

## Develando el currículo: Acompasando las ciencias y su enseñanza

*María Belén García*

mariabelen747@gmail.com

Universidad Católica Andrés Bello, Caracas, Venezuela

### Resumen:

La enseñanza de las Ciencias, y en particular de la Física, en las Escuelas de Ingeniería y Educación, ha sido una preocupación constante, fundamentalmente porque no se ha identificado un modelo que logre plenamente los objetivos en los procesos de enseñanza/aprendizaje. La práctica curricular y la educación evolucionan como resultado de los cambios sociales, económicos, políticos, culturales, científicos y tecnológicos, por tal motivo, es de vital importancia tomar las mejores decisiones a la hora de organizar una propuesta de enseñanza, en la que el currículo y los profesores constituyen los elementos centrales de ese proceso.

**Palabras Claves:** Currículo, Ciencia, Enseñanza, Ingeniería, Física, Didáctica.

### Abstract:

The teaching of science, in particular of physics, in Education and Engineer faculties, has been a constant concerning, mostly due to the lack of a teaching model that fully reaches the goals of the learning process. Education and curricula practice evolve as a result of social, economical, cultural, political, scientific and technological changes, so it is really important to take the best decisions at the moment to organize a teaching proposal, where the curricula and teachers are the central factors of the process.

**Keywords:** Curriculum, Science, Learning, Engineering, Physic, Didacticism.

## I. INTRODUCCIÓN

“Siempre que exista educación, habrá un plan de estudios”

Ralph Tyler, (1990)

El presente artículo intenta reflexionar sobre algunos de los desafíos más relevantes en los procesos de enseñanza y aprendizaje de las ciencias, y en particular de la física, en titulaciones de educación superior. La carencia de un modelo que logre plenamente los objetivos formativos contribuye a alimentar la polémica y justifica el repensar permanentemente el tema, abrevando en la literatura y en la propia experiencia docente. Estos desafíos van desde la fase de diseño curricular hasta el de la praxis educativa, por ello, temas de diseño de programas, el modo en que se entroncan con otras cátedras, o aspectos didácticos y de estrategias pedagógicas y evaluativas forman parte de un delicado mecanismo que solo puede lograr el objetivo final si están adecuadamente acoplados.

Estas líneas procuran abordar algunos de estos tópicos. En lo que concierne a currículo, se ha tratado de examinar esta problemática a la luz de las teorías curriculares más relevantes: Técnica, Práctica, Crítica y Postcrítica.

En segundo término, se precisan algunos elementos que contribuyen a mejorar la enseñanza de la física tratando a su vez de identificar áreas susceptibles a ser mejoradas.

Igualmente se dedica una breve sección al abordaje del papel de la física en la formación de ingenieros ya que este tópico presenta algunas especificidades que vale la pena considerar.

Y por último, se analizan los procesos de planificación y evaluación, y se propone el uso de algunas estrategias metodológicas que refuerzan la didáctica de la enseñanza de las ciencias.

## II. MARCO CONCEPTUAL

Currículo es la acepción singular en español del latín curriculum (carrera), y en plural currícula. Es un proceso abierto de continua evolución conceptual, que debe:

- Dar respuesta a las necesidades de formación ¿Qué profesional necesitamos?

- Determinar el qué, cómo, cuándo y para qué educamos
- Dar respuesta a los procesos de Enseñanza/Aprendizaje en los diferentes contextos
- Orientar los fines y propósitos de la Educación
- Contener metas, objetivos, contenidos, metodologías y evaluación
- Ser específico para cada nivel de concreción: Institucional, Plan de Estudios, Plan de área y Plan de clase
- Basarse en los fundamentos: Sociocultural y Antropológico, Filosófico, Psicopedagógico y Epistemológico que determinan los objetivos de la educación
- Ser coherente, integral, transversal, dinámico, continuo, participativo, actualizado, flexible y abierto a los cambios
- Potenciar el desarrollo de capacidades del individuo
- Poder ser compartido con otras organizaciones y agentes sociales

Cuando se analizan las concepciones de currículo expresadas por los diferentes autores, algunas poseen una visión reduccionista, ya que lo limitan al programa de una unidad curricular, o al plan de estudios, pero el currículo va más allá de esto, ya que debe considerarse desde la administración educativa del Estado, producto de un proceso consensuado y normativo donde se han establecido objetivos, destrezas y contenidos comunes obligatorios en el ámbito nacional (nivel de concreción macro), pasando por el proyecto de la Institución Educativa o instancias intermedias, con decisiones que toman los claustros de cada centro, las cuales dan lugar a todos los aspectos curriculares y pedagógicos plasmados en el Proyecto Educativo (nivel de concreción medio), hasta su operacionalización e implementación en el aula (nivel de concreción micro), donde con una planificación, equipos de profesores determinan los objetivos didácticos, competencias a desarrollar en los estudiantes, contenidos, estrategias de acompañamiento docente, trabajo independiente del estudiante, recursos, metodologías, y técnicas e instrumentos de evaluación de cada área.

Esta visión reduccionista la podemos observar en el concepto de currículo de Ralph Tyler [1]: “Es lo que ocurre a los niños en la escuela como

consecuencia de la actuación de los profesores”, o como expresa Walter Johnson citado por Sacristán [2]: “El currículo es la suma de las experiencias que los estudiantes realizan mientras trabajan bajo la supervisión de la escuela”, en contraposición con el de Richard Posner [3]: “El currículo es la concreción específica de una teoría pedagógica para volverla efectiva y asegurar el aprendizaje y el desarrollo de un grupo particular de estudiantes para la cultura, época y comunidad de la que hacen parte”, o como expone Lawrence Stenhouse [4]: “Tentativa para comunicar los principios y rasgos esenciales de un propósito educativo, de forma tal que permanezca abierto a discusión crítica, y pueda ser trasladado efectivamente a la práctica”.

