica a la solución de problemas de equilibrio de cuerpos rígidos y al movimiento de partículas	1) Evaluar los conceptos fundamentales de las Leyes de la Termodinámica (Ley cero, I, II y III Ley), aplicadas a sistemas termodinámicos cerrados y a volúmenes de control. 2) Aplicar cada una de las Leyes de la Termodinámica a problemas sencillos y propios de la Ingeniería en Alimentos	1) Introducir al alumno a los principales conceptos y fundamentos de la mecánica de fluidos. Presentar las aplicaciones más usuales de la materia a la práctica común de la ingeniería. 2) Aplicar los conceptos teóricos para la resolución de ejercicios y problemas prácticos, así como para la interpretación del fenómeno real y mediciones experimentales mediante visitas al Laboratorio de Hidráulica
Construcción temática	Lineal		Modular
Tipo de competencias	Conceptuales; Evidencias de conocimiento declarativo	Conceptuales y procedimentales; Evidencias de conocimiento, producto y desempeño	
Estrategia didáctica declarada	Deductivo; Magistral; Solución de problemas	Deductivo; Magistral; Trabajo grupal; Solución de problemas; Práctica de laboratorio	
Habilidades de proceso indentificadas	Primer nivel: - observación - análisis, aplicación	Intermedio 1º y 2º nivel: - realizar experiencias estructuradas o abiertas e intentar explicar sus resultados - argumenta-contrargumenta - contrastación con saber factual	
Competencias para Ingenieros identificadas	Análisis y síntesis; Resolución de problemas	Análisis y síntesis; Resolución de problemas; Pensamiento convergente	

Cuadro 10: Análisis vertical y transversal (micro-actividades) – Ciencias de la Ingeniería (Bioquímica de Alimentos y Química y Análisis de Alimentos)

Asignatura	Bioquímica de Alimentos Química	Análisis de Alimentos (Requisito: Bioquímica de Alimentos)
Objetivos	Determinar las estructuras químicas fundamentales que están involucradas en el funcionamiento de los seres vivos, así como también las reacciones metabólicas que en ellos ocurren	1) Identificar las principales reacciones químicas y bioquímicas que se pueden producir durante el procesado y conservación de los alimentos. 2) Evaluar el comportamiento, la estabilidad y funcionalidad de componentes alimentarios bajo distintas condiciones de procesado y conservación de alimentos
Construcción temática	Lineal	
Tipo de competencias	Conceptuales y procedimentales; Evidencias de conocimiento, producto y desempeño	
Estrategia didáctica declarada	Magistral; Exposiciones orales; Laboratorio	Mixto: deductivo-inductivo-analógico; Debates y grupos de discusión; Solución de problemas; Laboratorio; Proyecto
Habilidades de proceso indentificadas	Primer nivel: - caracterizar lo observado y hacer registros; de clasificar y comparar - realizar experiencias (guías de laboratorio. /Hacer reportes	Segundo nivel: - Hace preguntas - Presiona a la búsqueda de respuestas - analizar las respuestas y contrastarlas con sus predicciones y con sus ideas previas documentar sus procesos y resultados y elaborar escritos científicos básicos
Competencias para Ingenieros indentificadas	Análisis y síntesis	Análisis y síntesis; Resolución de problemas; Pensamiento convergente; Pensamiento divergente

Cuadro 11: Estrategias sugeridas para el desarrollo de habilidades de proceso y competencias de Ingeniería en Asignaturas analizadas (Química General y Física)

Asignatura	Química General I	Química General II	Física I
Estrategia didáctica sugerida	Indagación como estrategia; Aprendizaje por solución de problemas	Investigación dirigida; Aprendizaje por solución de problemas; Experiencias de Laboratorio	Mapas conceptuales; Aprendizaje por conflicto cognitivo; Aprendizaje por solución de problemas; Experiencias de Laboratorio
Competencias de ingeniería	Capacidad de análisis y síntesis; Capacidad de sistematización; Pensamiento convergente	Capacidad de análisis y síntesis; Pensamiento convergente	Capacidad de análisis y síntesis; Pensamiento convergente; Pensamiento divergente; Resolución de problemas; Serendipia
Habilidades de proceso científico	<p><b>Segundo nivel</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Hace preguntas</li> <li>- Presiona a la búsqueda de respuestas</li> <li>- Formula supuestos, hipótesis</li> <li>- Diseña y desarrolla experiencias</li> <li>- Identifica variables</li> <li>- analizar las respuestas y contrastarlas con sus predicciones y con sus ideas previas</li> <li>- documentar sus procesos y resultados y elaborar escritos científicos básicos</li> <li>- modela la realidad</li> <li>- propone explicaciones alternativas de los fenómenos estudiados</li> </ul> <p><b>Recurso:</b> Reemplazo del texto por la Bases de datos científicas. El texto facilita el aprendizaje, pero también lo limita, al no propiciar el uso de referencias cruzadas, la alfabetización digital y científica y el interés por la búsqueda de información; incluso el interés por lectura técnica y científica de actualidad</p>		

