



**PERFILES
EDUCATIVOS**

ISSN 0185-2698

Tambutti Retamales, L. Romilio (1989)
**“LA ESTRATEGIA SIGMA: UNA FORMA RADICAL DE ABORDAR
EL FRACASO Y LA DESERCIÓN ESCOLARES”**
en Perfiles Educativos, No. 45-46 pp. 3-13.

LA ESTRATEGIA SIGMA. UNA FORMA RADICAL DE ABORDAR EL FRACASO Y LA DESERCIÓN ESCOLARES.

L. Romilio Tambutti Retamales*

*Para que un fenómeno F sea explicable de modo natural
es fundamental la percepción de la estructura completa
en la que está inmerso.
Hanson.*

*El progreso como ilusión se ha convertido en
progreso como fatalidad.*

José Medina Chavarría

INTRODUCCIÓN

En muchos países la llamada *mortalidad académica* es muy alta en los estudiantes de física e ingeniería. Por ejemplo, en el caso de la UNAM, ésta alcanza un promedio de aproximadamente el 70 por ciento en los últimos quince años. Dicho en otras palabras, de cada diez alumnos que ingresan solamente se gradúan tres, y por cierto que no se está del todo satisfecho con la preparación que muestran los que logran graduarse.

En el caso de las universidades, los altos porcentajes de deserción suelen no preocupar demasiado, ya que se piensa que la universidad tiene, entre otras tareas, la de seleccionar la élite que será la encargada de dirigir al país. Mas aún, en el caso de las facultades de ciencias, parece natural que éstas vayan seleccionando solamente a los “mejores”, pues sólo los “más capaces” podrán ser buenos físicos y científicos.

Naturalmente, si se aceptan los razonamientos anteriores, y se tratase de elegir a los más “aptos”, podríamos dejar tal tarea a los mecanismos tradicionales de “selección natural”. Lo anterior constituye, en la práctica concreta de nuestras universidades, una parte considerable de su rutinaria existencia.

Aun reconociendo que solamente una escasa minoría de los alumnos que ingresan a una escuela de música se convertirán en grandes ejecutantes o autores geniales, admirados por todos, pensamos que se requiere un buen número de gente formada como músicos para cubrir variadas necesidades; del mismo modo, México requiere un buen número de personas – con una sólida formación en física- capaces de desempeñarse satisfactoriamente en campos tan diversos como la investigación, la industria o la enseñanza.

Ahora bien, es importante señalar que un alto porcentaje de los datos sobre la mortalidad académica a los que hicimos referencia corresponde a jóvenes provenientes de las escuelas de

bachillerato de gobierno, y esto no parece ser una simple casualidad; tal diferencia en los resultados no está relacionada con la preparación de los docentes de las escuelas oficiales, como muchos suponen.

Abunda entre los físicos, matemáticos y demás profesionales que laboran en la Universidad un enjambre de representaciones e ideas entorno a la escuela, en sus diversos niveles, que los lleva a conceptualizarla como un fenómeno único que no establece más diferencias que las que resultan de las aptitudes, mérito y responsabilidades de cada aprendiz.

A pesar de la variedad y diferencias en las formaciones del sistema educativo, de que sus primeros escalones están ampliamente poblados y de que en ellos están representados en forma más o menos adecuada los diversos sectores sociales, ocurre que a medida que se asciende en los niveles educativos se encuentran cada vez menos niños y jóvenes, y la representatividad porcentual de las distintas capas sociales se vuelve notoriamente selectiva (Bourdieu y Passeron). Se advierte que en la cúspide del sistema educativo, es decir, en los Estudios Superiores y de Posgrado, la inmensa mayoría de los que empezaron ya no están. Los jóvenes de extracción popular apenas aparecen representados en los primeros semestres de las diferentes carreras; llegar a la Universidad y tener éxito en los estudios profesionales significa para esa población una verdadera proeza.

Es lamentable que esa ideología social de la escuela tan difundida y aceptada en nuestro medio nos trate de convencer de que ésta se organiza según un plan unificador y que, preocupándose por los educandos, persigue un diáfano y correcto objetivo: instruir, formar, capacitar, educar, transmitir el saber y la cultura por sobre la diversidad y diferencias de especialidades y grados. Estas diferencias aparecen como necesidades inevitables de la división técnica del trabajo, y la secuencia de niveles aparece como diseñada de acuerdo con la edad, madurez y conocimientos previos. Los resultados –aunque indeseables- se presentan como la natural consecuencia de las desiguales aptitudes, recursos familiares, responsabilidades, entusiasmo y valores de los educandos. De esta manera, la mortalidad académica aparece como una cuestión de “selección natural”, y cualquiera que se empeñe en modificar o cuestionar el sistema educativo tomando lo dicho como uno de los ejes de análisis, resulta sospechoso.

Este proyecto aborda la situación académica de *fracaso y deserción* que se produce al inicio de la carrera de física en la Facultad de Ciencias. Mucho se ha dicho y escrito sobre las dificultades que enfrenta un alumno de primer ingreso a la Universidad en diversas facultades e institutos, sin embargo, la interpretación de ese “trauma” se realiza desde la ideología escolar anotada y, por tanto, cualesquier cuestionamiento sistemático y búsqueda de solución cae por lo general en una zona de “ceguera colectiva”.

