

Apología de la utilidad y el realismo^(*)

Claudi Alsina

Hace muchos años D. Pedro Puig Adam impartió en la Escuela de Ingenieros Industriales de Madrid una curiosa conferencia a la que tituló "Apología de la inutilidad" donde realizaba, con especial convicción, una defensa de las matemáticas en los estudios técnicos. Con el título que aquí se ha elegido quiere defenderse no la utilidad de las matemáticas en general para la Ciencia y Técnica sino la utilidad de las mismas en relación a la formación educativa. Consideramos que la justificación última de la presencia de las matemáticas en las escuelas técnicas es, precisamente, su *valor educativo* y no el valor intrínseco de las fórmulas o los teoremas o el de dar soporte formal a otras disciplinas. Con ello intentamos dar otra dimensión a la palabra utilidad. Un concepto o un resultado será útil si instruye al que lo aprende y será completamente inútil si en nada influye en el sujeto que lo recibe.

Pero a la vez hemos incluido en el título otra palabra: realismo. Nuestras matemáticas se desarrollan en unas escuelas concretas, con unas características propias, en un entorno, con unos límites horarios, con unas formaciones previas de nuestros estudiantes, con unos usos en otras materias, bajo una legislación peculiar... y con unos/as alumnos/as que tienen su propia personalidad, talento y receptividad y afición. Así pues intentaremos no seguir por el camino habitual de "necesitamos explicar integrales de línea porque las necesitan en física", sino que intentaremos hablar de aquellos problemas educativos que en nuestra docencia matemática se plantean. Sin dejar de lado la utopía de que es posible una mejora, día a día, de nuestro labor.

Nuestro contexto es el que es

En nada sirve comparar nuestra situación actual y nuestros objetivos con lo que ha sido la evolución de las matemáticas en escuelas técnicas a lo largo de este siglo en España. Ni las cátedras son únicas, ni existen los exámenes de ingreso, ni las clases son minoritarias, ni las profesiones hacen el trabajo que hacían, ni los alumnos acceden a los catorce años, etc. Nuestra realidad es otra, nuestra clientela es otra y nuestra

actuación debe ser otra. Desde que entró en vigor la Ley de Reforma Universitaria son muchos los cambios introducidos en nuestras universidades y escuelas. Algunos aspectos han resultado ser especialmente brillantes (autonomía universitaria, creación de nuevas universidades, valoración de la investigación, reestructuración de los cuerpos docentes,...). En otros aspectos, el resultado de los cambios previstos por la LRU y sus decretos aunque

idealmente fueran correctas han tenido una implantación concreta de dudosa eficacia. Así la departamentalización, positiva para los profesores, ha difuminado y/o dinamitado la estructura de centro en perjuicio de los estudiantes y sin embargo la departamentalización como tal no ha producido, paradójicamente, una distribución más ágil y dinámica de los enseñantes (casi todo el mundo sigue donde estaba, dando lo que ya daba).

^(*) Este artículo ha sido la Conferencia Inaugural de las II Jornadas sobre la Enseñanza de las Matemáticas en las Escuelas Técnicas en Junio de 1994 en la Universidad de Huelva.

En los últimos años hemos asistido a la fase de la reforma de los planes de estudio yendo hacia un modelo educativo de corte anglosajón (en la vertiente de optatividad, estructura crediticia, duración de los estudios, etc.), pero no exento de corte hispano (troncalidad-obligatoriedad en base a homologaciones). Hay dos aspectos de las directrices para los planes de estudio que preocupan:

- a) Las reformas universitarias de planes de estudio se realizan en total desconexión educativa con las reformas de los niveles educativos pre-universitarios;
- b) Las reformas universitarias de planes de estudio no se sostienen sobre un planteamiento pedagógico sino que se deslizan hacia temáticas "docentes" (nombres de asignaturas-áreas de conocimiento-créditos) que nada tienen que ver con la educación efectiva a reformar.

Muchas de nuestras escuelas han dependido de organismos muy diversos y han formado muchas generaciones de técnicos con planes de estudio muy diferentes, con ingresos muy diversos y con planteamientos docentes absolutamente dispares.