Cuadro 12: Estrategias sugeridas para el desarrollo de habilidades de proceso y competencias de Ingeniería en Asignaturas analizadas (Química Orgánica y Química Analítica)

Asignatura	Química Orgánica	Química Analítica
Estrategia didáctica sugerida	Mapas conceptuales; Indagación como estrategia pedagógica; Aprendizaje por solución de problemas; Experiencias de Laboratorio	Mapas conceptuales; Aprendizaje por conflicto cognitivo; V de Gowin; Aprendizaje por solución de problemas; Experiencias de Laboratorio
Competencias de ingeniería	Capacidad de análisis y síntesis; Pensamiento convergente; Pensamiento divergente; Resolución de problemas	Capacidad de análisis y síntesis; Capacidad de sistematización; Pensamiento divergente; Resolución de problemas; Serendipia
Habilidades de proceso científico	<p><b>Segundo nivel</b> - Hace preguntas - Presiona a la búsqueda de respuestas - Formula supuestos, hipótesis - Diseña y desarrolla experiencias - Identifica variables - analizar las respuestas y contrastarlas con sus predicciones y con sus ideas previas - documentar sus procesos y resultados y elaborar escritos científicos básicos - modela la realidad - propone explicaciones alternativas de los fenómenos estudiados</p> <p><b>Recurso:</b> Reemplazo del texto por la Bases de datos científicas. El texto facilita el aprendizaje, pero también lo limita, al no propiciar el uso de referencias cruzadas, la alfabetización digital y científica y el interés por la búsqueda de información; incluso el interés por lectura técnica y científica de actualidad</p>	

Cuadro 13: Estrategias sugeridas para el desarrollo de habilidades de proceso y competencias de Ingeniería en Asignaturas analizadas (Mecánica, Termodinámica I e Mecánica de Fluidos)

Asignatura	Mecánica	Termodinámica I	Mecánica de Fluidos
Estrategia didáctica sugerida	Injertos CTS; Aprendizaje por solución de problemas	Injertos CTS; V de Gowin; Aprendizaje por solución de problemas	Injertos CTS; Aprendizaje por proyecto; Aprendizaje por solución de problemas
Competencias de ingeniería	Capacidad de análisis y síntesis; Pensamiento convergente; Resolución de problemas	Capacidad de análisis y síntesis; Capacidad de sistematización; Pensamiento convergente; Resolución de problemas; Serendipia	Capacidad de análisis y síntesis; Capacidad de sistematización; Pensamiento convergente; Pensamiento divergente; Resolución de problemas; Serendipia
Habilidades de proceso científico	<p><b>Segundo nivel</b></p> <p>- Hace preguntas - Presiona a la búsqueda de respuestas - Formula supuestos, hipótesis - Diseña y desarrolla experiencias - Identifica variables - analizar las respuestas y contrastarlas con sus predicciones y con sus ideas previas - documentar sus procesos y resultados y elaborar escritos científicos básicos - modela la realidad - propone explicaciones alternativas de los fenómenos estudiados</p> <p><b>Recurso:</b> Reemplazo del texto por la Bases de datos científicas. El texto facilita el aprendizaje, pero también lo limita, al no propiciar el uso de referencias cruzadas, la alfabetización digital y científica y el interés por la búsqueda de información; incluso el interés por lectura técnica y científica de actualidad</p>		

Cuadro 14: Estrategias sugeridas para el desarrollo de habilidades de proceso y competencias sistemicas de Ingeniería en Asignaturas analizadas (Bioquímica de Alimentos y Química y Análisis de Alimentos)