En la mayor parte de los países latinoamericanos el tránsito de los estudiantes a las facultades de ciencias e ingeniería representa muchas dificultades e incluso obstáculos insalvables para un importante porcentaje de alumnos, de los cuales la mayoría pertenece a los segmentos menos favorecidos de la sociedad. Hoy en día el problema tiende a agudizarse debido a la expansión significativa, y a veces espectacular (como en México), de la cobertura en todos los niveles del sistema educativo, especialmente en el medio superior y superior.

Así, por ejemplo, en nuestro país desde 1970 el crecimiento de la matrícula en la educación básica, media superior y superior ha sido muy alto; los datos, con cifras redondeadas, se muestran en la siguiente tabla:

MATRICULA DE EDUCACIÓN FORMAL

	Año escolar			
Nivel	1970-71*	1980-81**	1985-86**	1990-91**
Secundaria	1 190 000	3 100 000 000	6 000 000	5 600 000
Bachillerato	310 000	950 000	1 990 000	2 600 000
Licenciatura	64 000	800 000	1 100 000	2 500 000
Posgrado	--	25 000	56 000	185 000

* SEP. Informe de actividades 1964-1970 (México 1970).

** Dirección General de Programación. SEP (1980).

Aunque algunos sectores piensan que las cifras de los niveles medio superior y superior están un tanto abultadas, pues se hicieron en los optimistas momentos del auge petrolero, se observa que el crecimiento es alarmante hacia el fin de esta década, aun en condiciones de bonanza económica y favorables en todos los aspectos, pues es conocido que el crecimiento del número de maestros con una preparación aceptable es mucho más lento guardando la relación número de alumnos por número de maestros. Ahora podemos imaginar las dimensiones que tomaría el problema en una situación de crisis prolongada.

Por tales motivos, pensamos que enfrentar el problema del fracaso y la deserción escolares cobra mayor relevancia, ya que el considerable aumento de la matrícula en los estudiantes superiores conduce a una agudización en la baja de los niveles de competencia mínimos exigidos en los inicios de los estudios profesionales. Por otra parte, hoy tienen acceso a la Universidad sectores sociales que antes no, por lo cual los modelos pedagógicos actuales no consideran sus realidades y posibilidades, lo que contribuye a aumentar las probabilidades de frustración, fracaso y/o deserción de estudiantes.

Presentación del Proyecto Sigma.

Este proyecto está encaminado a diseñar y desarrollar una línea estratégica de inicio que sea alternativa a la actual, con el objeto de ampliar significativamente las posibilidades de éxito en los estudios profesionales de este contingente de alumnos a quienes los resultados del Proyecto DAGAC (Diagnóstico de Aptitudes Generales Académicas y Conocimientos) los ubican en los segmentos con altas probabilidades de fracaso si siguieran la trayectoria curricular existente.

A este proyecto le dimos el nombre de Sigma, porque está dirigido en forma especial a los estudiantes que en la distribución total del DAGAC quedan ubicados en el intervalo $x - \sigma$ y x .

Esta nueva línea estratégica considera la necesidad de diseñar los cursos Sigma de modo tal que la matemática y la física tengan un significativo grado de integración, y donde ambas racionalidades, junto con el lenguaje materno, estén en el centro de las preocupaciones didácticas. Esto, con el fin de obtener su acentuado y coordinado desarrollo.

A pesar de que los importantes cambios deseados en las pautas de comportamiento de los educandos son de lento proceso, hemos contado con la posibilidad de trabajar sólo un semestre del mínimo de dos que solicitamos. En tales cursos no se pretende que los materiales y recursos didácticos sean originales como fin en sí, sino seleccionar y adaptar muchos materiales interesantes y puntos de vista de otros proyectos o experiencias, y también elaborar nuevos materiales de acuerdo con los propósitos y necesidades de los aprendizajes que se pretende propiciar.

La evaluación de tal experiencia amplió las posibilidades del enfoque, contenidos, actividades, materiales, métodos, técnicas y ritmos. Pensamos que tal experiencia puede ser fuente de reflexión, sobre todo para los ciclos educativos anteriores y, por supuesto, para otras escuelas de ciencias o ingeniería, ya que insistimos en la existencia del cuello de botella que hoy se presenta en el nivel superior.

Este cuello de botella se produce también en otros países hermanos; baste pensar que “A.L. pasa de una modesta tasa bruta de escolarización universitaria de 1.9 en 1950, al 16.7 en 1980; dicho de otra forma, mientras entonces había 2 estudiantes universitarios por cada 100 jóvenes de 20 a 24 años, la relación pasó a ser de 17 en 1980”¹

Referentes teóricos y metodológicos

En la introducción comentábamos la ideología social de la escuela – tan aceptada por tantos-, la cual lleva a suponer que sólo quien no quiere, o no puede, fracasará, y que en realidad es una minoría de superdotados y tenaces (que coinciden con los que gozan de los beneficios materiales y culturales de la sociedad) los que merecen conquistar la cima del éxito. Dichas representaciones e ideas llevan a considerar, por una parte, que toda la responsabilidad recae sobre los educandos (“calidad de la materia prima”) sin someter a cuestionamiento alguno la institución escolar (“fábrica de educandos”) ni los criterios y procedimientos de la acreditación y evaluación (“normas y procesos de control de calidad del producto”), y por otra parte, que a lo sumo pueden existir problemas de ajuste técnico o instrumentales en el proceso escolar, los cuales resultan en arreglos incrementales (por lo general metodológicos), que menguan las disfunciones, permitiendo mayor eficiencia en el camino lineal al “progreso” o a la “modernidad”, conceptos demasiado amplios y vagos.