Afortunadamente la vida hace el milagro de que en cada generación surjan buenos profesionales sea cual sea el plan de estudios seguido. **Los planes de estudio dependen de los profesores y los estudiantes y no del organigrama descriptivo del propio plan.** Por todo ello cabe esperar que sólo cuando se dé un consenso y una complicidad positiva entre profesores y estudiantes de una es-

cuela habrá un progreso real y un cambio significativo que sea pedagógicamente enriquecedor.

Sobre algunos mitos referenciales

Quisiéramos aludir en este apartado a algunos "mitos" vigentes hoy en ciertos sectores del profesorado de matemáticas de carreras técnicas. Nos atrevemos a usar la denominación "mito" en el sentido de que dichas concepciones no siempre se ajustan a la realidad que hoy vive nuestra enseñanza y nuestra sociedad.

(a) *El mito del profesional autosuficiente*

La imagen del ingeniero-arquitecto autosuficiente para diseñar, calcular y realizar **cualquier proyecto** sigue en cierta manera presente. Esta imagen es abonada por la legislación española sobre responsabilidades civiles y derechos profesionales. Sin embargo la realidad de nuestra década no se corresponde con la concepción renacentista del técnico-integral. Proliferan los estudios, las empresas, la colaboración con profesionales diversos... parece más importante la capacidad de diálogo y crítica que la autosuficiencia solitaria. ¿No debe reflejarse esta situación en los programas de matemáticas?

(b) *El mito de la formación duradera*

La falsa creencia de que lo que se enseña ya se recuerda y se domi-

na para el resto de la vida hace tambalear a veces los programas. ¿Tienen caducidad los recuerdos o el manejo de los temas? ¿Se montará un sistema de recordatorio para post-graduado? Seguramente debe asumirse el carácter inicial de los estudios y la necesidad de futuras formaciones o de reciclaje o de ampliación.

(c) *El mito de la carrera para siempre*

Se creyó durante mucho tiempo en que el estudio de una carrera ya "completaba" la formación profesional del individuo de lo cual se inducía la importancia de ofrecer "todo" el conocimiento posible. Hoy por hoy puede afirmarse que necesariamente ningún técnico podrá vivir de renta de sus estudios iniciales. Hay que educar en el saber adaptarse.

(d) *El mito de la inutilidad útil*

A través de algunos ejemplos singulares donde la matemática abstracta fue por delante de la aplicabilidad de la teoría se pretenden justificar ciertos temas. Parece como si debiera esperarse al milagro de su futura aplicación. Y a menudo estos temas... ¡eviten la inclusión de otros que si han demostrado ser útiles!

(e) *El mito del más allá y de los otros*

Se invocan a menudo como ideales de programación matemática los programas o libros de univer-

sidades lejanas, autores desconocidos o países poco afines al nuestro. Es peligroso invocar ejemplos de los que no se poseen detalles o de los que se desconoce el contexto o el objetivo educativo.

Aquellas famosas expresiones "en todos los sitios se dan ecuaciones diferenciales", "en Massachusetts el álgebra lineal es muy fuerte", etc., son simples anécdotas a las que no debe darse mayor trascendencia.

La presencia de matemáticos en las escuelas acostumbra a ser a menudo una casualidad inicial y en muchos casos se defiende la autonomía disciplinar frente al carácter servicial, con propuestas curriculares indierenciabiles de las que se propondrían en cualquier otra carrera de tipo científico, tendiendo a proclamar el carácter imprescindible de todo lo que se explica y reproduciendo, de hecho, el modelo de profesorado que han conocido durante su formación matemática. El mito es justificar unas propuestas en relación a propuestas de otros colegas que a su vez, etc...

(f) **El mito de las otras disciplinas**

Un viejo mito profundamente arraigado en las escuelas técnicas es el del carácter "imprescindible" de ciertos conocimientos matemáticos en función del uso que de los mismos harán otras disciplinas. El que otras discipli-

nas puedan "en principio" usar ciertos resultados de matemáticas no asegura que los colegas concretos que las imparten lo hagan, ni cómo lo hacen, ¡si lo hacen!