Es notorio, como dice Gimeno Sacristán [2], que el currículo elude definiciones simples por la complejidad misma del concepto. (Figura 1)

El currículo tiene su origen en 1918 con una publicación que realiza Franklin Bobbit de su libro titulado “El currículo” [5] la cual fue el punto de partida que permitió establecer pautas para su subsiguiente desarrollo, en las que un gran número de autores, estudiaron el currículo desde diferentes perspectivas, teorías y conceptos.

La primera etapa en el desarrollo de la teoría curricular está ubicada entre 1920-1950, cuando con la revolución industrial, a través de los principios de la gerencia científica de la industria, y con el impacto que produjo la efectividad del quehacer industrial, basado en la eliminación de la ineficiencia y en la maximización de la productividad, se trasladaron esas nociones al quehacer de la escuela, lo que hizo que se viera al maestro como un obrero y al estudiante como un producto (materia prima a ser procesada y transformada). Representada principalmente por Franklin Bobbit, Ralph Tyler e Hilda Taba [5,1,6], y conocida como Teoría Técnica del currículo.

Esta teoría percibe el currículo como una selección y estructuración de objetivos, que propicia el desarrollo de modelos de control social y adoctrinamiento, basándose en el desarrollo de competencias profesionales específicas, donde el docente es el experto, provisto de competencias y habilidades técnicas, y el aprendiz un ser pasivo, considerado como un agente de su propio aprendizaje, llamado a lograr los objetivos en un tiempo previsto.

Ralph Tyler e Hilda Taba, amplían el concepto de currículo de Bobbit entendido como “Gestión Eficiente”, al de “Método Racional” en el que se determina el proceso: Diseño de Objetivos, Selección de experiencias de aprendizaje, organización de dichas experiencias, y evaluación, y al que posteriormente Taba le suma un paso previo que es el del diagnóstico de necesidades.

La segunda etapa en el desarrollo de la teoría curricular está ubicada entre las décadas de los 60 y 80, conocida como Teoría Práctica y cuyos principales representantes son Dewey, Schwab y Gimeno Sacristán [7,8,2].

Esta teoría considera a la sociedad y a la cultura con un punto de vista más dinámico acerca del papel de la educación, de las escuelas y de los profesores. Pretende una calidad educativa con profesionalismo del docente, además de estar fundamentada en la experiencia validada, donde el docente juzga procesos y es visto como un agente de cambio y el aprendiz es llamado a participar, a ser responsable y creativo.

La tercera etapa de la teoría curricular está ubicada entre las décadas de los 80 y 90, conocida como Teoría Crítica y cuyos máximos representantes son: Kemmis, Carr y Stenhouse [9,10,4], entre otros, autores que han contribuido a la configuración de las teorías curriculares.

Esta teoría propicia la participación comunitaria, legitimando la práctica escolar orientándola al cambio social, por lo que existe un enfrentamiento entre sociedad y educación, en el que el docente es un generador de ideología, y por tanto, existe prioridad de los valores críticos-ideológicos sobre los objetivos, además, el aprendiz es llamado a autoreflexionar, a que se comprenda a sí mismo y tenga una conciencia crítica, en conclusión tiene un papel activo en su aprendizaje. El carácter constructivo de esta teoría determina la enseñanza como una práctica.