Sin duda, esa visión del fenómeno educativo implica suponer una sociedad más o menos armoniosa, en la cual todos compartan un modelo social (no muy explícito) en cuyo seno la escuela capacita o educa, por sobre cualquier mezquindad, en forma *neutral*, buscando una acción *eficiente* en la preparación y socialización de las generaciones jóvenes, de los cuadros técnicos y políticos necesarios. Supone además sugerir las nuevas pautas de socialización que se imponen y concebir la escuela aislada en el “tiempo histórico” y desarticulada de la economía, la política, los fenómenos demográficos, culturales, sociales, tecnológicos y ecológicos. Así lo han dejado de manifiesto la mayor parte de las planificaciones nacionales, regionales e institucionales en estas tres últimas décadas en que se han difundido tales experiencias en América Latina.

Es común en nuestras facultades y escuelas cuán escaso es el esfuerzo de las comisiones que establecen los currícula por investigar acerca de las prácticas y de las que podrían y/o deberían realizar. Mucho menos aún se preocupan por estudiar las características de los jóvenes de primer ingreso que sean relevantes para el proceso de su formación profesional. De ese modo los ajustes del “quita, pone o permuta” de los contenidos se hace por corazonadas, sentido común, preferencias o modas, sin intentar siquiera indagar los viejos y nuevos problemas que permanecen bajo las variadas y ricas formas en que se manifiestan día a día. Ahí están los resultados: fracaso, deserción escolar, baja calidad de los niveles de competencia de los egresados, ineficiencia e ineficacia del sistema educativo, inequidad e irrelevancia de los conocimientos que se transmiten.

No deja de ser sorprendente el número tan reducido de investigadores, docentes y personas involucradas en la educación que se hayan preguntado por los fundamentos teóricos y epistemológicos de la planificación educativa y la planeación curricular. Estas cuestiones se han

¹ G.W. Rama. *Educación, participación y estilos de desarrollo en América Latina*. Buenos Aires, CEPAL-Kapeluz, 1984, p.87

presentado como una técnica, conjunto de criterios y procedimientos o un método, pero no como una teoría que aborda con rigor la compleja realidad del fenómeno educativo.

Parece que sólo estuviéramos dando “terapias” sin diagnósticos adecuados o intentando pasos unidireccionales más o menos acertados en algunos aspectos. Incluso ciertas tecnologías han reducido en la práctica el problema a cuestiones muy instrumentales.

Observamos que durante las últimas cuatro décadas, México, como muchos de los pueblos latinoamericanos, ha experimentado cambios significativos en el campo de las ocupaciones agrícolas a no agrícolas e industriales y de manuales a no manuales e intelectuales, aumentando considerablemente el desarrollo de la terciarización de la economía en una dinámica que debilita a ciertas identidades grupales, y además, acentuando las expectativas de movilidad social. Todo lo anterior aparejado a profundos cambios demográficos orientados a una acelerada urbanización y metropolización que, en nuestro caso, ha sido dramática.

México tenía una población total, en 1950, de 26.6 millones de habitantes, de los cuales 6.6 millones hacían vida urbana; es decir, casi el 25 por ciento de la población total. En 1960 la población fue aproximadamente de 36 millones, donde cerca del 32 por ciento hacía vida urbana. En 1970 México contaba con una población de 50.7 millones, en tanto que su población urbana era de 20.6 millones; es decir, el 40 por ciento del total. En 1980 la población era aproximadamente de 68 millones, y la concentración urbana era alrededor de 52 por ciento. Se estima que para el año 2000 la población de México pasará los 100 millones de habitantes, y estará concentrada en zonas urbanas en un 80 por ciento.

Podemos imaginar los innumerables problemas que acarreará esta situación. Demandas de empleo, viviendas y servicios, de los cuales la educación –sobre todo en sus niveles medio superior– estará sometida a fuertes presiones por todos los sectores sociales que ven en ella la “credencial necesaria” para participar en la vida ciudadana y en la vida nacional. Las naturales aspiraciones de los sectores populares y marginales por mejorar sus condiciones de vida, aunque sea a través de sus hijos, vía escolarización, se enfrentarán con una realidad educativa cada vez más rutinaria, conservadora, casi insensible a las demandas de esos amplios sectores sociales que aún mantienen la rosada esperanza en la educación como un posible medio de movilidad social.²

En relación con lo anterior y volviendo a la cuestión central: ¿el bajo rendimiento escolar es un problema o una necesidad de sistema? Si es problema, ¿para quiénes?, ¿Cómo lo definirían los diversos actores sociales...?

Consideramos en este trabajo que la sociedad en que nos ha tocado vivir se encuentra en un periodo de su historia de significativa crisis y grandes cambios en diversos órdenes y en la mayor parte de la región; situación que parece se prolongará por muchos años.

En la sociedad mexicana – como en otros países– conviven diferentes grupos o capas sociales que postulan diferentes modelos societales, los cuales se expresan en lo político-económico-social-educacional-cultural-tecnológico-ecológico y en la inserción en el ámbito internacional, lo que los lleva a formular y valorar diferentes modelos de desarrollo y cambio social.