(g) **El mito del nivel**

A menudo se hacen críticas apasionadas a un supuesto "nivel" secundario, decreciente y defensas a ultranza de un supuesto "nivel universitario" al que se intenta salvar. Es algo muy difícil de entender. ¿Se trata de ver un nivel medio de los estudiantes en el sentido del nivel de burbuja de la construcción? ¿se trata de un nivel resultado de un índice relativo respecto generaciones anteriores? ¿se trata del **nivel de subsistencia** como la cantidad mínima de matemáticas necesarias para sostener la vida universitaria? ¿se trata del **nivel de vida matemática** como la cantidad de matemáticas que puede impartirse con la capacidad media de una clase determinada? ¿acaso se trata de un nivel en el sentido de intensidad? ¿quizás el nivel matemático en el sentido mental como el grado de capacidad que muestra el desarrollo cuantitativo y cualitativo de la inteligencia?

No está claro en absoluto el término "nivel" al cual, tantas veces se apela. No vale hoy reivindicar aquella famosa expresión de D. Julio Rey Pastor:

"... aquí abajo, con estos inteligentes pero pasivos estudiantes, que

comienzan a serlo cuando el curso agoniza, debemos resignarnos a descender más y más el nivel de la enseñanza científica para técnicos, allanando toda dificultad, elaborando en suma, una especial Matemática de estuario".

Se impone la serenidad:

(h) **El mito de las generaciones anteriores**

A través de unos nombres ilustres del profesorado de matemáticas de escuelas técnicas y de unos grandes profesionales que estudiaron con ellos, se intenta dar la imagen de que la enseñanza matemática de hace años en las escuelas técnicas era de alguna forma modélica o referencial. Cabe preguntarse: ¿cuántos nombres míticos y cuántas obras escritas han superado el paso de las últimas décadas? ¿cuántos alumnos fracasaron en las escuelas? ¿cuánta gente acudía a realizar estudios técnicos? Creo que cada momento tiene "su" realidad y de poco sirve extrapolar al presente lo que en el pasado se hizo, si ésto se realizó en otros contextos, en otros ambientes, en otras circunstancias y con otros objetivos.

Curiosamente "los recuerdos" de los profesionales hoy docentes en las escuelas influyen también en las discusiones sobre los programas de matemáticas.

Los "usos" matemáticos profesionales afloran a menudo en clave

absolutamente personal "yo no las he usado nunca", "son imprescindibles en la sociedad informática actual", "ocupan demasiadas horas en perjuicio de otras asignaturas", etc. Cuando la Matemática se concibe al servicio estricto de las otras disciplinas aparece este amplio espectro de necesidades, entre el amor y el odio, entre lo imprescindible y lo sobrante. También las opiniones de los estudiantes de últimos cursos está en función del profesorado que han tenido y los programas seguidos, aumentando su visión crítica con los años al ir comprobando a veces que muchos conocimientos aceptados como utilizables al principio no son nunca reutilizados en otras disciplinas.

(i) El mito de la formación de inteligencias

Es la creencia ancestral de identificar la inteligencia como algo "medible" (¡evaluable!) y además expresable mediante habilidades matemáticas. Es el creer que al entender temas difíciles se desarrolla la inteligencia para cualquier otra disciplina. Es el mito de la contratación de matemáticos por las empresas cuando se esgrime el argumento "si han sido capaces de entender esto también lo serán de entender lo otro".

(j) El mito de que lo general asevera lo particular

Es la creencia de que explicando "en general", el sujeto sabrá particularizar lo explicado o traducir el

método a casos concretos. Es una creencia falaz y que anula el carácter "universal" de la matemática desde el punto de vista de su enseñanza: sólo desde la especificidad de aplicaciones es posible la comprensión del porqué de un programa o unos temas.

Está claro que sí pero ¿qué? ¿cómo? ¿cuándo?

En los más recientes estudios educativos sobre el porqué de las matemáticas en carreras técnicas hay un consenso internacional sobre la presencia de las Matemáticas en estos estudios en base a los siguientes argumentos:

- a) El papel relevante, y de creciente interés de las Matemáticas en el desarrollo técnico actual;
- b) Las Matemáticas forman parte de la cultura integral de la sociedad;
- c) Las Matemáticas pueden ofrecer contenidos interesantes y específicos a estas carreras conjugando tanto el carácter formativo como el informativo;
- d) Las Matemáticas pueden contribuir a engrandecer la imaginación, la creatividad, las facultades críticas, el diálogo inteligente y una formación que esté en consonancia con los tiempos finales de este segundo milenio.