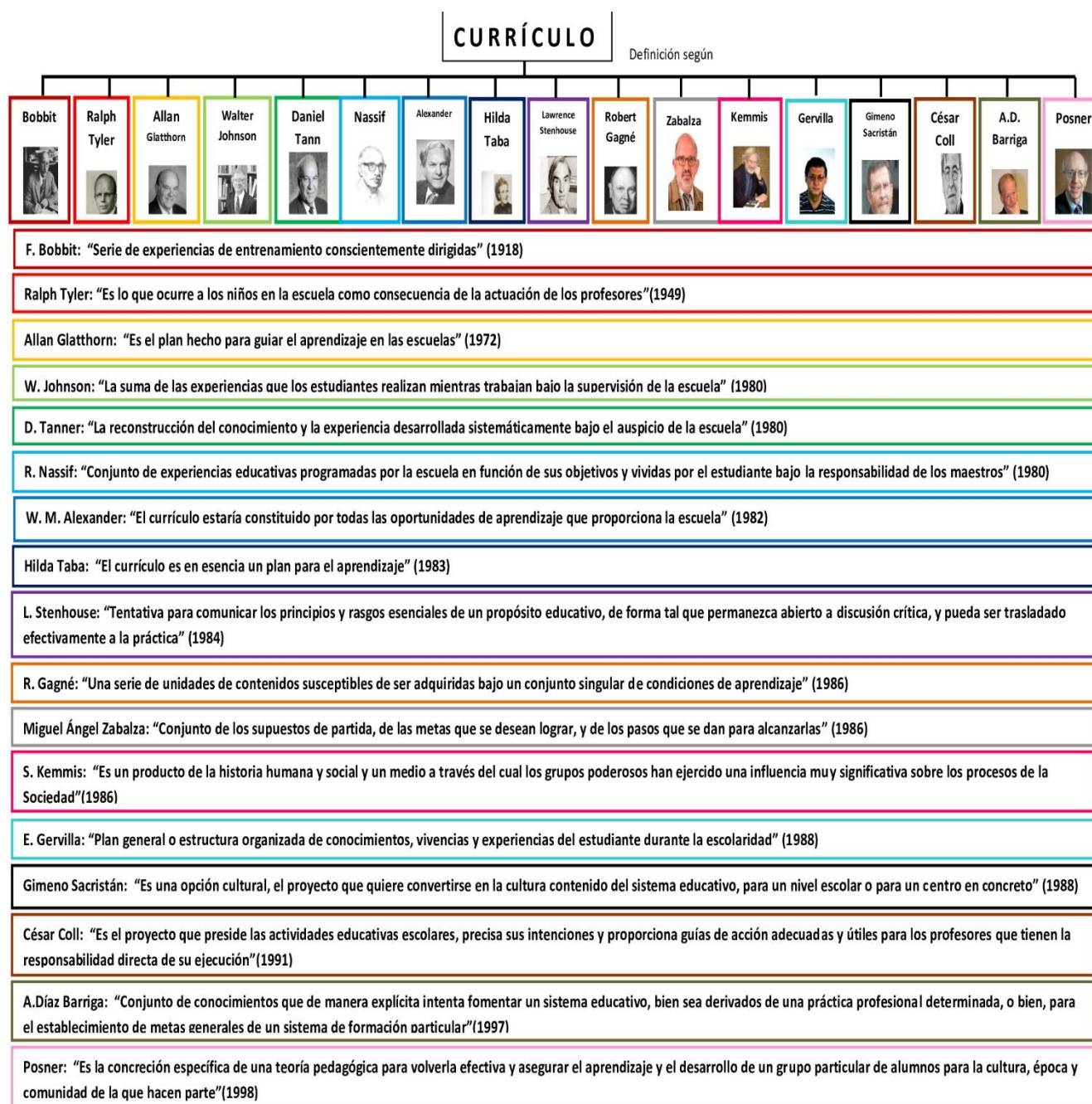


Figura 1: Evolución del concepto de Currículo. Fuente: Elaboración propia

La cuarta etapa de la teoría curricular está ubicada entre la década de los 90 y la actualidad, conocida como Teoría Postcrítica y cuyos máximos

representantes son: De Alba, Da Silva y Moreira [11,12].

Esta teoría reformula algunos análisis de la teoría crítica, percibe el currículo como una práctica cultural y de significación, ligada a la diversidad. Considera el currículo como una síntesis de elementos culturales, costumbres, creencias y valores. Se fundamenta en que el hombre es el resultado de la producción social

y cultural, se basa en la identidad y subjetividad, el docente asegura el aprendizaje a través de técnicas innovadoras y pretende que el aprendiz logre el pleno desarrollo de la personalidad, se vincula con el contexto, la estructura y el lenguaje. (Figura 2).

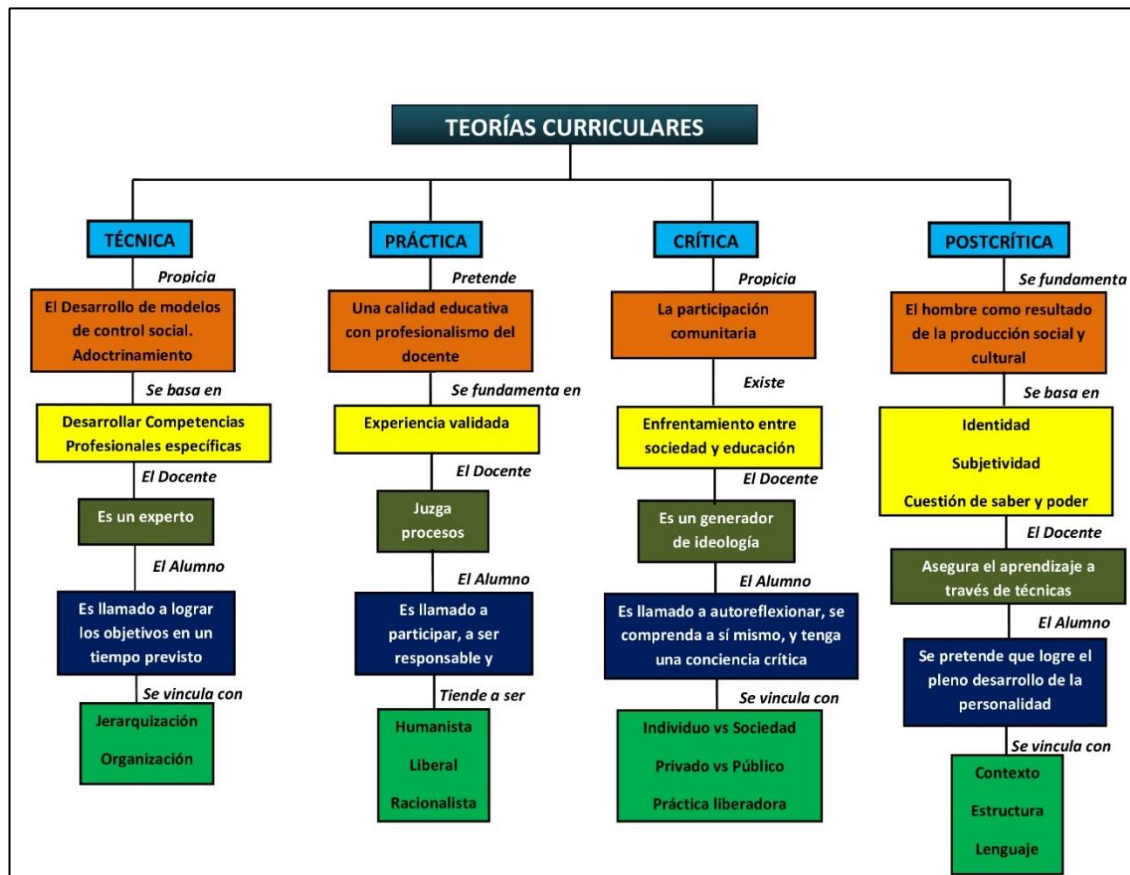


Figura 2: Teorías Curriculares. Fuente: Elaboración propia

Al revisar las diferentes teorías curriculares y su desarrollo a través de los años, descubrimos que cada una de ellas va evolucionando, ninguna es estable, así también le ocurre a la práctica curricular y a la educación como resultado de los cambios sociales, económicos, políticos, culturales, científicos y tecnológicos, por tal razón, es de suma importancia tomar las mejores decisiones a la hora de organizar una propuesta de enseñanza, en la que el currículo y

los profesores constituyen los elementos centrales de ese proceso.

