

EL EMPALME DE LA MATEMATICA DEL BACHILLERATO CON LA MATEMATICA DE LA UNIVERSIDAD

JAIRO ALVAREZ G.*
MIGUEL A. MARMOLEJO L.*

RESUMEN

A partir del análisis de los problemas instruccionales que plantea el empalme de la matemática del Bachillerato con la matemática de la Universidad, tomando como referencia la experiencia específica de la Universidad del Valle, se llega a la conveniencia de caracterizar y exigir, en la práctica, un nivel mínimo de formación matemática "razonable" con relación a los programas de matemáticas vigentes del Bachillerato. Este nivel, cuya plena caracterización es un problema importante en sí mismo, no puede ser exigido por razones sociales como un requisito de admisión a la Universidad, pues muy pocos podrían ingresar a ella. Sin embargo, puede ser exigido como un prerrequisito para iniciar los cursos de la componente matemática de carreras técnicas y científicas.

Dicho nivel se validaría mediante un examen de clasificación o de diagnóstico. Quien apruebe dicho examen entraría directamente a tomar los cursos de la componente matemática de su respectivo plan. Quien no lo apruebe tendría que tomar un curso orientado a alcanzar dicho nivel mínimo de formación, aunque con ajustes en los niveles de dedicación al curso, según los niveles de formación matemática que traen los alumnos. La exigencia, en la práctica, de este nivel mínimo de formación matemática para las carreras técnicas y científicas debe reflejarse, a la vez, en un mejoramiento del nivel

* Departamento de Matemática, Universidad del Valle, Cali. Colombia.

matemático promedio del estudiante que llega a la Universidad y, por tanto, en un mejor rendimiento y aprendizaje estudiantil en los cursos de matemáticas. El seguimiento del comportamiento académico de estudiantes que han tomado un examen de este tipo, de carácter experimental, tiende a confirmar la validez de algunas hipótesis básicas asociadas con el bajo rendimiento estudiantil en los cursos generales de matemáticas y, por tanto, van en la dirección de confirmar la factibilidad y validez académica de una estrategia de recepción de este tipo para los estudiantes que ingresan a la Universidad. Además de la justificación y descripción de estas estrategias de recepción para “primiparos”, en este artículo se propone un contenido temático de referencia para caracterizar dicho nivel mínimo y se presentan y analizan algunos de los resultados obtenidos con el examen de clasificación que se ha empezado a poner en práctica en Uni-Valle, inspirado en esta propuesta. Se espera que el caso de Univalle sea representativo de la situación general de la Universidad Pública y que los planteamientos aquí consignados puedan servir de referencia para el análisis y búsqueda de soluciones a este problema en otras Universidades.

CONTEXTO E IDENTIFICACION DEL PROBLEMA

El problema del empalme de la matemática de la Universidad con la matemática del Bachillerato se puede plantear de una manera muy simple: Cuál debe ser el nivel matemático de partida de los cursos universitarios de matemáticas? La respuesta también parecería inmediata: Se podría decir, basta mirar los programas de matemáticas vigentes del Ministerio de Educación. Sin embargo, todo el mundo sabe que la educación matemática en el bachillerato colombiano está lejos de alcanzar, en términos colectivos, los objetivos propuestos en tales programas. Si la formación promedia del estudiante de bachillerato estuviese acorde con los objetivos y contenidos previstos en los programas de Bachillerato, la componente matemática de las carreras de Ciencia e Ingeniería podrían iniciarse con Álgebra Lineal, sin tener que recurrir al estudio de determinantes y sistemas lineales de ecuaciones, y con un Cálculo, muy cercano al Cálculo de varias variables. No se requeriría, tampoco, el estudio de Álgebra Vectorial, ni el estudio de la ecuación de segundo grado en dos variables. Y el alumno estaría familiarizado con la noción de estructura algebraica. El problema, entonces, tiene sentido plantearlo como la identificación y caracterización del nivel mínimo de formación matemática que es razonable exigir de un estudiante como punto de partida de sus cursos universitarios de matemáticas, teniendo en cuenta los programas vigentes del Bachillerato y las condiciones reales en que deben desarrollarse.

Pero, ¿En qué medida éste es un problema que no ha sido resuelto adecuadamente en la Universidad del Valle y, en qué forma, esta manera de plantearla puede conducir a mejores soluciones?

En primer lugar, la Universidad del Valle a falta de un examen de admisión exige dos. Exige, en primer lugar un cierto puntaje en las pruebas del ICFES y luego aplica sus propios exámenes.

Una vez admitidos, casi todos los estudiantes deben tomar un curso de Matemática Fundamental, con algunas variaciones según el sector curricular, que gira sobre temas de la matemática del bachillerato (Sistemas Numéricos, Álgebra, Trigonometría, Funciones Elementales, Límites y Continuidad). Las carreras de Ingeniería y algunas de Ciencias (Física, Matemáticas, Química) toman, además, un curso de Geometría Vectorial, cuyos temas en su gran mayoría aparecen inscritos también en los programas de matemáticas del Bachillerato.