Asignatura	Bioquímica de Alimentos	Química y Análisis de Alimentos
Estrategia didáctica sugerida	Mapas conceptuales; Investigación dirigida; Aprendizaje por solución de problemas	Investigación dirigida; Aprendizaje por conflicto cognitivo; Aprendizaje por proyecto; Aprendizaje por solución de problemas
Competencias de ingeniería	Capacidad de análisis y síntesis; Resolución de problemas; Capacidad de sistematización	Capacidad de análisis y síntesis; Capacidad de sistematización; Pensamiento convergente; Pensamiento divergente; Resolución de problemas; Serendipia
Habilidades de proceso científico	<p><b>Segundo nivel</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Hace preguntas</li> <li>- Presiona a la búsqueda de respuestas</li> <li>- Formula supuestos, hipótesis</li> <li>- Diseña y desarrolla experiencias</li> <li>- Identifica variables</li> <li>- analizar las respuestas y contrastarlas con sus predicciones y con sus ideas previas</li> <li>- documentar sus procesos y resultados y elaborar escritos científicos básicos</li> <li>- modela la realidad</li> <li>- propone explicaciones alternativas de los fenómenos estudiados</li> </ul> <p><b>Recurso:</b> Reemplazo del texto por la Bases de datos científicas. El texto facilita el aprendizaje, pero también lo limita, al no propiciar el uso de referencias cruzadas, la alfabetización digital y científica y el interés por la búsqueda de información; incluso el interés por lectura técnica y científica de actualidad</p>	

*Se recomienda el uso de metodologías mixtas; uso de técnicas de demostración-ejecución, en complemento con técnicas de diálogo discusión y explicaciones dialogadas, centradas en la dialéctica y que promuevan la metacognición.*

## Conclusiones y recomendaciones

La muestra de asignaturas analizadas correspondientes al área curricular de ciencias básicas y de ciencias de la ingeniería, contribuyen inicialmente a formar algunas habilidades de proceso científico y a algunas de las competencias transversales de formación de ingenieros, las cuales en general desarrollan habilidades de pensar y de aplicar conocimientos prácticos del área, esto desde un enfoque mayormente deductivo, con apoyo en un enfoque más de corte cuantitativo de solución de problemas prácticos y laboratorios.

Los docentes entrevistados con relación a los programas analizados y a su experiencia de aplicación didáctica, aspiran a desarrollar capacidad de análisis y manejo conceptual y procedimental en sus estudiantes, sin embargo los mismos no se enfocan a habilidades de proceso ni a destacar algunas de las competencias transversales que hemos identificado.

Consideramos que algunas de las estrategias propuestas tienen la potencialidad de facilitar el desarrollo de las habilidades y competencias transversales y fortalecer el desarrollo de las competencias específicas de cada asignatura.

El trabajo representa un esfuerzo por apoyar el proceso de formación en ciencias y tecnología, desde el análisis de los programas analíticos y la estrategia didáctica aplicada, pero entendemos que lo declarado en el programa no necesariamente es lo que se aplica en el aula todos los docentes, por lo que resulta conveniente profundizar en los temas investigados, constatando los programas analíticos con la experiencia en aula, ampliando el análisis a otras asignaturas que desarrollen competencias complementarias propios de otras áreas curriculares de la Carrera como el diseño de ingeniería. Esta investigación representa la primera de dos partes de investigación. En la segunda parte, aspiramos a realizar experiencias piloto que pongan a prueba la propuesta, una vez desarrolladas talleres de orientación a una muestra de docentes, para la aplicación de la estrategia didáctica y el manejo de un marco conceptual, orientado al cambio conceptual.

Nos permitimos recomendar lo siguiente:

- Aprovechar el proceso de autoevaluación iniciado en el Programa de Licenciatura en Ingeniería en Alimentos, para optimizar las habilidades de proceso científico y competencias transversales y específicas a desarrollar, sobre todo desde una óptica de coordinación curricular.

- Capacitar a docentes de la Carrera en el valor y uso de las estrategias para formar en ciencias y en ingeniería y propiciar el desarrollo de programas dirigidos a modificar paradigmas de cómo se enseña y cómo se aprende, sobre todo en ciencias. La experiencia de la Coordinación de Química evidencia el efecto inmediato y multiplicador de la capacitación y de la disposición docente de ser agente de cambio, aún en medio de las múltiples dificultades que compartimos.