² En el documento de la CEPAL, “Estructura y dinámica del desarrollo de América Latina y el Caribe y sus repercusiones para la educación”, elaborado a finales de la década de los setenta, se plantea en el capítulo de “Tendencias demográficas” que: “... La población de menos de 15 años, que era de 144 millones en 1978, ascenderá a 237 millones en el año 2000, con un aumento estimado de 83 millones (...) Se prevé que la población económica llegará a 199 millones para fin de este siglo, lo que supone aumentar, aproximadamente en 100 millones, los puestos adicionales de trabajo. La magnitud de la tarea de proporcionar empleo productivo a tanta gente en condiciones de trabajar –según estimaciones tentativas de la CEPAL– parece exceder la capacidad histórica de la economía regional...”, p. 44. Texto completo publicado por *Cuadernos de Educación*. Caracas, Venezuela.

Lo dinámico de la sociedad es el conflicto permanente entre los sectores dominantes y los sectores subalternos; conflicto que presenta momentos de flujo o reflujo para los diversos actores sociales, los cuales se manifiestan apoyando el avance o el retroceso de las tendencias que postulan diferentes políticas y modelos educativos.

La Universidad o la escuela, como aparato ideológico importante del Estado, y por estar profundamente enraizada en la sociedad, es también un espacio de conflicto; existen en su seno corrientes democratizantes-modernizantes y otras conservadoras, autoritarias y excluyentes. Por otra parte, las diferencias socio-culturales y políticas que atraviesan todos los espacios del tejido institucional son anteriores a la acción de la escuela; no es ésta quien las crea.

Los propósitos del Proyecto Sigma se inscriben en la perspectiva democratizante, puesto que en él ponemos todo nuestro esfuerzo por aumentar la permanencia de la población de jóvenes aludida, al buscar el mejoramiento de su formación académica de inicio; esto es, democratizar por dentro las estrategias educativas.

Estamos conscientes de nuestras limitaciones en este trabajo por la falta de investigación respecto del proceso de aprendizaje de las ciencias en estos niveles y en nuestro medio, ya que aun la sociedad, o mejor dicho, sus bloques dirigentes, no conceden la relevancia que merece en el proceso educativo la formación de cada niño o joven ciudadano. Es triste ver que en muchos países hay más preocupación que mueve enormes recursos por modernizar y actualizar los ejércitos que por actualizar o formar adecuadamente a los educadores.

No obstante, caminar con una orientación definida no basta; es necesario situar la partida, la cual, en este caso, se refiere a los conocimientos y habilidades y a los niveles de competencia desde donde se puede pretender construir en forma viable lo nuevo.

Para establecer ciertos aspectos académicos relevantes que caracterizarán a la población de primer ingreso, en relación con las posibilidades de éxito en el currículum actual de la carrera de física, se empleó una batería de pruebas del proyecto DAGAC, que consiste en realizar pruebas de habilidades verbales, habilidades matemáticas,³ y otra de pensamiento formal, a las que se adicionó una “encuesta de aspectos socio-culturales”. A partir de los resultados de la aplicación de los instrumentos citados y de las conclusiones de las entrevistas realizadas a los alumnos repetidores del primer semestre, así como con la experiencia de destacados docentes, se estableció el “perfil de la población Sigma” relacionado con los propósitos de este proyecto.

Principales características de la población Sigma

Se ha observado que las principales características de esta población son:

- a) Nivel de razonamiento mayoritariamente en lo operacional-concreto (J. Piaget), lo que dificulta el proceso de abstracción y razonamiento.
- b) Deficiencia en las conductas lingüística y escaso desarrollo de habilidades lectoras – sobre todo en textos científicos–, lo que dificulta la comunicación, la formación de conceptos y el desarrollo del pensamiento teórico.
- c) Bajo desarrollo de habilidades para traducir datos verbalizados a símbolos, esquemas, gráficas, fórmulas, y viceversa.
- d) Bajo desarrollo para formular posibles caminos de solución a problemas dados.
- e) Desconocimiento del trabajo de laboratorio, lo que ha fortalecido en ellos tanto su metodología inductiva como la dicotomía entre teoría y práctica.
- f) Carencias o deficiencias en sus métodos de estudio.

³ Tambutti *et al.*, *Perfiles Educativos*, núm. 4, 1984.

- g) Falta de confianza en sus propias potencialidades, producto de sus experiencias previas: fracasos o notas bajas, devaluación en el sistema educativo debido a sus relaciones socio-culturales, todo lo cual debilita sus motivaciones por alcanzar una adecuada formación profesional.
- h) Actitudes que los llevan a privilegiar y conformarse con aprendizajes mecánicos y superficiales, a la adquisición acrítica de información y al “trabajo fácil”.
- i) Inhibiciones y/o falta de experiencia en el trabajo grupal, tan importante en la comprensión teórica y en el desarrollo de la creatividad.

Por cierto que esas características se observan ya en la mitad de la población de primer ingreso (la mitad que está con puntajes inferiores al de la media) y, en un grado menor, en cerca de un 20 por ciento del resto de tal población. Tenemos así una formación inicial deficiente para los requerimientos de los planes y programas vigentes de aproximadamente dos tercios de los estudiantes, incluyendo un porcentaje de los comprendidos entre X y $X + o$ de primer ingreso.