A pesar de los dos exámenes de admisión, que sin duda tienden a establecer niveles de formación académica más altos que otras Universidades que sólo utilizan los del ICFES como condición de ingreso, los exámenes de admisión no están orientados a exigir, en términos absolutos, un nivel mínimo de formación matemática, sino a seleccionar los mejores candidatos para llenar un cupo entre el conjunto de aspirantes a la Universidad. Por lo demás, el nivel de conocimiento matemático que se toma de referencia para hacer dicha selección en los exámenes del ICFES y de la Universidad del Valle es aún muy bajo para ser tomado como el nivel mínimo de formación matemática que se debería exigir.

No obstante, de configurarse una nueva política de recepción para los estudiantes que ingresan a la Universidad, se podría entrar a replantear la formulación del examen de admisión, para que, utilizado en términos absolutos, pudiese servir también para confrontar dicho nivel mínimo de formación matemática en los estudiantes. En cuanto a los cursos del primer semestre, su enfoque y contenido se han justificado, especialmente en el caso de Matemática Fundamental, para suplir las deficiencias matemáticas que el estudiante trae del Bachillerato y, por tanto, sus programas y objetivos podrían servir para definir y caracterizar el nivel mínimo de formación que andamos buscando. Sin embargo, el hecho de que dichos cursos se consideren parte del currículo oficial de las distintas carreras y el que todos los estudiantes que ingresan a ellas deban tomarlos indistintamente de su formación, uniformando por lo bajo a todos los estudiantes, quiere decir que dicho nivel no está siendo exigido en la práctica y que el currículo universitario se ha adecuado en forma pasiva a las deficiencias de la enseñanza de la matemática en el Bachillerato.

En términos instruccionales, la estrategia que hemos adoptado para empalmar la matemática del Bachillerato con la matemática de la Universidad, no ha venido funcionando muy bien y, de hecho, es objeto de diferentes críticas. Mientras unos defienden la permanencia de estos cursos, otros consideran que la Universidad no tiene por qué resolver las deficiencias de la enseñanza de las matemáticas en el Bachillerato y que sus cursos, sin ninguna otra consideración, deben empezar con el Cálculo y el Álgebra Lineal, olvidándose de los temas geométricos o involucrándoles parcialmente en estas asignaturas.

En términos académicos el problema de fondo se plantea como un problema de aprovechamiento estudiantil que arroja dudas sobre la utilidad de tales cursos.

Para analizar con más detalle este problema, vale la pena revisar las cifras sobre “mortalidad estudiantil en los cursos generales de matemáticas”, que se presentan en la tabla adjunta, para planes de estudio de Ciencias e Ingeniería. En los cursos de Matemática Fundamental y Geometría Vectorial (Primer semestre) la mortalidad rara vez es menor del 30% y en los últimos años viene oscilando entre el 40% y el 50%. En Cálculo I, el nivel de mortalidad es de un orden semejante y declina un poco en los cursos de Álgebra Lineal y Cálculo II, con un 25% y con un 20% o menos en Ecuaciones Diferenciales. Un aspecto interesante y revelador de estos resultados es que mantienen cierta estabilidad estructural por sectores curriculares (Ingeniería, Ciencias) y por planes de estudio*. Así sistemáticamente, la mortalidad estudiantil en los planes de estudio de Ciencias es mayor que en los planes de estudio de Ingeniería, incluso cuando en Ciencias sólo se consideran los planes de estudio de Física y Matemáticas. Al interior de Ingeniería, planes de estudio como Sanitaria y Agrícola presentan mayor mortalidad con relación a los restantes planes de dicha Facultad. La mortalidad estudiantil en los cursos de matemáticas ha tendido a crecer en los últimos años, pero esta mortalidad ha sido asociada con un ligero aumento de cupos en los distintos planes y con disminuciones ocasionales de los requisitos de admisión.

Las estadísticas anteriores permiten sacar las siguientes conclusiones sobre los cursos de “empalme”:

- Midiendo en términos de la mortalidad estudiantil:

- . El aprovechamiento estudiantil de estos cursos, que pretenden resolver deficiencias de la formación matemática que el estudiante trae del Bachillerato, es muy bajo, pues un porcentaje muy alto de estudiantes los pierde.
- . El nivel de asimilación alcanzado es bajo, aún entre aquellos que los aprueban, pues la mortalidad en los cursos que siguen, especialmente Cálculo I, sigue siendo muy alta, y su comportamiento matemático promedio es deficiente según la opinión de los profesores que enseñan estos cursos.
- . La estabilidad estructural, de los índices de mortalidad estudiantil, por sectores curriculares y planes de estudio, revela características estables de la formación matemática de los estudiantes que ingresan a dichos planes de estudio o sectores curriculares que deben ser tenidos en cuenta.
- . La alta mortalidad en estos cursos, y en general en los restantes cursos de matemáticas,

* Hay cierta estabilidad profesoral en la asignación por cursos según sectores curriculares, pero los profesores varían según planes de estudio y en un mismo curso, en ocasiones, hay estudiantes de diferentes planes de estudio. Se pueden advertir variaciones en la mortalidad estudiantil por profesor, pero, sin embargo, las tendencias por planes y grupos de planes se mantienen.

puede estar condicionando los niveles de exigencia y, por tanto, la manera de enseñar tales cursos. En opinión de muchos profesores los porcentajes de mortalidad podrían ser más altos, si no fuera porque el profesorado cede un tanto en el nivel de su evaluación y en el rigor de su calificación.