- Someter a la valoración de otros colegas los análisis realizados, con miras a mejorar y enriquecer lo propuesto

y continuar con la investigación en las aulas.

## Referencias

- ALZATE, M., Gómez, M., y Arbeláez, M. Enseñar en la Universidad Saberes, Prácticas y Textualidad. 1<sup>a</sup> ed. Bogotá: Ecoe Ediciones: Universidad Tecnológica de Pereira, 2011.
- BRIOLA, Marcelo. Estrategia Organizacional. Universidad de Buenos Aires. 2009. Acceso en 18/5/12 [http://www.econ.uba.ar/www/institutos/epistemologia/marco\\_archivos/XIV%20Jornadas%20de%20Epistemologia/Jornadas/ponencias/Actas%20XIV/Trabajos%20Episte/Briola2.pdf](http://www.econ.uba.ar/www/institutos/epistemologia/marco_archivos/XIV%20Jornadas%20de%20Epistemologia/Jornadas/ponencias/Actas%20XIV/Trabajos%20Episte/Briola2.pdf)
- BRUNER, J. (Selección de Textos: Jesús Palacios) Desarrollo Cognitivo y Educación. Madrid: Ediciones Morata, S.A.1998
- CAMPANARIO, Juan M. y Moya, Aida. ¿Cómo enseñar ciencias?. Principales tendencias y propuestas, Rev. Enseñanza de las Ciencias 17 (2) : 179-192. 1999
- \_\_\_\_\_. Grupo de Investigación en Aprendizaje de las Ciencias. Departamento de Física. Universidad de Alcalá de Henares. 28871. Alcalá de Henares, Madrid. Acceso: 25/11/14 <http://www.raco.cat/index.php/ensenanza/article/viewFile/21572/21406>
- CAMPBELL, Z. Análisis de la correspondencia entre la estrategia didáctica implementada por el docente y las competencias desarrolladas por sus estudiantes en la Especialización en Docencia Superior. Disertación Coloquio 1-Tesis doctoral. Panamá: Universidad del Istmo, 2013
- \_\_\_\_\_. La Inteligencia Emocional como factor clave en el perfil de competencias docentes: el Caso de Docentes formadores universitarios. Universidad de Panamá: Instituto Centroamericano de Administración y Supervisión de la Educación (ICASE), 2014
- CASTRO, Toscano y Vigueras; La V de Gowin como Estrategia Didáctica para el Aprendizaje Significativo en el Desarrollo de Proyectos de Titulación. 2004. Acceso: 22/1/13 [http://www.academia.edu/8031170/La\\_V\\_de\\_Gowin\\_como\\_Estrategia\\_Did%C3%A1ctica\\_para\\_el\\_Aprendizaje\\_Significativo\\_en\\_el\\_Desarrollo\\_de\\_Proyectos\\_de\\_Titulaci%C3%B3n](http://www.academia.edu/8031170/La_V_de_Gowin_como_Estrategia_Did%C3%A1ctica_para_el_Aprendizaje_Significativo_en_el_Desarrollo_de_Proyectos_de_Titulaci%C3%B3n)
- CUTCLIFFE, S.H.. Ciencia, Tecnología y Sociedad: un campo disciplinar, en Medina y Sanmartín (eds.) Ciencia, Tecnología y Sociedad. Estudios interdisciplinarios en la universidad, en la educación y en la gestión pública. (pp. 20-41). Anthropos, Barcelona. 1990
- EDWARDS, K.M. Everyone's guide to successful project planning: Tools for youth. Portland, 2000. Acceso: 8/05 <http://ceupromed.uco.mx/revista/PdfArt/1/27.pdf>
- DIAZ BARRIGA, Frida y Hernández, Gerardo.. Estrategias docentes para un aprendizaje significativo: una interpretación constructivista. México, McGraw.Hill. 1999
- DÍAZ BARRIGA, Frida. Los profesores ante las innovaciones curriculares. RIES Vol. 1, Núm. 1: 31 de mayo