Pero meditemos brevemente sobre el qué debería enseñarse. Para ello recordemos una lúcida reflexión de H. Pollack:

"Tradicionalmente, las Matemáticas de la vida normal de cada

día han sido las Matemáticas de la escuela primaria. Las Matemáticas para ejercer una ciudadanía inteligente deberían ser básicamente las Matemáticas de secundaria. Las Matemáticas de la profesión deben ser las enseñadas en la etapa universitaria (si la profesión requiere estudios a este nivel). Las Matemáticas como parte de la cultura integral humana no han sido asignadas a ningún nivel educativo".

Entendido así, nuestra misión sería **aterri-zar en aquellos aspectos que puedan incidir en la formación hacia una profesión determinada**. Nótese que subyace en el planteamiento de H. Pollack un principio revolucionario: la formación matemática pre-universitaria debe tener sentido en sí misma logrando unos objetivos claros y que no son sólo los de la estricta preparación universitaria. No se trata de lograr un nivel arbitrariamente fijado desde la Universidad sino que es la universidad la que debe partir del nivel secundario alcanzado para plantear su enseñanza profesional concreta. Así la matemática para la profesión encuentra precisamente en este el referencial más importante de ejemplificación y límites.

Deben fijarse tanto los conocimientos a adquirir como los modos de pensamiento asociados con estos conocimientos

Este es un principio importante. Junto a cada conocimiento matemático debemos enfatizar aquella for-

ma de pensar o razonar que permitirá tanto entender este conocimiento concreto como todos aquellos conocimientos de la misma índole que puedan aparecer en el futuro. Pensar en la precisión, la exactitud y la aproximación calculística, pensar estadísticamente, razonar geométricamente, analizar lógicamente,... Como dije en su día D. Pedro Pi Calleja:

"en la enseñanza lo primordial es siempre educar, luego instruir; primero se debe formar hombres, luego hombres aptos, y esto basta, ya que en la aptitud está también la educación de la voluntad para perseverar en la especialidad a que nuestra vocación o destino nos llame".

La tradicional localización de las Matemáticas al principio de las carreras es pedagógicamente justificable al enlazar con estudios inmediatamente anteriores a la etapa universitaria y al dar la base general de servicio a otras materias. No obstante aparecen hoy fenómenos nuevos. Por una parte los ajustados límites horarios de duración de los estudios y por otra la aparición de la organización semestral y de las ofertas optativas.

Parece oportuno aceptar que no pueden mantenerse contenidos que no tengan desde el primer momento un sentido para los estudios técnicos no pudiendo ser que los estudios del principio (¡el principio y el final cada vez están más próximos!) queden secuestrados por una artillería de usos futuribles. Desde el primer

día, los alumnos deben ser estudiantes de temas propios de su futura profesión.

La estructura semestral obliga a precisar mucho más la temporalización educativa y la evaluación, con lo que ello implica de unificación de ritmos e intensidades.

Las asignaturas optativas pueden permitir ofertar cursos breves y monográficos sobre temáticos interesantes desde la especificidad, desde la vertiente computacional gráfico-numérica o desde la vertiente interdisciplinaria.

Es evidente que tenderemos a dar una programación de conocimientos matemáticos mínimos. Y ello no es dar "lo de siempre" en menos tiempo.

Quizás una solución posible ante la paradoja de que "hay menos tiempo cuando más hay que explicar" sería olvidarse del proceso deductivo formal y estructuras nuestras enseñanzas desde las habilidades que se pretenden desarrollar: inducir, aproximar, acotar, modelizar, resolver,... y ejemplificar en cada caso alternativas y posibles modelos matemáticos.

Un decálogo para las matemáticas en carreras técnicas

Si hace años D. Pedro Puig Adam hizo un maravilloso "decálogo para la secundaria" hoy me ha parecido interesante hacer un pequeño "decálogo" para las matemáticas de escuelas técnicas. Son unos principios

sugerentes para contemplar positivamente nuestra actuación como profesores/as. Algunos principios son de hecho válidos en cualquier nivel educativo pero no por ello deben ser olvidados en nuestras clases. Otros son específicos y reafirman el compromiso con los estudios concretos:

1. *El aprendizaje debe ser un viaje, y no un destino, en el cual el profesorado debe actuar de guía.*

Lo que tiene el máximo interés es compartir y guiar los procesos de matematización, inducir al descubrimiento, facilitar la discusión... siendo esto mucho más importante que la "exhibición" del profesorado en la pizarra o el terminar aceleradamente programas acabados "sobre el papel" pero no comprendidos por nadie. Tras esta filosofía está también la creencia de que los procedimientos, actitudes y motivaciones son tan importantes como los contenidos en su sentido tradicional.