RENDIMIENTO ACADEMICO Y FORMACION MATEMATICA

Para poder fundamentar mejor nuestra posición sobre este problema del “empalme de la matemática del Bachillerato con la Universidad” requerimos hacer unas consideraciones cortas sobre los determinantes del rendimiento académico estudiantil. Dicho rendimiento está determinado fundamentalmente por los siguientes factores: a) Las condiciones en que se realiza el trabajo personal del alumno. b) Las características del modelo instruccional utilizado. c) La formación matemática del estudiante.

Con el fin de dar una idea somera sobre lo que queremos decir con cada una de estas frases, daremos una descripción así esquemática e incompleta de cada uno de tales factores.

- a) Condiciones en que se realiza el trabajo del alumno: Nos referimos a la manera como plantea su trabajo en el curso, el tiempo que dedica a su estudio y las condiciones psicológicas y materiales en que se da su estudio. Debe considerarse también el ambiente académico-cultural en que se desarrolla su actividad académica. Este aspecto determina el nivel de esfuerzo y concentración que alcanza el alumno en su estudio.
- b) Modelo Instruccional: Definimos como modelo instruccional la estructura de recursos, actividades, reglas y actitudes que definen la manera como se planifica, ejecuta y evalúa la instrucción, la manera como se ubican y realizan las funciones y el trabajo del profesor y del alumno en un proceso de enseñanza-aprendizaje determinado. Para efectos de su análisis, se pueden distinguir dos expresiones en un modelo instruccional que pueden llegar a ser autónomas: La externa, que puede describirse o caracterizarse mediante variables tales como: intensidad horaria, formas de relación alumno profesor (clase, consultas, tutoría, etc.), número de estudiantes por profesor, actividades de aprendizaje, mecánica de la evaluación, tipo de materiales de estudio. La interna, definida por variables cualitativas, raramente explícitas y que están determinadas por las características académicas y pedagógicas del profesor. Estas variables que se podrían referir como posturas y actitudes docentes se sustentan en una posición personal, consciente o inconsciente, sobre la matemática como ciencia, sobre su papel general en el conocimiento científico y técnico y su papel en la formación intelectual del alumno. Tiene que ver, también, con la manera como el profesor concibe el proceso de enseñanza-aprendizaje, su papel en dicho proceso y el significado mismo de aprender matemáticas. En el contexto instruccional se establece de manera directa la relación alumno profesor y

por tanto se concretan los verdaderos énfasis de la enseñanza, las formas como se hace trabajar y pensar al alumno y los resultados más inmediatos desde el punto de vista del aprendizaje del alumno.

- c) **Formación Matemática:** Entendemos “formación matemática” como un sistema complejo de comportamiento intelectual que se estructura mediante diferentes habilidades intelectuales, que se adquieren y evolucionan con el estudio y aprendizaje de las diferentes formas de expresión del conocimiento matemático: conceptos, teoremas, demostraciones, matematizaciones (aplicación de la reflexión y conocimiento matemático en la interpretación y solución de problemas externos a las matemáticas), algoritmos, técnicas, formalismo lógico. En la noción de formación matemática se pueden distinguir, por lo menos, tres niveles de habilidad, que se deben considerar interdependientes: i) La capacidad de reproducir información matemática. ii) La capacidad de utilizar y aplicar en forma más o menos directa conceptos, técnicas, algoritmos, etc. iii) La capacidad de abordar aplicaciones complejas y la solución de nuevos problemas, realización de demostraciones etc. Es decir, la habilidad caracterizada por la disponibilidad de estrategias intelectuales que gobiernan el comportamiento intelectual de la persona en el análisis y estudio de situaciones nuevas.

Este nivel de habilidad tiene también una expresión en las estrategias y métodos de estudio de la persona. Mientras los niveles i) y ii) pueden variar en períodos cortos mediante el estudio de temas o unidades, el iii) requiere de períodos largos y está muy influenciado por la forma como se da y acumula el aprendizaje en los niveles anteriores. Se podría mencionar también un plano iv), que se suele denominar de actitudes.

El planteamiento central que queremos hacer sobre los factores que inciden en el rendimiento académico del alumno es el siguiente: Si bien dicho rendimiento depende de a), b) y c), los factores a) (Condiciones en que se realiza el trabajo personal del alumno) y c) (Formación matemática del alumno) son los que mayor gravitación tienen sobre dicho rendimiento, al menos al nivel de Universidad, mientras que b) es el elemento dinámico, integrador de los dos elementos restantes, a través del cual se da la misión orientadora del profesor. El modelo instruccional provee, por tanto, el medio para incidir en el trabajo estudiantil y en la evolución de su formación matemática.