### III. LA ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS EN LAS ESCUELAS DE INGENIERÍA Y EDUCACIÓN

“No existen ciencias en el sentido de nuestros racionalistas; sólo hay humanidades. Las ciencias en cuanto opuestas a las humanidades sólo existen en

las cabezas de los filósofos cabalgadas por los sueños” Feyerabend [13].

Esta visión que proporciona Feyerabend, supera la rivalidad habitual entre ciencias y humanidades porque no existe una desconexión de la ciencia con los otros saberes. Cada vez más se propone el diálogo de saberes, ciencia, cultura y sociedad no son entes aislados, sino que la necesidad de la transdisciplinariedad se impone para establecer puentes entre los diversos campos especializados.

También se podría asumir la crítica al detectar una nueva ignorancia ligada al desarrollo mismo de la ciencia. Las amenazas graves que enfrenta la humanidad están ligadas al proceso ciego e incontrolado del conocimiento. Y en palabras de Edgar Morin [14]: “Es necesario tomar conciencia de la naturaleza y de las consecuencias de los paradigmas que mutilan el conocimiento y desfiguran la realidad... el problema actual de la ciencia es la compartimentación del conocimiento, mientras que la cultura general busca la posibilidad de poner en contexto toda la información y las ideas, la cultura científica o técnica, debido a su carácter disciplinario especializado, enfrenta cada vez mayores dificultades”. Actualmente, la complejidad del pensamiento lleva a que todo hecho trascendental debe ser analizado en su contexto social, político, humano, ecológico, tomando en cuenta el mundo global.

Otorgar un lugar propicio a la ciencia y a su estudio es la tarea que los docentes en ciencias deben proponerse.

El desarrollo humano va de la mano con el progreso científico. Los espectaculares éxitos conseguidos por la ciencia desde el siglo XVIII, determinaron que muchos la tomaran como árbitro ineludible de cualquier asunto. La ciencia ha llegado a invadir todos los ámbitos de la vida social y personal. Vivimos bajo su influjo y sometidos a sus productos. Desde su poder y su prestigio y desde el temor que suscita, juzga y define las actitudes y costumbres de los hombres de hoy [15].

La Física es una ciencia poderosamente dinámica y cambiante, por lo que su estudio no puede ser una realidad de abordaje simple.

La educación tampoco es nada sencilla, ha de hacer necesariamente referencia a lo más profundo de la persona, a la sociedad en evolución, a la cultura en la que se desarrolla, entre otros.

La Física al igual que otras ciencias de la naturaleza, engloban un elevado valor cultural. Para poder comprender el mundo moderno y su desarrollo tecnológico, es necesario poseer conocimientos de Física.

La enseñanza de la Física debe lograr que el individuo tenga una visión del mundo, debe conseguir que partiendo de un conocimiento común, se desarrolle uno más elaborado, más científico. Debe generar espacios donde la reflexión, la creatividad, la crítica y el análisis se fomenten.

Los cursos de Física en las Escuelas de Ingeniería y Educación, han estado centrados en teorías científicas y aplicaciones tecnológicas, pero las nuevas corrientes pedagógicas hacen énfasis en el proceso de "indagación" científica.

De todo esto, se pueden formular las siguientes interrogantes:

¿Cuál es la mejor manera de enseñar la ciencia a los estudiantes? ¿Qué es lo que la enseñanza de las ciencias debe cambiar?

Enseñar ciencia no debe tener como fin presentar a los estudiantes los resultados de la ciencia como: “saberes terminados y definitivos” hechos por otros. Al contrario, se debe enseñar la ciencia como un saber provisional, para que el educando, participe de algún modo en el proceso de elaboración del conocimiento científico, con sus dudas e incertidumbres, de tal forma que el aprendizaje sea un proceso constructivo, y no, un proceso repetitivo como una receta de cocina.

El aprendizaje de las ciencias no ocurre de manera espontánea, es un aprendizaje difícil que requiere de mucho apoyo y de unas aptitudes especiales por parte del aprendiz para conseguirlo. Por eso, el docente constituye el ente principal para ayudar a los estudiantes a esta apropiación cultural de la práctica de la ciencia.

Entre los principales objetivos que debe tener claros el educador en ciencias están:

- Preparar a las personas para que disfruten de una mejor calidad de vida individual y grupal.
- Dotar a las personas de una visión global de la realidad, que les permita entender y comprender el mundo en el que viven.
- Favorecer para que esa comprensión del mundo haga posible una relación individuo/entorno más conexas.
- Desarrollar en el estudiante un razonamiento lógico y crítico.
- Promover que la experiencia educativa no sea en islas, fragmentaria.
- Propiciar la propia identidad en las personas.
- Formar personas que estén conscientes de su capacidad de aprendizaje.

La enseñanza de la Física en la primaria y la educación básica es bastante escasa, frecuentemente se explican fenómenos naturales relacionados más con la biología y la ecología.

Por lo general, los profesores enseñan de una forma que es consistente con su propia forma de aprender, pero puede que para el estudiante, esa no sea la forma más adecuada. Desde hace muchos años, se han construido varias teorías sobre el aprendizaje, la mayoría de ellas tienen puntos importantes a favor de un buen aprendizaje, pero después de un tiempo, son olvidadas y sustituidas por otras que para el momento parecen más completas.

En las escuelas de Ingeniería y Educación, se investiga continuamente sobre la enseñanza de las Ciencias. Se pueden obtener libros, revistas y artículos, por otra parte, se dictan talleres y congresos donde se presentan estudios sobre la enseñanza de las ciencias y los avances obtenidos. Sin embargo, existe mucha ausencia de las aplicaciones de estos estudios al trabajo de aula diario, ya sea, entre otras cosas, porque los profesores no pretenden cambiar sus estrategias metodológicas, ni paradigmas, no dominan los contenidos, porque el número de estudiantes es muy numeroso y el trabajo en aula debe ser distinto, o porque en el transcurso de los años de estudio de los estudiantes, los profesores no han conseguido desarrollarles un razonamiento lógico abstracto.