Dada la heterogeneidad de los estudiantes que inician sus estudios profesionales, se puede estimar que alrededor de un 20 por ciento o más de desertarán por motivos que la Facultad de ciencias difícilmente podría evitar. Una considerable proporción de esos jóvenes abandona los estudios por llegar con una idea confusa de lo que es y exige la carrera, con vocaciones o preferencias débiles, o bien con marcadas preferencias por otra carreras cuyo cupo está saturado – algunas licenciaturas, como la de física, no presentan problemas de cupo-, o con problemas de orden familiar o de salud. Para este segmento de estudiantes habría que precisar el concepto de deserción, pues en general, tales razones rebasan los límites de lo que la Facultad de Ciencias puede hacer al respecto. De este modo, debemos pensar que alrededor de 40 por ciento de los estudiantes de nuevo ingreso necesita toda nuestra atención y nuestra voluntad para atacar los problemas mencionados.

Propósito de la estrategia Sigma

Se trata de propiciar, entonces, aprendizajes significativos para que esos estudiantes logren construir una base sólida para su formación profesional. La finalidad didáctica de tales aprendizajes propiciados es que sirvan no tan sólo en la necesaria construcción de nuevas conceptualizaciones, sino además, y primordialmente, en la construcción de nuevas formas de razonar y nuevos métodos para indagar y aprender, lo cual implica una importante transformación de los esquemas nocionales, metodológicos y actitudinales de los sujetos. No se trata de la simple adquisición de lo nuevo como agregado, sino de un proceso de transformación de las estructuras cognoscitivas y de los esquemas referenciales existentes.

La estrategia Sigma debe considerar como meta de sus acciones el desarrollo del pensamiento hipotético-deductivo y de los conocimientos, habilidades y actitudes ligadas a la metodología experimental, cuya adquisición y manejo competente por parte de los alumnos de la carrera de física es imprescindible.

Se pretende que los estudiantes logren seguir o establecer cadenas de razonamientos con conceptos, relaciones, propiedades abstractas, modelos, postulados y teorías, así como plantear problemas y estrategias para alcanzar su solución.

Al mismo tiempo, se pretende propiciar en los aprendices habilidades y conocimientos para efectuar observaciones cuidadosas, formular hipótesis, plantear problemas, diseñar experimentos y analizar los resultados experimentales a la luz de conocimientos establecidos. Lo anterior debe ayudar a superar no sólo los preconceptos que el estudiante tiene sobre la temática que se estudia, sino principalmente la metodología espontánea y cotidiana que lo lleva al inductivismo.

En resumen, puede decirse que es necesario fomentar la formación de las estructuras hipotético-deductivas del pensamiento operacional formal y la adquisición de un método experimental riguroso; aspectos que se construyen a la par y que resultan indispensables en el desarrollo del pensamiento casual, de la autonomía intelectual y de la creatividad de los estudiantes. En otras palabras, se pretende estimular la autonomía intelectual y la creatividad.

Esta nueva línea estratégica debe considerar, como se mencionó, la necesidad de integrar de modo significativo la matemática y la física, de suerte que ambas racionalidades, junto con el lenguaje materno, ocupen el centro de las preocupaciones didácticas, a fin de que los alumnos participantes adquieran una base sólida que les permita enfrentar con mayores posibilidades de éxito sus estudios profesionales.

Directrices didácticas para la estrategia Sigma

Para conseguir los propósitos del proyecto consideramos – como se ha dicho- no sólo cambios en los contenidos, sino primordialmente cambios en los enfoques, técnicas y métodos didácticos, en los ritmos y en el ajuste de la tarea pedagógica a las necesidades, intereses y posibilidades de los alumnos.

En el diseño de la “estrategia Sigma” se parte de un hecho fundamental, el cual se apoya en todas las corrientes psicopedagógicas modernas; el aprendizaje de un sujeto sólo se consigue a partir de sus necesidades teóricas y prácticas, velocidad y ritmo de aprendizaje, nivel y experiencias anteriores que hayan dejado una estructura cognoscitiva a la que pueda vincularse y apoyarse la nueva información.

Pero tales experiencias significativas se entienden de acuerdo con lo que plantea Bachelard:

Una experiencia significativa no es una mera opinión de lo que se cree que fue la experiencia tenida, sino que es aquella que ha sido reflexionada, vivida en forma atenta y disciplinada. Sólo así podemos hablar de experiencia personal, la que se vive con atención y se analiza con sagacidad.⁴

Se comprenderá que el tiempo necesario para aprender significativamente, y no sólo memorizar, es más amplio y vital. El desarrollo de habilidades intelectuales y actitudes valiosas requiere un tiempo considerable.

De acuerdo con las características anotadas en el perfil de la población Sigma y con los objetivos generales del proyecto, se han seleccionado algunos criterios básicos para abordar la situación desde la didáctica.

Las directrices más relevantes que dan coherencia a las metas perseguidas son:

1. Buscar la integración más amplia posible entre los contenidos de la matemática y la física involucrados. A partir de problemas planteados en situaciones físicas han surgido importantes conceptos y desarrollos matemáticos, por lo cual pensamos que es posible lograr importantes conceptualizaciones matemáticas, correspondientes a este nivel, de manera más rica y sencilla cuando a los estudiantes se les ofrece abordar una serie de situaciones físicas de donde surja la necesidad de elaborar modelos matemáticos, los cuales permitan tanto dar cuenta de las relaciones encontradas como interpretarlas y comprenderlas en un ámbito más general. Por otra parte, ciertas conceptualizaciones matemáticas permiten “ver-hacer-

⁴ Gastón Bachelard, *La formación del espíritu científico*. México, Siglo XXI, 1972.

comprender-explorar” en forma más profunda y rigurosa aspectos de la física, haciéndola más cuantitativa, operativa y general.