Desde la perspectiva anterior, la experiencia señala, que el potencial* de aprendizaje matemático de un estudiante, entendido como el ritmo al cual puede asimilar e interiorizar conocimiento matemático, está relacionado íntimamente con el grado de evolución o madurez que hayan alcanzado su formación matemática y, muy específi-

* Se habla de potencial de aprendizaje para distinguir del aprendizaje real que logra el estudiante y que va a estar determinado, a su vez, por las condiciones objetivas en que se realiza su trabajo y el modelo instruccional que se utilice.

camente, sus estrategias intelectuales. Está relacionado también con el grado de positividad de su actitud frente a las matemáticas.

La validez de estos planteamientos se ha visto reforzada empíricamente al comparar los resultados de los dos exámenes de clasificación que hemos realizado, con el comportamiento académico de los mismos estudiantes en los cursos de Matemática Fundamental y Geometría Vectorial, y de paso ha permitido dar una explicación coherente a los problemas de bajo rendimiento estudiantil en estos cursos de "empalme".*

En 1985 y 1986 hicimos un examen de clasificación o diagnóstico a los estudiantes que ingresaban a la Universidad a carreras de Ingeniería y Ciencias. Concurrieron a este examen del orden del 40% de la población convocada. El examen fue diseñado teniendo en mente la idea del nivel mínimo de formación matemática que sería razonable exigir de un estudiante que ingresa a carreras técnicas y científicas, aunque se excluyeron los temas geométricos para asimilar su nivel 1 curso de Matemática Fundamental (quienes aprueban el examen son eximidos de este curso). Las conclusiones que se pueden sacar hasta el momento de esta experiencia son las siguientes:

- Casi en su totalidad, el estudiantado que está ingresando a la Universidad del Valle está por debajo del nivel mínimo propuesto y, en realidad, un porcentaje muy alto está muy por debajo de dicho nivel. Así, el 95% de los estudiantes que ingresan a la Universidad pierden dicho examen y del orden del 40% obtienen calificaciones menores de 2, de las cuales la mitad son calificaciones iguales o menores que 1. (Ver tabla de distribución de calificaciones del primer examen de clasificación).
- La distribución de calificaciones que se han obtenido en los exámenes de clasificación reproduce cualitativamente la misma estructura de la mortalidad estudiantil en los cursos de empalme, en general, en los cursos generales de matemáticas en Univalle. Se puede observar nítidamente, que el comportamiento de los estudiantes de Ingeniería en el examen de clasificación es mejor que el de los estudiantes de Ciencias y que al interior de Ingeniería los estudiantes de Sanitaria y Agrícola tienen un comportamiento más deficiente que los estudiantes en las restantes carreras. Por ejemplo, el escaso 5% de estudiantes que aprueban el examen de clasificación tienden a concentrarse en Ingeniería, mientras que en Ciencias son muy pocos los

* En los análisis que se presentan en este artículo estamos considerando que la calificación obtenida por un estudiante en el examen de clasificación es una medida de su formación matemática, al igual que hemos asimilado calificación obtenida como la medida de su rendimiento académico en los cursos de Matemática Fundamental y Geometría Vectorial. Esto es cuestionable. Los resultados de un examen están sujetos a muchas variables y es difícil per se medir, con un solo tipo de prueba, el nivel de formación matemático de una persona o juzgar, por las calificaciones obtenidas, el nivel de asimilación real obtenido por un estudiante en un curso. Nos ha faltado también mayor nivel de reflexión y sistematización sobre el examen de clasificación y su cobertura es aún incompleta. Teniendo presente estas reservas y limitaciones del método y del examen de clasificación utilizado creemos, sin embargo, que este tipo de análisis permite poner en evidencia y ayudar a validar relaciones importantes que podrán ser analizadas más a fondo mediante instrumentos más finos.

estudiantes que llegan a tener calificaciones iguales o mayores a 2.5. De otro lado, los porcentajes de estudiantes con calificaciones menores o iguales que 2 son mayores en Ciencias que en Ingeniería.