La puesta en práctica por parte de los docentes de un currículo integrador de saberes enfrenta retos como consecuencia de la misma estructuración de los programas, principalmente por el exceso de contenidos.

#### IV. LA FORMACIÓN EN FÍSICA PARA LOS INGENIEROS

La enseñanza de las ciencias fácticas y de la física en particular presenta ciertas especificidades en las titulaciones de ingeniería, algunas de las cuales se abordarán en esta sección del artículo.

Las ciencias básicas tienen un papel fundamental en la ingeniería. Su presencia insoslayable se puede observar en la dimensión formativa (docencia), en la investigación y en el desarrollo de tecnologías indispensables para el ejercicio de la disciplina ingenieril.

La enseñanza de la física para ingenieros debe encarar al menos tres retos, dos de carácter conceptual y uno coyuntural. El primero está asociado al manejo riguroso de aspectos básicos de la teoría que son claves para el modelaje de problemas, situaciones y soluciones. El segundo que debe articularse acompasadamente con el primero, supone la posibilidad de operacionalizar y “aterrizar” los elementos teóricos en las múltiples aplicaciones que estarán presentes en la cotidianeidad del ejercicio profesional de los futuros ingenieros. El equilibrio entre las dimensiones teóricas y aplicadas sin duda redundará en profesionales sólidamente formados capaces de enfrentar situaciones y problemas inéditos con el bagaje necesario. El tercer reto alude a las enormes deficiencias formativas que tienen la mayoría de los bachilleres que ingresan a la educación superior, lo cual supone un esfuerzo adicional para el docente y para las instituciones en términos de cómo nivelar y cómo enseñar un programa que presupone un nivel formativo no alcanzado.

El diseño curricular de las asignaturas vinculadas a la física en las titulaciones de ingeniería debe considerar los retos previamente enunciados, con lo cual la formulación de las siguientes interrogantes resulta tan inevitable como pertinente: ¿Qué contenidos tratar en las clases? ¿Con qué nivel de profundidad? ¿Qué diferencia debe existir entre un curso de física para un ingeniero, para un educador en ciencias y para un físico? ¿Cómo relacionar el curso de física con los cursos propios de ingeniería?

¿A qué contenidos se les debe hacer mayor hincapié? ¿Qué tipo de problemas se deben resolver en clase? ¿Qué estrategias didácticas utilizar? Desde luego estas preguntas y sus respuestas transcurren desde la fase de diseño hasta llegar a las sesiones formativas, siendo el docente quien al fin y al cabo las responde en la práctica.

Estos retos, el modo de encararlos, las interrogantes y propuestas de respuestas, están presentes en la literatura y los debates sobre el papel de la física en la formación de ingenieros, y podríamos afirmar que es posible identificar algunos elementos sobre los que se observa cierto grado de consenso.

Uno de estos elementos en cuestión es, como lo sostienen Duarte y Caballero [16] el “reconocimiento de la forma como se estructura la Física y su lenguaje” como elemento básico para facilitar la comprensión de la disciplina.

Por tratarse de una ciencia fáctica, resulta útil la comprensión del modo en que se estructura el conocimiento científico en la enseñanza de la física. En tal sentido, dos de los ya clásicos criterios o dimensiones del conocimiento científico propuestos por Bunge [17]: sistematicidad y metodicidad, pueden resultar orientadores, ya que permiten mostrar de manera relativamente sencilla el origen y el modo en que los contenidos teóricos a ser presentados se han estructurado.

El primero, la sistematicidad, por cuanto que “la ciencia está integrada por un conjunto orgánico, integrado y sistematizado de conocimientos”. De ahí que resulte imprescindible que el profesor de física logre develar al educando los sistemas de conocimiento que le permitan comprender la relación entre los fenómenos y leyes físicas. Para ello el docente ha de organizar y estructurar la clase analizando en un primer momento situaciones fundamentales, y a partir de ellas, realidades más complejas, con lo cual se hace posible profundizar en los contenidos de la disciplina con la rigurosidad matemática requerida. Esto resulta crucial puesto que el lenguaje de la física es la matemática.

Las demostraciones son un recurso muy valioso para el logro del aprendizaje significativo ya que propicia que el estudiante conecte con el sentido y fundamentación del tema tratado. También el uso de la historia contribuye a potenciar el aprendizaje, ya

que organiza, clasifica y relaciona el modo en que se ha ido construyendo el conocimiento científico en torno a los fenómenos estudiados. Y dada la complejidad del objeto de estudio resulta necesario la adopción de un enfoque interdisciplinar, donde cada disciplina aporte dentro de su campo de estudio, la comprensión y solución de problemas de manera integral a través de la combinación de saberes científicos interconectados. Esto permite desembocar en otro componente fundamental que es la aplicabilidad de la teoría en las distintas vertientes de la ingeniería.

La metodicidad también juega un rol preponderante en los procesos de enseñanza y aprendizaje. La comprensión por parte del estudiante de este proceso que involucra el planteamiento de un problema, la formulación de una hipótesis, el diseño de experimentos o experiencias para la comprobación, observación, toma de datos a través de la medición, análisis y por último la elaboración de conclusiones. En otros términos, la sustentación de la experiencia que conllevan las materias que requieren el uso de laboratorios en donde se puede constatar directamente la aplicación del método científico.

La enseñanza de la Física tiene entonces que pasearse con fluidez por estos terrenos que están integrados y articulados, la teoría, la práctica y la consecuente aplicación en la resolución de problemas con los que se enfrentará el ingeniero en su vida profesional.

Este viaje es más una odisea que un paseo que hace que el docente de esta disciplina se enfrente entonces a un reto nada sencillo, como lo es trabajar con las dos dimensiones antes enunciadas, incluso obviando lo comentado previamente sobre las endebles bases con la que llegan la mayoría de los bachilleres a los cursos de física básica lo cual por sí solo ya constituye un problema complejo de enfrentar.