2010. Acceso: 22/3/13 <http://ries.universia.net/index.php/ries/article/view/35/innovapdf>
- FERNANDEZ, Flavio H y Duarte, Julio E. El Aprendizaje basado en problemas como estrategia para el desarrollo de competencias específicas en estudiantes de Ingeniería. *Form. Univ.* [online]. 2013, vol.6, n.5, pp. 29-38. Acceso: 25/11/14 [http://www.scielo.cl/scielo.php?pid=S0718-50062013000500005&script=sci\\_arttext](http://www.scielo.cl/scielo.php?pid=S0718-50062013000500005&script=sci_arttext)
- FONSECA, Ma y Aguaded, J. (2007). "Enseñar en la universidad. Experiencias y propuestas de docencia universitaria. La Coruña, Netbiblo
- GALEANA, Lourdes. Aprendizaje basado en proyectos. *Revista: Universidad de Colima.* Acceso: 25/11/14 <http://ceupromed.ucol.mx/revista/PdfArt/1/27.pdf>
- GELLON, F., Rosenvasser Feher, E., Furman, M. y Golumbeck, D., La ciencia en el aula. Lo que nos dice la ciencia de cómo enseñarla. Buenos Aires: Paidós, 2005. Acceso: 24/11/14 <https://formacioncontinuaedomex.files.wordpress.com/2012/12/s2p2.pdf>
- GONZALEZ-LOPEZ, E.; Garcia-Lazaro, I.; Blanco-Alfonso, A. y Otero-Puime, A.. Aprendizaje basado en la resolución de problemas: una experiencia práctica. *Educ. méd.*[online]. 2010, vol.13, n.1, pp. 15-24. Acceso: 24/11/14 <http://dx.doi.org/10.4321/S1575-1813201000010005>.
- HARLEN, W. y Jelly, S. (1989/1997). *Desarrollando ciencia en el salón de clases de primaria*, Essex, Inglaterra: Addison Wesley Longman, LTD
- LAMAS, Daniela. La enseñanza de la Química de los Alimentos a través de Actividades de Investigación y Extensión. Universidad Nacional del Sur, Argentina. Madrid: Grupo Editorial Garceta. Enseñanza y divulgación de la Física y la Química. 2012. Acceso: 28/10/14 <http://quim.iqi.etsii.upm.es/vidacotidiana/EnsenanzayDivulgacion%282012%29.pdf>
- LEÓN, O. L., Díaz Celis, F., & Guilombo, M. (2014). Diseños didácticos y trayectorias de aprendizaje de la geometría de estudiantes sordos, en los primeros grados de escolaridad. *Revista Latinoamericana de Etnomatemática*, 7(2), 9-28. Acceso: 27/11/14 <http://www.revista.etnomatematica.org/index.php/RLE/article/view/109>
- MAYORGA, Ma José y Madrid, Dolores. (2010) Modelos didácticos y Estrategias de enseñanza en el Espacio Europeo de Educación Superior. *Tendencias Pedagógicas* No 15. Vol. 1
- MARTÍ, Salvador et al. Los retos de América Latina en un mundo de cambio. *Revista CIDOB d'afers internacionals*. No 85-85. 2009. Acceso: 9/4/11 [http://www.cidob.org/es/publicaciones/revistas/revista\\_cidob\\_d\\_afers\\_internacionals/los\\_retos\\_de\\_america\\_latina\\_en\\_un\\_mundo\\_en\\_cambio](http://www.cidob.org/es/publicaciones/revistas/revista_cidob_d_afers_internacionals/los_retos_de_america_latina_en_un_mundo_en_cambio)
- MCLEAN, Reinaldo. La indagación como estrategia en la enseñanza de Química en la Universidad Tecnológica de Panamá. *Disertación en Programa de doctorado en Educación e Investigación*. Panamá: Universidad del Istmo. 2012
- MORALES-BUENO P., Landa-Fitzgerald V. Aprendizaje basado en problemas. *Problem-based learning. Theory* 2004; 13: 145-7. Acceso: 24/11/14 [http://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci\\_nlinks&ref=1259438&pid=S1575-1813201000010000500005&lng=es](http://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_nlinks&ref=1259438&pid=S1575-1813201000010000500005&lng=es)
- MOREIRA, Marco. La teoría de los campos conceptuales de Vergnaud, la enseñanza de las ciencias y la investigación en el área. Brasil: Instituto de Física. Universidad Federal do Rio Grande do Sul. 2004
- MOREIRA, M., Concesa, C. y Vergnaud, G. La Teoría de los Campos Conceptuales y la Enseñanza/Aprendizaje de las Ciencias. España: Universidad de Burgos. 2009
- MOYA, A., Chaves, E., Castillo, K. La investigación dirigida como un método alternativo en la enseñanza de las ciencias. Costa Rica: Universidad Nacional, Heredia, 2011
- NATIONAL ACADEMY OF ENGINEERING AND NATIONAL RESEARCH COUNCIL. *STEM Integration in K-12 Education*. EU: National Academies Press, 2014. Acceso: 13/10/14 [http://www.nae.edu/STEM\\_Integration\\_K12.aspx](http://www.nae.edu/STEM_Integration_K12.aspx)
- NATIONAL ACADEMIES Presss. *How People Learn: Brain, Mind, Experience, and School: Expanded Edition*. Washington, DC: The National Academies Presss, 2000
- NATIONAL SCIENCE FOUNDATION (NSF). *Foundations*. Volume 2. Chapter 7. 2000 Novak, J - Gowin, B. *Aprendiendo a Aprender*. Martínez Roca. Barcelona. 1988
- NOVAK, J. D., A. J. Cañas, *Theoretical Origins of Concept Maps, How to Construct Them, and Uses in Education*, *Reflecting Education Online Journal*, Vol 3, No 1-2 (2007)
- OSORIO, C. (2002). *La Educación Científica y Tecnológica desde el enfoque en Ciencia, Tecnología y Sociedad*. Aproximaciones y Experiencias para la Educación Secundaria. *Revista Iberoamericana de Educación es una publicación monográfica cuatrimestral editada por la Organización de Estados Iberoamericanos (OEI)*. No 28. Acceso: 13/10/14. <http://www.rieoei.org/rie28a02.htm>
- PORLÁN, Rafael (2000). *Constructivismo y escuela. Hacia un modelo de enseñanza-aprendizaje basado en la investigación*. Díada Editora S.L.
- RODRÍGUEZ, Carlos Enrique. (2004) *Didáctica de las ciencias económicas: una reflexión metodológica sobre su enseñanza*. Fundación Universitaria Andaluza. Acceso: 20/11/2014. <http://www.eumed.net/libros-gratis/2011d/1064/index.htm>
- SECRETARÍA GENERAL IBEROAMERICANA. *El rol de las universidades en el desarrollo científico y tecnológico*. Informe 2010. Editor: Bernabé Santelices. 2010
- RIVAS, Francisco. Panamá: crecimiento económico, conectividad y retos ambientales. 2012. Acceso: 8/6/13 <https://apronadpanama.wordpress.com/2012/07/18/panama-crecimiento-economico-conectividad-y-retos-ambientales/>
- TOBÓN, S. (2010). *Formación integral y competencias*. Pensamiento complejo, currículo, di-