- El 5% de estudiantes que aprueban el examen de clasificación (que se diría han alcanzado el nivel matemático mínimo que se quiere exigir) han presentado un comportamiento académico muy satisfactorio. En el primer grupo fue casi nula la mortalidad en los cursos de Geometría Vectorial, Álgebra Lineal y Cálculos I y II. En el segundo grupo se ha presentado alguna mortalidad, 19% en Geometría Vectorial, 28% en Cálculo I, en ambos casos muy por debajo de la mortalidad en los cursos regulares. Es decir, que el nivel de formación matemática que refrendaron al aprobar el examen de clasificación ha sido adecuado para afrontar con éxito los cursos universitarios de matemáticas.
- Los estudiantes que sin pasar el examen de clasificación quedaron relativamente cerca de haberlo aprobado, con calificaciones por encima de 2 (se diría que su nivel de formación está cerca del nivel mínimo), tienen un buen comportamiento en los cursos de empalme, mucho mejor que el comportamiento promedio de todos los primíparos. Así, por ejemplo, sólo el 15% de este grupo perdieron Matemática Fundamental. En Geometría Vectorial la mortalidad puede estar entre 25% y 30%, que de todas maneras es menor en casi 20 puntos que la mortalidad global para todo el curso. Es bueno recordar, para compensar aún más esta mortalidad, que el examen de clasificación, como se explicó, no incluyó temas de Geometría. Es decir, que los estudiantes en este grupo, con toda seguridad, aprueban el curso de Matemática Fundamental y, con una probabilidad alta (alrededor del 0.65), ganan tanto Matemática Fundamental como Geometría Vectorial. O sea, tienen una formación matemática que, en condiciones regulares de estudio, les permite aprovechar bastante bien los cursos de empalme.
- Por otro lado los estudiantes que tienen un bajísimo nivel de formación matemática de acuerdo con el examen de clasificación (calificaciones menores o iguales que 1) tienden a tener un comportamiento académico mucho más deficiente que el promedio. Esta tendencia fue nítida con los resultados del primer examen de clasificación (un 70% perdía Matemática Fundamental, cerca del 90% perdía por lo menos uno de los dos cursos de empalme y más del 50% perdía los dos). El comportamiento de este grupo se ha desdibujado un tanto en el segundo examen de clasificación pero sin llegar a revertir dicha tendencia totalmente. O sea que se puede decir que los estudiantes en este grupo tienen una formación matemática tan baja que, en condiciones regulares de estudio, lo más probable es que no puedan sacar mucho provecho de los cursos de empalme y que con mucha seguridad pierden uno o ambos cursos.
- Está, por último, el grupo de estudiantes con calificaciones intermedias entre 1 y 2,

que reúne casi la mitad de quienes presentaron el examen de clasificación, cuyo comportamiento académico en los cursos de “empalme” es prácticamente impredecible.

Redondeamos esta sección agregando los siguientes planteamientos: En realidad el nivel del curso de Matemática Fundamental, que con algunos ajustes puede proponerse como el nivel mínimo que es razonable exigir a los estudiantes de carreras técnicas y científicas como punto de partida de sus cursos universitarios de matemáticas, no lo tiene la gran mayoría de egresados del Bachillerato. Desde este punto de vista el curso puede considerarse necesario* pero ello no implica que en las condiciones actuales pueda ser aprovechado por todos los estudiantes. Ello implica la alta mortalidad en el curso. Lo mismo puede decirse del curso de Geometría Vectorial: es necesario acaso más que el de Matemática Fundamental, pero ello no quiere decir que en las condiciones actuales todos los estudiantes puedan obtener de él los resultados esperados.

Para comprender estas afirmaciones hay que tener presente que estos cursos, especialmente el de Matemática Fundamental, cubren de manera rápida y concentrada una gran cantidad de temas, pues su propósito es completar o redondear un determinado nivel de formación matemática. Sus intensidades horarias son altas. En condiciones regulares, debido a la concepción curricular dominante en la Universidad y/o porque tienen que trabajar, etc., los estudiantes disponen de un margen de tiempo relativamente escaso para su estudio personal. En estas condiciones, para poder aprovechar estos cursos de “empalme” se requiere que el nivel del estudiante esté cercano al nivel terminal de los cursos.

Consideramos que este es el caso de los estudiantes que en el examen de clasificación obtienen calificaciones, por encima de 2 y por ello el comportamiento académico de este grupo de alumnos es bueno en estos cursos. Para otros estudiantes, los cursos están muy por encima de su nivel matemático y constituyen cursos casi totalmente nuevos para ellos. En esta situación consideramos que están quienes obtienen las calificaciones más bajas en el examen de clasificación. Para poder aprovechar adecuadamente los cursos de “empalme”, estos estudiantes requieren niveles más altos de dedicación y énfasis muy especiales de tipo instruccional. Como esta situación general y de gran diversidad en la formación matemática estudiantil no ha sido identificada y atendida instruccionalmente en la forma adecuada, ello explica la alta mortalidad en los cursos de “empalme”.

En cuanto a la permanencia de una alta mortalidad en los cursos posteriores a los de “empalme”, se explica, en gran parte, porque estos últimos no han llevado a muchos

* Una opinión afirmativa en este sentido expresaron estudiantes que tomaron dicho curso y lo aprobaron, encuestados al final de su carrera. Los resultados de la encuesta son publicados por la Profesora María Ignacia de Díaz en Matemática, Enseñanza Universitaria, No. 39, sept.-dic. 1986.

estudiantes al nivel de formación matemática previsto y porque, como en el caso anterior, los estudiantes en esta situación no logran, por razones curriculares o personales, alcanzar los mayores niveles de dedicación requeridos.