## V. EL CURRÍCULO Y LA ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS

Un currículo, para optimizar la enseñanza de las ciencias, debe diseñarse de tal manera que profesores de los diferentes niveles de educación, reconociendo los problemas existentes en los procesos de enseñanza/aprendizaje de las ciencias y mediante una labor investigativa, reconozcan y



analicen con profundidad dichos problemas, formulen e implanten estrategias y establezcan planes de seguimiento y evaluación, para luego, ajustar en el nivel de concreción micro (aula de clase), la **planificación, didáctica y evaluación** del docente en su praxis educativa.

Un buen diseño del currículo para la enseñanza de las ciencias es aquel que identifica las metas de instrucción asociadas. Un primer paso podría ser contestando las siguientes interrogantes [18]:

- ¿Se quiere que el aprendiz vea la ciencia como un conjunto de conocimientos estáticos o más bien como un proceso dinámico?
- ¿Qué peso se le otorga al cómo se conoce en contraste con el qué se conoce?
- ¿Qué valor se le concede a la adquisición de un conocimiento en contraposición a la adquisición de destrezas?
- ¿Se desea que los estudiantes adquieran experticia en el razonamiento cualitativo que les permita analizar nuevas situaciones?

Es importante reflexionar sobre estas preguntas, no existe una única respuesta a ellas, cada sociedad es diferente. En Venezuela se deben revisar y actualizar.

#### *A. La planificación*

Todo profesional de la educación reconoce la importancia de la planificación como pieza fundamental de su tarea educativa. Planificar mejora la calidad educativa porque ayuda al profesor a orientar su trabajo en aula, y a trabajar en equipo de forma coordinada. A través de ella se pueden prever, seleccionar y organizar las actividades que se desarrollarán durante los procesos de enseñanza/aprendizaje.

La planificación debe diseñarse con anterioridad a la práctica educativa, ya que es la forma de preparar el conjunto de actividades que la consolidarán, y que encaminarán al docente a preguntarse por todos los elementos del currículo: qué, cómo, cuándo, dónde, para qué y con qué enseñar y evaluar. En ella se deben especificar los contenidos, objetivos, competencias a desarrollar, actividades, estrategias

metodológicas, estrategias evaluativas, recursos, espacio y tiempo, entre otros.

Lamentablemente, en el día a día, la planificación educativa queda relegada a una simple actividad burocrática, una exigencia formal a la que no se le presta la atención debida.

Todo proceso educativo debe reducir el nivel de incertidumbre, por tal motivo, hay que anticipar el desarrollo de la clase de manera que tenga estructura, consistencia, continuidad, orden, claridad y maximice el tiempo.

La planificación debe hacerse en función de las necesidades educativas de la población a la que va dirigida la enseñanza y es indispensable no sólo para organizar las actividades de clase, sino también para “proporcionar una clara comprensión de los elementos necesarios para el logro de objetivos, desarrollo de competencias, la toma de decisiones y para proveer una guía de aplicación diaria” [19].

#### *B. La didáctica*

Toda investigación en el área de la enseñanza se lleva a cabo dentro de un marco teórico proporcionado por la psicología educativa. Entre todas las corrientes de la psicología educativa que han predominado en las investigaciones de la enseñanza de las ciencias y que pareciera la más adecuada (pero no la única), es la Corriente Cognitiva. Ésta se basa en un modelo constructivista. Este modelo consiste fundamentalmente en lograr un cambio en las ideas intuitivas y acercarlas al conocimiento científico.

El modelo constructivista parte esencialmente de dos principios:

- El aprendizaje está condicionado por los conocimientos de los estudiantes.
- Los conocimientos se construyen a partir de ideas ya existentes en la estructura conceptual de cada persona.

Algunas de las estrategias metodológicas que refuerzan la didáctica de la enseñanza de las ciencias son:

- a) La motivación

- b) Actividades en grupo y discusiones
- c) Cambio de preconceptos
- d) Desarrollar armazón conceptual
- e) Experimentación y análisis de reportes
- f) La Historia
- g) Las demostraciones
- h) Uso de la tecnología

**a) Motivación:** Es necesario que los profesores logren motivar al aprendiz desde el primer día de clase. Hay al menos dos componentes que resultan eficaces en el proceso de motivación. El primero relacionado con la aplicación cotidiana de los hallazgos científicos, mostrando cómo tecnologías que están presentes en casi todas las facetas de la vida, son consecuencia del desarrollo científico. El segundo vinculado a orientaciones actitudinales del docente: conducirse de manera positiva, alegre, respetuosa, responsable, de justicia y equidad, además de denotar pasión por su trabajo.

**b) Actividades en grupo y discusiones:** Como la enseñanza de las ciencias suele ser rígida, estructurada y compleja, el uso de actividades grupales permite una participación más activa por parte de los estudiantes ya que se sienten más motivados, menos inhibidos y más libres de expresar sus ideas colaborando gratamente en el desarrollo de las actividades. No son aplicables en todo momento, dependen fundamentalmente del tópico que se está estudiando, de las características del grupo de estudiantes, del tiempo requerido para ellas y de los objetivos que se quieran alcanzar con dicha actividad.

**c) Cambio de preconceptos:** Cuando los estudiantes de la escuela llegan a un curso de tercer año, en el que por primera vez estudian Física y Química como materias, traen sus propias nociones sobre fenómenos naturales y sobre algunos conceptos que se les van a enseñar. Estas preconcepciones en muchos casos son complejas de remplazar, en especial aquellas que son creencias que obstaculizan el nuevo aprendizaje.

Entender las nociones científicas de fuerza, corriente eléctrica, movimiento y energía, implica también interpretarlas. La interpretación de los fenómenos físicos requiere modificar las estructuras conceptuales desde las que se interpretan [20].