2. Conseguir que en la interacción constructiva del conocimiento se dé un proceso unitario entre práctica-teoría-práctica. Este punto cobra mayor peso y sentido en el proceso de aprendizaje de esta población. Es necesario ofrecer, entre otras cosas, la oportunidad de “ir a los fenómenos”, observarlos, manipularlos y provocar cambios controlados en ellos para posibilitar una mayor probabilidad de conceptualización y teorización, y volver después a la aplicación de los resultados o conocimientos adquiridos en variadas situaciones. Importa desarrollar en los participantes una actitud evaluadora de sus conocimientos, donde la práctica es una base del criterio de verdad. Es oportuno señalar que las consideraciones anteriores conducen al rompimiento de los rígidos marcos de lo que se consideran actividades de laboratorio, clase o taller.
3. Procurar que la construcción de los conceptos, leyes, modelos, sean producto de esfuerzos por delimitar y resolver situaciones problemáticas o problemas, ya que es una forma genuina de desarrollar la capacidad de abstracción, cuestión fundamental en el desarrollo del pensamiento físico y matemático.
4. Considerar la génesis y el desarrollo histórico crítico de ciertos conceptos, leyes, formas de abordar y conceptuar un campo de objetos o fenómenos, cuando resulte necesario y oportuno. Este punto orienta el trabajo didáctico hacia la superación de ciertos obstáculos de tipo epistemológico en el aprendizaje de los educandos (ligados a concepciones y esquemas explicativos del pensamiento en común). Además, permite hacer énfasis en las formas de constitución de un conocimiento.
5. Propiciar la reflexión acerca de las jerarquías, vínculos y nexos de los conceptos y postulados de los esquemas teóricos o teorías que se estudian. Se trata de que el aprendiz construya conocimientos estructurados y no simplemente amontonados en su memoria.
6. Considerar algunos problemas del lenguaje-pensamiento que resultan ser obstáculos difíciles para que se dé un buen aprendizaje. Éste es un punto de suma importancia en el proceso de enseñanza aprendizaje, sobre todo cuando el sistema educativo expande notoriamente su cobertura. De acuerdo con el pensamiento del sociolingüista británico B. Bernstein, pensamos que en una sociedad pluriclasista como la nuestra se observa que las distintas clases sociales poseen lenguajes o códigos diferentes. Aunque desde el punto de vista lingüístico estos códigos son igualmente buenos para comunicar las experiencias de sus usuarios, esos lenguajes resultan muy eficaces para privilegiar un cierto tipo de desarrollo del pensamiento. Este punto se relaciona con las posibilidades de éxito o fracaso escolar, principalmente en el nivel universitario. Los códigos polares son *amplios y restringidos*. Los primeros son empleados por las capas dominantes de la sociedad; los códigos restringidos pertenecen a las capas dominadas. Los estudiantes de primer ingreso forman parte de sectores socio-culturales diversos, donde los que triunfan, en general, son provenientes de sectores acomodados, que representan la minoría de los jóvenes mexicanos, privilegiados respecto del total. Los otros, de capas dominadas, manejan códigos restringidos. La matemática y la física son códigos ampliamente elaborados, de gran rigor y abstracción. Esto implica un gran desafío, a la vez que una seria desventaja para aquellos muchachos de capas dominadas de la sociedad que están interesados en formarse como científicos. Se trata de un difícil problema que nadie toma en cuenta.
7. El aprendizaje y desarrollo personal no es una cuestión puramente individual, sino que tiene un componente relevante de tipo grupal, donde se socializa el conocimiento. Estos dos momentos del aprendizaje escolar son inseparables, como los polos de un imán. Es un hecho que gran número de estudiantes que fracasan tiene una posición existencial devaluada. El currículum actual permite que la inseguridad y el convencimiento, un tanto inconsciente, de que “no pueden”, se mantengan, o bien aumenten. Aumentar la confianza en sí mismos mejora sus motivaciones y eficiencia en el estudio. Es también útil propiciar un ambiente democrático de responsabilidades individual y colectiva, en donde el intercambio enriquece y posibilita una atmósfera de voluntad de crecer. En el trabajo grupal nos hemos inspirado en

los principios teóricos de los “grupos operativos” (Pichón Riviere y Armando Bauleo). Se trata de una técnica y de una forma de abordar el aprendizaje en equipo. De esta manera no sólo se enfrenta la tarea explícita sino también lo latente o implícita, que está ligada a la parte afectiva de los participantes, y que resulta de gran relevancia en el aprendizaje.