Dos razones son claras a nuestra manera de ver para explicar la escasa evolución en la formación matemática en la mayoría de los alumnos que toman nuestros cursos generales. De un lado, la causa ya mencionada de un nivel de formación bajo respecto al nivel de un curso, que determina un bajo ritmo de asimilación y que hace obligante un mayor nivel de dedicación que no siempre se da. Pero, de otro lado, está también la falta de énfasis instruccionales, concertados por el grupo profesoral, más allá de un énfasis puramente operacional o de contenido, orientados a influir más integralmente en el desarrollo de las distintas habilidades que se articulan en una formación matemática. Se suelen centrar las críticas de la formación matemática de nuestros alumnos en aspectos operativos y hacia ellos parecen dirigirse los énfasis instruccionales. Pero el “comportamiento operativo” no es autónomo, ni se puede mejorar realmente al margen del cambio y fortalecimiento de otros aspectos que hemos asociado con la noción de formación matemática. Las deficiencias en la formación matemática se expresan, también, en características y actitudes negativas que constituyen obstáculos para el buen aprendizaje de las matemáticas, frente a los cuales hay que oponer énfasis y formas de enseñanza que ayuden a superar tales resistencias y actitudes negativas.

Estos énfasis concertados no existen. En general no tenemos una visión unificada de “formación matemática” y se puede ver que debajo de esta frase existen concepciones muy distintas, incluso antagónicas. Pensamos, sin embargo, que en la práctica, en el salón de clase, tiende a predominar la concepción de un adiestramiento operativo, muy inmediatista, que se define frente a las que se ubican como necesidades operativas de tipo profesional. Estas concepciones pueden imponerse en la práctica, aún así el profesor pueda tener otras concepciones debido a condiciones adversas de tipo instruccional determinadas por grupos estudiantiles con niveles promedios de formación muy bajos. Diciéndolo con un refrán popular “el profesor tira la toalla” y se acomoda a una tendencia instruccional que no levante resistencias. En la Universidad del Valle han sido frecuentes los vetos profesoriales y muchos de ellos han estado determinados por una dinámica de sobrevivencia estudiantil, que ha tenido un efecto real en el nivel de los cursos. Esta actitud se puede traducir, como ya se comentó anteriormente, en el relajamiento del rigor y exigencias de la evaluación.

SOBRE EL NIVEL MINIMO DE FORMACION MATEMATICA

A nuestra manera de ver, la formación matemática que será razonable esperar de un estudiante que egresa del Bachillerato se puede caracterizar alrededor de los siguientes puntos.

i) Concepto abstracto de función y familiaridad con el manejo gráfico y analítico de

funciones de variable y valor real, en especial de las funciones elementales.

- ii) Concepto de operación binaria. Familiaridad conceptual y operativa con los sistemas numéricos (como sistemas matemáticos). Representación decimal y el cálculo numérico aproximado.
- iii) Concepto de medida. Sus conexiones con los números y la geometría y familiaridad con los sistemas de medición.
- iv) Familiaridad conceptual y operativa con los objetos de la geometría euclidiana.
- v) Familiaridad con el manejo de expresiones matemáticas variables (algebraicas, trigonométricas, exponenciales, logarítmicas, etc.) y comprensión de su formalismo operativo. Familiaridad con los conceptos de ecuación, inecuación, sistemas de ecuaciones e inecuaciones (simples) y técnicas usuales de solución.
- vi) Concepto de lugar geométrico, ecuación de un lugar geométrico. Familiaridad con los problemas elementales de la geometría analítica (en el plano y en el espacio). Familiaridad con ecuaciones canónicas de la recta, plano, las cónicas y cuádricas.
- vii) Concepto de vector geométrico y familiaridad con las operaciones de suma, resta, producto interno y aplicaciones físicas y geométricas simples.
- viii) Noción clásica de probabilidad y estadística descriptiva.
- ix) Familiaridad con el concepto y manejo de sucesiones y sumas (series) aritméticas y geométricas.

En los programas actuales del Bachillerato se plantean también los temas introductorios del cálculo, continuidad, límite funcional, derivadas e integrales. Esta es, por demás, una tendencia universal; nuestra opinión, sin embargo, es que en el momento actual es preferible tratar de alcanzar en el Bachillerato una buena enseñanza en los temas anteriores y no forzar los programas para incluir una introducción al cálculo.

Alrededor de los puntos anteriores, es necesario hacer las siguientes observaciones:

De acuerdo con la manera como hemos tratado de describir la noción de “formación matemática”, la caracterización de “formación mínima que es razonable esperar de un estudiante que egresa del Bachillerato”, no puede entenderse como una simple descripción de contenidos y/o como la comprobación de si el estudiante maneja ciertas destrezas operativas o algorítmicas relativas a dichos contenidos. Aunque el tratar de confrontar en un examen de clasificación los diferentes aspectos que hemos incluido en la noción de formación matemática requiere de esfuerzo y reflexión por parte del profesor, y es una tarea imposible de completar exhaustivamente en un examen como el propuesto, debe ser claro que tal examen no debe concebirse exclusivamente como

operativo y que debe estar orientado también a confrontar interpretación conceptual, madurez en lo relativo al razonamiento matemático de tipo deductivo, interpretación de textos matemáticos y problemas que requieran de una interpretación del lenguaje matemático y/o matematización de una situación específica.