Entre las fuentes más comunes de las preconcepciones podemos señalar:

- La cultura, de la civilización de la que forma parte, y en un contexto globalizado otras culturas influyentes
- Lectura de libros u otros materiales de divulgación científica
- Observaciones diarias y experiencias de la vida
- Vocabulario científico vs lenguaje cotidiano
- Medios de comunicación

El aprendiz posee su propia estructura mental (ecología mental) que para él tiene coherencia, y más aún cuando son situaciones que ha visto o vivido y que le son útiles. Por lo general, las preconcepciones son espontáneas o son analogías que hace el individuo.

Para conseguir el cambio conceptual es necesario que:

- Exista una inconformidad por parte del aprendiz respecto a sus concepciones.
- Se le ofrezca al estudiante una alternativa que la encuentre útil y lo lleve a reestructurar su conocimiento, porque lo pone en conflicto consigo mismo.
- La alternativa sea congruente con otros saberes del educando.

Antes de iniciar un tema, es necesario indagar sobre los conocimientos previos del aprendiz en ese tópico, una buena práctica sería a través de discusiones en aula, que les concedan a los estudiantes expresar abiertamente sus ideas. Se deben elaborar instrumentos de prueba eficientes que

permitan evaluar exhaustivamente las dificultades más significativas del aprendizaje.

**d) Desarrollar el armazón conceptual:** Para construir el armazón conceptual es útil realizar un mapa conceptual. El mapa conceptual es un procedimiento gráfico que se utiliza para entender conceptos y relaciones entre ellos. Los mapas conceptuales jerarquizan las ideas y facilitan la síntesis de información de un contenido, de esta manera, los estudiantes establecen de una forma sistemática, las relaciones lógicas entre los contenidos científicos que conforman la materia. Se convierten en una herramienta de trabajo colaborativo entre profesor y estudiantes [19].

**e) Experimentación y análisis de reportes:** La práctica educativa ha mostrado que las grandes fallas a nivel del aprendizaje de la ciencia, y en particular de la Física, radican en el hecho de que ese aprendizaje no es significativo debido a que generalmente se le hace hincapié a lo operacional y no a lo conceptual.

La experimentación es una actividad que conlleva al estudiante a plantearse preguntas en torno a una situación real que le genera curiosidad, un conflicto cognitivo que lo motiva a explorar para adquirir conocimientos. La experimentación es necesaria tanto para la investigación como para la enseñanza de una ciencia.

No se puede mostrar la Física como un conjunto de razonamientos matemáticos que se limitan al simple hecho de aplicarlos a la resolución de problemas.

La realización de experimentos enriquece al aprendiz, ya que le proporcionan solidez y refuerzan el entendimiento de los temas trabajados. Logran que el estudiante tenga una mayor destreza manual, desarrolle la iniciativa, obtenga mayor retención del conocimiento, interprete de datos y medidas, agudice su sentido crítico y aprenda a trabajar en equipo.

Las experiencias o experimentos deben hacerse de tal manera que estimulen el proceso de reflexión en el estudiante.

Muchos profesores de ciencias utilizan una guía de laboratorio donde están explicadas

cada una de las actividades a realizar por el estudiante, pero hay que tener cuidado, ya que pareciera que sólo por ese método y siguiendo esos pasos se llega al descubrimiento. Las ciencias deben ser enseñadas como un proceso donde el aprendiz indague cada vez más, y no como un conjunto de información [18].

**f) La Historia:** Es primordial que las explicaciones del profesor en el aula de clase posean importantes notas históricas que sitúen a cada descubrimiento científico en una época determinada. Motivar al aprendiz con la lectura de biografías de científicos célebres, anécdotas, artículos y libros de divulgación científica.

La historia se puede emplear para lograr que el estudiante comprenda una idea de difícil percepción de un modo más sencillo, además de conseguir la atención de los estudiantes en clase. Ayuda a ubicar temporalmente grandes ideas, señalar la problemática de cada época con su respectiva evolución, y conectar históricamente la física con otras ciencias [19].

**g) Demostraciones:** Las demostraciones son una herramienta fantástica para ser utilizada en clase, pero se debe tener cuidado a la hora de seleccionarla, de cómo desarrollarla, y en qué momento de la clase realizarla para evitar distracción en los estudiantes, ya que a ellos les suelen parecer aburridas, complicadas y carentes de sentido. Una buena demostración es aquella que logra la atención del estudiante, la que tiene un factor sorpresa porque ilustra un concepto oscuro de manera conveniente. Se debe evitar que el aprendiz se centre en lo espectacular, en lo que genera impacto en los sentidos, y no en la importancia y el trasfondo de lo demostrado.

**h) La tecnología:** Las innovaciones en el uso de las TICs por parte de los docentes como herramienta de apoyo para la enseñanza de las ciencias, ha disminuido la brecha entre los nativos digitales, los llamados *millennials*, y los profesores. A este respecto, es necesario formar al docente en el buen uso

de la tecnología, vista no solo como un computador con internet, sino como un medio de aprendizaje para el estudiante. Cada vez podemos acceder más a videos instruccionales elaborados por profesores, videos en la web, uso de redes sociales, de simuladores de prácticas de laboratorio para comparar los resultados teóricos con los experimentales en los diferentes montajes, y todos los recursos que la web puede ofrecer para reforzar las explicaciones y lograr en los estudiantes un aprendizaje significativo.

### C. La evaluación

Evaluar la educación, es valorar la eficacia y calidad de los procesos de enseñanza/aprendizaje que propician los profesores en las aulas.

Los docentes necesitan actualizar sus conocimientos sobre la disciplina que imparten, pero aún más importante, saber de qué manera pueden mejorar su actividad cotidiana.

La evaluación va adquiriendo mayor sentido, en la medida que perfeccione la acción docente. La evaluación posee una connotación principalmente social, técnica y pedagógica: Social porque está íntimamente relacionada con la éxito y promoción, o con el fracaso y la deserción escolar, Técnica porque es necesario diseñar con prontitud instrumentos confiables para su validación, Pedagógica porque encierra una gran responsabilidad sobre la conducta de los actores implicados en el proceso [19].