8. Adecuar las actividades y tareas a las posibilidades y necesidades de los participantes, su velocidad y ritmo grupal de aprendizaje. Este punto ha sido subrayado con vehemencia por J. Piaget, D. Ausubel, Shardaikov, Brunner y Gagné, entre otros. Si no están presentes en los aprendices las estructuras cognoscitivas relevantes y necesarias para que pueda vincularse lo nuevo, es inútil buscar aprendizajes que no sean superficiales, arbitrarios y memorísticos. Esto también contribuye a aumentar en los participantes la confianza en sí mismos.
9. Es necesario desarrollar un trabajo evaluación permanente y oportuno que ayude a cada participante y al equipo de profesores a corregir el rumbo que llevan. Es conveniente que en las evaluaciones participen todos y cada uno de los miembros del grupo. Se debe desarrollar una cultura de evaluación.
10. Por último, elegir y buscar el dominio en los aprendizajes y no privilegiar la extensión que los debilite y los haga superficiales. Con este propósito se trabaja, sin abordar la secuencia de actividades de aprendizaje, en forma espiral, reforzando, en el transcurso del tiempo, aspectos relevantes para el desarrollo de los aprendices. También deben jugar un papel importante en este acometido los ejercicios, trabajos y tareas, con sus adecuadas y oportunas evaluaciones.

Este decálogo debe orientar la tarea didáctica; con él se ha evitado caer en reduccionismos serios en este complejo proceso de propiciar aprendizajes reales o significativos en los jóvenes estudiantes de ciencias. Asimismo, proporciona líneas directrices al docente, ayudante o equipo que enfrenta la tarea de la formación científica.

Por supuesto que los factores que aborda el decálogo no son los únicos que intervienen en el aula y en los resultados pedagógicos. Allí están también, entre otros, los factores de orden social, cultural e institucional que condicionan lo que ocurre en la vida escolar.

En el marco de estos ejes orientadores se diseñó el CURSO SIGMA I, estructurado en nueve unidades temáticas.

Para el diseño, selección y secuenciación de cada unidad y de sus contenidos se consideró como eje ordenador las ideas matemáticas pertinentes.

Para esta elección se acepta que:

- a) Ciertas conceptualizaciones y estructuras matemáticas son básicas para comenzar con éxito los estudios profesionales.
- b) La matemática es un lenguaje indispensable para pensar y razonar en el ámbito de la física.
- c) Los conocimientos matemáticos están altamente estructurados con un fuerte componente piramidal.

De esta manera se acepta que los estudiantes de física están condicionados en forma considerable por los conocimientos matemáticos de que disponen. Así, es posible que aborden ciertos problemas en las ciencias naturales con los conocimientos acerca de los números naturales, otros más extensos con los conocimientos relativos a los números reales y el álgebra asociada, etc. Sin embargo, desde el punto de vista de los aprendizajes, se debería tratar de seleccionar actividades que permitieran a los estudiantes:

1. No sólo abordar los problemas inmediatos, sino que a partir de ellos surja la necesidad de elaborar modelos matemáticos o esquemas teóricos, los cuales sirvieran para conceptuar, comprender, explorar y manejar mejor las relaciones que se encontraran al abordar un problema o una serie de problemas (planteados en las actividades de aprendizaje).
2. Además, habría que elegir otras actividades encaminadas al desarrollo de sistemas de definiciones, relaciones, operaciones, postulados de los esquemas o estructuras teórico-matemáticas, o bien modelos explicativos de un campo de objetivos.
3. Deberían seleccionarse otras actividades donde se pusieran en práctica los conocimientos que sirven de instrumento del pensamiento, los cuales permiten plantear o resolver un abanico de situaciones donde los aspectos metodológicos y ciertas técnicas (experimentales o de procesamiento de datos) juegan un papel importante.
4. Deberían seleccionarse también otras actividades donde se mostraran los límites de ciertos contenidos matemáticos o físicos.

Por supuesto que las diversas situaciones de aprendizaje tienen más propósitos que los señalados. También se hacía necesario buscar, a lo largo de las nueve unidades, el desarrollo de las habilidades de comunicación afectiva de los aprendices.

Las cuestiones cardinales hacia donde debíamos dirigir los esfuerzos del diseño del curso Sigma (y también su puesta en marcha) se relacionaban con estas tareas: ¿Cómo mostrar que con ciertas estructuras o modelos teórico-matemáticos y sus álgebras asociadas se puede plantear y resolver un conjunto amplio de problemas en física o en ciencias naturales, pero cuyos límites de aplicabilidad y pertinencia se encuentran ya sea en la naturaleza de los procesos o fenómenos a estudiar o en los propósitos y formas del problema planteado? ¿Cómo mostrar que ciertos conocimientos matemáticos estructurados que hacen posible una amplia y más rigurosa comprensión, explicación y manejo de fenómenos físicos también posibilitan crear nuevos problemas para la propia física?, es decir, ¿permiten avizorar nuevos horizontes?

Así, cada unidad temática debería contemplar una serie de problemas o situaciones de la física o las ciencias naturales, los cuales pudieran ser base de las teorizaciones matemáticas y físicas, o bien ser abordados con los contenidos matemáticos seleccionados.

Se postuló que la claridad conceptual, la comprensión o el dominio de los algoritmos, así como una adecuada estructuración de las ideas matemáticas eran una cuestión prioritaria, pues sólo así es posible que el estudiante pueda plantear y resolver problemas.

El curso SIGMA I, ubicado en el nivel de primer ingreso a la facultad (nivel “traumático” para muchos), debería considerar los aspectos citados que lo informan, como también la disponibilidad de tiempo efectivo: quince o dieciséis semanas y veinticuatro horas de clases/semana. De esta manera se llevó adelante la planeación y programación de las siguientes nueve unidades temáticas:

Unidad I: Comunicación, lenguaje y aprendizaje.