Respecto a este planteamiento, resulta pertinente levantar la siguiente pregunta en cuanto al contenido del examen se refiere. Si el resultado más visible del examen de clasificación propuesto es el eximir del curso de Matemática Fundamental al grupo de estudiantes que aprueban dicho examen, ¿por qué entonces no concentrar dicho examen exclusivamente alrededor de los temas que cubre este curso y mirarlo como una comprobación de prerequisites operativos para el Cálculo? Desde esta perspectiva los temas geométricos, especialmente los de geometría euclidiana, y los relativos a vectores, probabilidad y estadística podrían ser eliminados.

Si bien el problema de fondo del examen se refiere más a su enfoque que a la identificación exhaustiva de contenidos, no debe olvidarse que el examen de clasificación es un elemento dentro de una estrategia instruccional más amplia, que busca tener, a la larga, una influencia en la docencia de la matemática en el Bachillerato, por lo menos a nivel regional. Desde esta perspectiva el examen debe apuntar a difundir y confrontar una concepción de formación matemática más integral y más acorde con los objetivos generales de la enseñanza de la matemática en el Bachillerato, tal como la hemos propuesto. Consecuentemente, el incluir en el examen, así sea con peso aparente o mínimo, temas que aunque no son prerequisites operativos del Cálculo constituyen temas fundamentales en el desarrollo de la formación matemática del estudiante y que están siendo omitidos o tratados más deficientemente que otros en la enseñanza del Bachillerato es, a nuestra manera de ver, una táctica aconsejable. Por lo demás, de ser aceptada esta propuesta sobre los contenidos del examen de clasificación, podrían introducirse algunos ajustes al curso de Geometría Vectorial y facilitar un mejor tratamiento de los temas del espacio que actualmente se quedan sin cubrir o son presentados de manera muy esquemática o apretada.

UNA NUEVA POLITICA DE EMPALME

Los análisis hechos en secciones anteriores muestran que, desde el punto de vista del rendimiento estudiantil y de la eficiencia de nuestros procesos instruccionales, es conveniente exigir un nivel mínimo de formación matemática a los estudiantes que ingresan a la Universidad del Valle a carreras técnicas y científicas. La Universidad no puede, sin embargo, exigir dicho nivel mínimo como condición de admisión. Esta imposibilidad está determinada por razones externas a lo académico. Hay ante todo una razón social. Las diferencias de formación, a veces tan grandes, que se dan entre los estudiantes que se presentan a la Universidad, son el resultado de los diferentes grados de desarrollo que se presentan al interior del sector educativo y que responden a clasificaciones sociales y geográficas. Exigir tal requisito sería equivalente a hacer más elitista, en términos sociales, el ingreso a la Universidad.

De otro lado, la totalidad de los Planes de Estudio no podrían llenar sus cupos pues sólo muy pocos estudiantes aprobarían los Exámenes de Admisión.

A pesar de la aparente contradicción insoluble, quienes sustentamos la presente propuesta creemos que la Universidad debe y puede establecer una estrategia de recepción para el estudiante de Bachillerato que sin negar su ingreso a la Universidad permita:

- i) Reconocer la situación específica del estudiante en términos de su formación matemática y diferenciarlo en términos instruccionales en la búsqueda de una mejor eficacia docente.
- ii) Caracterizar y exigir un nivel mínimo para la formación matemática del estudiante que ingresa a las carreras técnicas y científicas.
- iii) Ejercer una presión y una asesoría real hacia la educación secundaria para que mejore su enseñanza.

Estos objetivos creemos que se pueden alcanzar de la siguiente manera:

- a) Con el fin de reconocer la situación específica del estudiante que ingresa a la Universidad, la mejor manera es realizar un examen de clasificación en relación a lo que hemos dado en llamar un nivel matemático mínimo deseable.*

Quien apruebe dicho examen de clasificación entraría directamente al curso de Cálculo I. Quien no lo apruebe tendría que tomar un curso semejante al curso actual de Matemática Fundamental, aunque con algunos cambios de enfoque y con un modelo instruccional que haga posible un mejor seguimiento del aprendizaje estudiantil, que permita incidir mejor en su método de trabajo académico y que estimule una participación suya más activa en el proceso de enseñanza-aprendizaje. En los casos en que el rendimiento en este examen de clasificación sea particularmente malo, se sugiere la definición de un plan de trabajo muy especial, con pocas materias en el semestre.