2. *En la etapa universitaria la matemática que debe enseñarse debe tener como objetivo último formar futuros profesionales posibilitando una capacidad inteligente para ejercer una actividad técnica.*

Preparar para usar la matemática de la vida profesional es, en definitiva, lo que justifica que se estudien matemáticas.

3. *La matemática que podría enseñarse debería completar forma-*

ciones y preparar para una comprensión "dúctil" de los principios matemáticos útiles en las profesiones y los estudios.

Las personas deberán ser capaces de renovar sus conocimientos y habilidades, incluyendo las matemáticas, a lo largo de toda su vida. Formar para la "adaptabilidad" es un objetivo ineludible.

4. *Las matemáticas debe asumir las posibilidades tecnológicas e incorporar la labor empírica (de campo o de laboratorio).*

Se aprenden matemáticas también empíricamente y como paso previo a la abstracción. Los usos tecnológicos deben ser compatibles con otras habilidades y suficientemente abiertos como para no depender de unas máquinas concretas. Y la tecnología debe entenderse en su amplio espectro actual, desde la tecnología visual a la tecnología computacional.

5. *Nuestras formas de evaluar deben permitir superar la puntuación clásica de los ejercicios individuales y rutinarios.*

La evaluación debe ser más global y abierta, integrando proyectos, observaciones sobre actuaciones, labores de equipo, usos tecnológicos, etc.: lo que podríamos llamar una evaluación vectorial sensible a los muchos componentes que admiten evaluación constante y no simplemente singular y aislada.

6. *La enseñanza de las matemáticas en carreras técnicas debe estar comprometida con estas.*

La universalidad del conocimiento no debe estar reñida con la concreción de su enseñanza. Y la dimensión humana también debe estar presente: las matemáticas son el resultado de una labor apasionante que hombres y mujeres han ido desarrollando en función de unos problemas e inquietudes históricas.

7. *La enseñanza de la matemática debe ser sensible a la diversidad de formaciones previas y talentos.*

Es importante programar rutas o itinerarios educativos alternativos donde todos, con dificultades o con talento, puedan encontrar la oportunidad de llegar a aprender lo máximo posible, en relación a ellos mismos.

8. *La enseñanza de la matemática debe actualizarse constantemente y conectar con los recursos matemáticos de su época.*

El futuro del libro enciclopédico es ciertamente dudoso. Necesitamos materiales más flexibles. La actualización constante también pasa por conectar con recursos de la matemática del siglo XX, lo que implica incluir nuevos temas en sustitución de otros. Por ejemplo, los recursos de matemática discreta y teoría de grafos ofrecen técnicas y problemas de gran poder y actualidad. Pero no debe confundirse esto con dar paso a lo nuevo por el mero hecho de serlo (por ejemplo: la teoría de catástrofes o los fractales).

9. *Todo aquello que "funciona bien" no es preciso cambiarlo.*

Las reformas en marcha lo son más sobre "una forma de hacer" que sobre "lo que hay que hacer". La reflexión debe centrarse en aquello que presenta carencias o es claramente mejorable.

10. *Nuestra labor es una de las más bellas del mundo y nos exige inteligencia pero también humanidad y amor.*

Aquí es donde nuestra particular asignatura pasa a un segundo término y nuestra labor adquiere un carácter emotivo y sensible. Más allá de lo verdadero y de lo falso, del teorema curioso o del algoritmo convincente, está la preocupación por hacer progresar unas generaciones universitarias que confían en nosotros y comparten parte de juventud a nuestro lado.

Permitan que acabe citando de nuevo a D. Pedro Puig Adam. Él dijo en una ocasión:

"Educar es, en el fondo, cultivar al mismo tiempo, el conocimiento de lo que es verdadero, la voluntad de lo que es bueno y la sensibilidad de lo que es bello".

Quizás esta frase es un resumen de lo que las matemáticas en las carreras técnicas también deberían ser. Muchas gracias.

Claudi Alsina

*Sec. Matemáticas e Informática
E.T.S. Arquitectura de Barcelona
U.P.C. Barcelona*