Cada vez más la evaluación está presente en los procesos de enseñanza/aprendizaje y no solamente al final como una coetilla para adjudicar una sentencia con una nota al estudiante. Se considera como el núcleo central de todo proceso educativo, por lo que debemos desechar la idea de que es la última actividad a realizar y de que tiene únicamente un carácter administrativo.

Una buena evaluación favorece el trabajo eficaz del aprendiz y su rendimiento, simultáneamente que informa al profesor sobre los cambios que debe implantar en su papel de agente y guía de la enseñanza y el aprendizaje [21].

Todo ello nos lleva a redefinir la evaluación como: Un proceso sistemático en el que luego de obtener la información necesaria, es valorada para después tomar las decisiones pertinentes orientadas a la mejora de la práctica.

Los países que quieran mantenerse en los primeros puestos con industrias competitivas, y un elevado nivel tecnológico y científico, han de fortalecer la calidad de la enseñanza de las ciencias a todos los niveles, esto se logrará mientras se formen personas socialmente responsables y libres, con capacidad de respuesta crítica a las ventajas y desventajas de la ciencia en la sociedad, y sólo lo lograremos si la evaluación del proceso educativo se realiza de una forma rigurosa y coherente.

## VI. REFLEXIONES FINALES

Es evidente que así como la ciencia evoluciona, el perfil de los estudiantes cambia constantemente, esto representa un doble desafío para el educador. Por una parte tiene que estar actualizado sobre los contenidos sustantivos de la disciplina, y por otra, debe revisar y adecuar constantemente su praxis. En tal sentido, es necesario generar permanentemente un proceso de reflexión y evaluación sobre los métodos de enseñanza de las ciencias en las Facultades de Ingeniería y Educación para poder lograr el objetivo de formar y desarrollar competencias en el estudiantado. La revisión de un currículo para la enseñanza y aprendizaje de las ciencias es indispensable.

## BIBLIOGRAFÍA CITADA

- [1] TYLER, R. (1986). *Principios Básicos del Currículo*. Buenos Aires. Editorial Troquel.
- [2] SACRISTAN, G. (1991). *El Currículum: una reflexión sobre la práctica*. España- Madrid. Ediciones Morata.
- [3] POSNER, R. (1998). *Análisis del Currículo*. Colombia. McGraW Hill.
- [4] STENHOUSE, L. (1991). *Investigación y Desarrollo del Currículum*. España-Madrid. Ediciones MORATA.
- [5] BOBBITT, F. (2012). *Curriculum-Making in Los Angeles*. HardPress.

[6] TABA, H. (1974). *Elaboración del Currículum*. Buenos Aires. Editorial Troquel.

[7] DEWEY, J. (2004). *Democracia y Educación*. España-Madrid. Ediciones MORATA.

[8] SCHWAB, J. (1969). JOURNAL ARTICLE: The practical: a language for curriculum. 78 :1-23.

[9] CARR, W. Y KEMMIS, S. (1988). *Teoría Crítica de la Enseñanza*. España. Martínez Roca.

[10] KEMIS, S. (1988) *El currículo más allá de la Teoría de la Reproducción*. España-Madrid. Ediciones MORATA.

[11] DE ALBA, A. (1998). *Curriculum: Crisis, mito y perspectivas*. Argentina. Miño y Dávila Editores S.R.L.

[12] DA SILVA, T. T. (1999). *Documentos de Identidad: Una introducción a las teorías del currículo*. Belo Horizonte. Auténtica Editorial.

[13] FEYERABEND, P. (1996). *Adiós a la razón*. Madrid. Editorial Tecnos.

[14] MORIN, E. (1998). *Introducción al pensamiento complejo*. Argentina. Gedisa.

[15] SÁNCHEZ RON, J. M. (1992). *El poder de la Ciencia. Historia socioeconómica de la Física (Siglo XX)*. Madrid. Alianza.

[16] DUARTE, J., CABALLERO, F., & MORALES, F.H.(2013). La enseñanza de la física en los currículos de ingeniería. *REVISTA DE INVESTIGACIÓN, DESARROLLO E INNOVACIÓN*, 4(1), 45-55.

[17] BUNGE, M. (1991). *La Ciencia: Su Método y su Filosofía*. Buenos Aires. Editorial Siglo Veinte.

[18] NOGUERA, A. (2005). *Metodología para la Enseñanza de la Física*. Venezuela. Universidad de los Andes.

[19] GARCÍA S., M.B. (2009). *Práctica Docente*. Venezuela. Universidad Nacional Abierta.

[20] POZO, J. y Gómez, M. (2001). *Aprender y enseñar ciencia*. Madrid. Morata

[21] BLANCO T., M. (1994). *El proceso de la evaluación de los aprendizajes*. Mérida-Venezuela. Universidad de los Andes.

#### BIBLIOGRAFÍA CONSULTADA Y NO CITADA

- PORLAN, R., Martín, J. (1997). *El diario del profesor. Un recurso para la investigación en el aula*. Sevilla. Díada Editora.
- MONEREO, C. (Coordinador). (1999). *Estrategias de enseñanza y aprendizaje*. Barcelona. Editorial Graó.
- FERNÁNDEZ-RAÑADA, A. (2009). *Los científicos y Dios*. Madrid. Editorial Trotta.
- FLOREZ, R. (1994). *Hacia una Pedagogía del Conocimiento*. Colombia. McGraw Hill.
- FLOREZ, R. (2001). *Evaluación Pedagógica y cognición*. Colombia, Editorial Mc. Graw Hill.
- DIAZ B., A. (1977). *Didáctica y Currículum*. México. Paidós Educador.
- CABRERIZO, D. J. (1999). *Diseño, Desarrollo e Innovación Curricular*. España. Servicios de Publicaciones de la Universidad de Alcalá.