Nuestra recomendación a los de Ingeniería y Ciencias en este sentido es que este curso sea un prerrequisito de su componente matemática y por lo tanto sea considerado como un curso remedial que no es parte de su currículo propiamente dicho. Aunque pueda aparecer como un detalle formalista, creemos que el presentarlo así hace más real y explícita la presión sobre los Colegios de Bachillerato, para

* La idea de un examen de clasificación ha sido planteada en otras ocasiones pero con una concepción global diferente y más restringida. Posteriormente a la configuración de nuestra propuesta conocimos de otra con elementos similares, hecha por la Prof. María I. de Díaz y que no se llevó a cabo por razones que desconocemos.

tratar de que sus egresados alcancen el nivel mínimo exigido en matemáticas por la Universidad.

- b) El nivel matemático exigido se definiría y caracterizaría por medio de materiales escritos y su perfeccionamiento requiere en sí bastante estudio y reflexión sobre la noción de formación matemática y la manera de plasmarla a este nivel. Estos materiales serían la base para el examen de clasificación y serían suministrados al estudiante tan pronto sea admitido a la Universidad. El examen de clasificación se haría por lo menos un mes después de los Exámenes de Admisión a la Universidad, quizás en la semana anterior al inicio del año académico. Los mismos materiales, con pequeños ajustes, podrían constituir el texto para el curso remedial o de nivelación. Estos materiales serían sometidos a ajustes cada tres años de acuerdo con la evolución de la enseñanza de la matemática en la Universidad y en el Bachillerato.
- c) Se espera que en los primeros años que se ponga en práctica esta nueva estrategia sólo un número relativamente pequeño de estudiantes, principalmente de Ingeniería (alrededor de un 10%) aprobará dicho examen, pero al consolidarse esta práctica el porcentaje aumentará y el contenido y enfoque de los materiales serán tomados como punto de referencia en la enseñanza de la matemática por lo menos en los colegios de la región.

Se espera igualmente, que esta nueva estrategia, que incluye un ajuste importante del modelo instruccional para el curso remedial, debe mejorar el aprendizaje estudiantil y reflejarse, como consecuencia, en una disminución de las tasas de mortalidad estudiantil tanto en este curso, como en los cursos siguientes.

De esta manera el examen de clasificación ofrece, de un lado, un estímulo a los estudiantes que, por su experiencia en el Bachillerato o por un trabajo adicional en su preparación, prueban haber alcanzado un nivel matemático deseable para el estudio de los cursos de Cálculo. De otro, el examen de clasificación se ofrece como un instrumento que ayuda a los estudiantes, bajo la responsabilidad de los Planes de Estudio, a definir las condiciones de trabajo adecuadas a su situación personal, en busca de su mejor aprovechamiento académico.

Agradecemos a la F.E.S. (Fundación para la Educación Superior) y a UNIVALLE el apoyo para la realización de éste y otros trabajos que se vienen realizando en el contexto del Proyecto Estudio y Experimentación de Modelos Instruccionales para la Enseñanza de la Matemática en los primeros años de Universidad.

MORTALIDAD ESTUDIANTIL EN LOS CURSOS GENERALES DE MATEMATICAS

(UNIVERSIDAD DEL VALLE)

	1981		1982		1983		1984		1986	
	Ing.	Ciencias	Ing.	Ciencias	Ing.	Ciencias	Ing.	Ciencias	Ing.	Ciencias
MAT. FUND.	33.2	36.3	31.1	39.8	23.4	44.9	37	40.2	40.4	35.5
GEOM. VECT.	34.9	40.3	28.7	56.9	24.2	37.3	46	48.8	44.9	50.8
CALCULO I			44.6	28.4	30.7	47	27	41.9		
ALG. LINEAL			23.5	19.4	26.4	32.1	15.5	37.5		
CALCULO II	28.9	19.1	30	25.7	27.9	41.6	17	27.6		
EC. DIFEREN.			(20.2)	(9.1)	(18.9)	(36.4)				
			12.9	33.3	31	30.8	17.2			

Las flechas indican el desplazamiento de un grupo de estudiantes. Datos entre paréntesis indican que en ambos semestres hay varios cursos de la misma asignatura.

EXAMEN DE CLASIFICACION EN MATEMATICAS, UNIVALLE (1985)

(Distribución de Calificaciones por Rangos Numéricos y Planes de Estudio)

P L A N	Total Estud.	% [0,1]	% [0,2)	% [2,2.5]	% (2.5,3]	% (3,4]	% (4,5]
MATEMATICA	8	0	87.5	12.5			
FISICA	10	30	100				
QUIMICA	22	13.6	77.2	22.7			
TEC. QUIMICA	20	40	95	5			
BIOLOGIA	21	38	95.2	4.8			
C I E N C I A S	81	27.1	90	9.9			
ING. MECANICA	26	23	65	15	11.5	7.6	
ING. SANITARIA	24	50	91.6	8.4			
ING. INDUSTRIAL	24	12.5	58.3	29.1	8.3	4.1	
ING. ELECTRICA	22	9	45.5	27.3	22.3	4.5	
ING. QUIMICA	36	11.2	55.6	25	8.3	8.3	
ING. CIVIL	27	-	40.7	37	7.4	14.8	
ING. AGRICOLA	23	52.1	86.9	8.6	4.3		
INGENIERIA	182	22.5	63.1	21.9	8.7	6	