- dáctica y evaluación. Ediciones ECOE, Colombia.
- UNESCO. La nueva dinámica de la educación superior y la investigación para el cambios social y el desarrollo. En: Conferencia Mundial sobre Educación Superior. Paris: Sede UNESCO, 5 al 8 de julio, 2009. Acceso: 21/1/2014 [http://www.unesco.org/education/WCHE2009/comunicado\\_es.pdf](http://www.unesco.org/education/WCHE2009/comunicado_es.pdf)
- \_\_\_\_\_. Sistemas Nacionales de Ciencia, Tecnología e Innovación en América Latina y el Caribe. Editor: Guillermo Lemarchand. 2010. Acceso: 8/6/2013. <http://unesdoc.unesco.org/images/0018/001871/187122s.pdf>
- VARGAS, J., Barrabtes, M., Rosel, V., Metodología de Aprendizaje basado en solución de problemas- Proyecto Uni-Trujillo. Perú. 2000
- VELASCO, Martha y MOSQUERA, Fidel. Estrategias didácticas para el aprendizaje colaborativo. Página 3. (Consultado 3 de Agosto de 2012). Acceso:25/11/14 [http://acreditacion.udistrital.edu.co/flexibilidad/estrategias\\_didacticas\\_aprendizaje\\_colaborativo.pdf](http://acreditacion.udistrital.edu.co/flexibilidad/estrategias_didacticas_aprendizaje_colaborativo.pdf)
- WAKS, L. (1990): «Educación en ciencia, tecnología y sociedad: orígenes, desarrollos internacionales y desafíos intelectuales», en: M. Medina y J. Sanmartín