Unidad II: El proceso de contar.

Unidad III: Medir para conocer mejor.

Unidad IV: Proporcionalidad y control de variables.

Unidad V: Ubicación, movimiento y trayectoria.

Unidad VI: Estrategias para resolver problemas.

Unidad VII: Otra forma de contar y medir.

Unidad VIII: No tan sólo de módulo viven ciertas magnitudes.

Unidad IX: Lo que permanece en el cambio.

Finalmente, cabe mencionar que en este trabajo decimos que se aborda el problema del fracaso y la deserción escolares de los alumnos que inician la carrera de física en la Facultad de Ciencias de la UNAM en forma radical, en el sentido de que no es un abordaje tradicional o parcial del problema vía becas, asesorías, asignaturas remediales, etc., dejando intactos los planes, programas y, sobre todo, los enfoques y métodos didácticos del currículum actual; se trata de una nueva estrategia educativa para los dos o tres primeros semestres de la carrera, por lo menos. Esta nueva estrategia cuestiona y propone nuevos objetivos, contenidos, ordenamientos, enfoques, ritmos y metodología de trabajo con la finalidad de lograr una preparación inicial adecuada, a partir de donde los estudiantes se encuentran en realidad (y no de donde nos gustaría que se encontrarán), de modo que posibilite la permanencia y del éxito en los estudios profesionales.

Lo anterior implica considerar que las notorias diferencias individuales en los aspectos académicos llevan necesariamente a plantear diferentes trayectorias curriculares de inicio. Pensamos que deberían contemplarse al menos tres semestres, puesto que el desarrollo de habilidades intelectuales y actitudes valiosas para alcanzar el éxito escolar llevan tiempo.

Esta nueva estrategia implica también que los maestros y ayudantes rompan y superen el paradigma pedagógico tradicional.

Estos esfuerzos nos proporcionan además mayor conocimiento del problema del fracaso y la deserción escolares en los primeros niveles de las facultades de Ciencias e Ingeniería, lo cual nos permitirá abordar con mayor eficacia este importante problema, no tan sólo educativo, sino también social, económico y político.⁵

⁵ Este proyecto se puso en práctica en dos ocasiones en la Facultad de Ciencias de la UNAM, en fase piloto.

* Investigador del CISE.

BIBLIOGRAFÍA.

- AUSUBEL, D. *Psicología educativa. Un punto de vista cognoscitivo*. México, Trillas, 1976.
- BACHELARD, G. *El desarrollo del espíritu científico*. Buenos Aires, Siglo XXI, 1972.
- , *La filosofía del no*. Buenos Aires, Amorrortu Editores, 1978.
- BLEGER, J. *La psicología de la conducta*. Buenos Aires, Piados, 1977.
- BAULEO, A. *Construcción y grupo*. Madrid, Fundamentos, 1977.
- BERNSTEIN, B. *Class, Codes and Control*. Volumen 3: *Towards a Theory of Educational Transmission*, Londres, R.K.P. 1975.
- BRUNNER, J. *Hacia una teoría de la instrucción*. México (Manuales Uthea, núm. 373).
- , *Acción, pensamiento y lenguaje*. Madrid, Alianza, 1984.
- BOURDIEU, P. Y Jean-Claude Passeron, *Reproduction*. Beverly Hills, Sage, 1977.
- VEGA, M. de, *Introducción a la psicología cognitiva*. Madrid, Alianza, 1984.
- FULLER, R., R. KARPLUS, A. LAWSON, "Can Physics Develop Reasoning?", *Physics Today*, 1977.
- GORSKY, D.P., *Pensamiento y lenguaje*. México, Grijalbo. 1966.
- GORMAN, R. *Introducción a Piaget*. Buenos Aires, Piados. 1980.
- KOYRÉ. A. *Estudio de historia del pensamiento científico*. México, Siglo XXI, 1978.
- PIAGET, J., *Seis estudios de psicología*. Barcelona, Seix Barral, 1967.
- , *La psicología de la inteligencia crítica*. Barcelona, Grijalbo, 1983.
- , *Introducción a la epistemología genética*. Vol. I: *El pensamiento matemático*; Vol. II: *El pensamiento físico*. Buenos Aires, Piados, 1975.
- , y Rolando GARCÍA, *Psicogénesis e historia de las ciencias*. México, Siglo XXI, 1982.
- PIAGET, J. Et al., *Tratado de lógica y conocimiento científico*. Vol. III: *Epistemología de la matemática*; Vol. IV: *Epistemología de la física*. Buenos Aires, Paidós, 1973.
- RAVEN, R y H. POLANSKI, "Relationships among Piaget's Logical Operations, Science Content Comprehension, Critical Thinking and Creativity" *Science Education*, 58 (4).
- SCHARDAKOV, M., *Desarrollo del pensamiento en el escolar*, México, Grijalbo, 1977.
- VYGOTSKI, R.S., *Pensamiento y lenguaje*. México, Alfa Omega, Ediciones Quinto Sol.
- , *El desarrollo de los procesos psicológicos superiores*, Barcelona, Grijalbo, 1979.
- ZEMELMAN, H., *Uso crítico de la teoría. En torno a las funciones analíticas de la totalidad*. México, Universidad de las Naciones, El Colegio de México, 1987.