

ESTADOS GENERALES DEL SABER

ARCHIVO: MATEMÁTICA

3 de noviembre de 2016



UNIVERSIDAD
NACIONAL DE
SAN MARTÍN

**SECRETARÍA
ACADÉMICA**



Presentación

¿Qué significa para una institución la discusión colectiva en torno al saber o al conocimiento? Un saber no sólo disciplinar, sino también experiencial. ¿Qué es formar? ¿Cómo se vincula la formación con los saberes que circulan en la universidad?

La Universidad Nacional de San Martín viene realizando desde 2013, bajo la iniciativa de la Secretaría Académica, una serie de encuentros en los cuales se pone en acto la discusión sistemática y colectiva en torno al saber. La universidad produce y forma sujetos en todas las disciplinas y áreas y es fundamental darnos, como institución y como parte de la sociedad, un espacio para el debate democrático acerca de los problemas y posibilidades que eso conlleva. Creemos en un modelo de universidad que piensa activamente en la producción de conocimiento, que puede recurrir a su propia historia para madurar nuevas propuestas de formación e investigación, asumir nuevos desafíos y construir acuerdos.

Así nacieron los Estados Generales sean, quizá, un modo de recuperar una voz colectiva en torno a la producción de conocimiento, no sólo en lo formal o en los programas, sino también en cuestiones humanas, transferencias de saberes, experiencias compartidas. Por eso, en todos los casos hubo recurrencias y siempre estuvieron presentes actores externos a la UNSAM (el mundo de la empresa y diversos sectores sociales), para contar con un otro que nos ayude a pensarnos. La búsqueda de la discusión tiene que ver, precisamente, no con suturar la diferencia sino con explicitarla, pensarla y dotarla de productividad. En ningún caso la intención es construir un consenso definitivo o una voz única en torno a posiciones asumidas al interior de los distintos campos del saber, sino, al contrario, dejar constancia de esas posiciones manifiestas y poder actuar en consecuencia, reconociendo las discrepancias y celebrando los encuentros y compromisos.

En toda universidad coexisten varias topologías, aunque una figura que está siempre muy presente es la del organigrama (pese a que, muchas veces, no se superpone con el mapa de los saberes y sus lógicas). Nos interesa, entonces, que con cierta regularidad se ponga la lógica del organigrama en suspenso para que aparezca aquel otro plano, el de los saberes. Desde ese lugar, las preguntas cobran nuevos sentidos y nos permiten repensar nuestros vínculos y nuestras potencialidades. A través de los Estados Generales, podemos ponernos en continuidad con una tradición que, después de mayo de 1968, se pregunta por las condiciones en las que se genera el conocimiento y lo liga fuertemente a la sociedad, a las personas y las prácticas. La expresión “Estado General” refiere a un momento de suspensión del organigrama, de cierta circulación de la palabra, de interrupción de la rutina.

Somos una institución que forma personas, forma profesionales que deben poder advertir cuáles son las tensiones que atraviesan su propio campo. Necesitamos poder retomar y darle algún grado de canalización a las tirantezas, rigideces y resistencias. Sólo así vamos a poder formar integralmente. Ya sea desde las materias, las carreras o los institutos, desde los debates y en los actos de la gestión. Esperamos que en este ámbito se hagan preguntas y se confronten ideas en un clima de sinceridad y apertura. Así lograremos armar una agenda dinámica para pensar la formación, investigación, actividades de transferencia y



vinculación de la Universidad con la comunidad, sin que tal cosa implique necesariamente modificaciones estructurales, organizacionales o curriculares. Nos parece cardinal resaltar los consensos y núcleos de conocimiento al interior de cada área. Cuando discutimos entre nosotros, también hablamos del sistema educativo y de la sociedad. Por esa razón es tan importante preguntarnos qué hacer para mejorar en términos académicos tanto como respecto de las políticas educativas, de la acción universitaria o del tercer sector y sus actividades pedagógicas no escolares.

También nos importa profundizar y hacer más visible la tensión entre la innovación y la tradición. Es una tensión necesaria, natural y de no sencilla coexistencia. Por definición, la universidad debe ser una institución que promueva la innovación. Si produce conocimiento, innova. Pero esa producción de conocimiento, esa innovación, no se puede hacer sino enraizada en una tradición (de una disciplina, de una región). Y en medio de esa tensión es donde se produce la experiencia del aprendizaje y de la formación de nuestros profesionales, de nuestros alumnos. En esta época de tanta cuantificación del saber, de tanta tendencia a la repetición y el perfeccionamiento, hay grandes dificultades para innovar. Pero también existe el peligro de querer innovar sin tradición, creando decenas de carreras que terminan fracasando. Un plan de estudios no es un conjunto de profesores que dan materias distintas; es mucho más complejo, porque hay saberes, modos de pensar, de ver, de comportarse, que se transmiten a través de la experiencia concreta, desde quienes tienen un ejercicio extendido hacia atrás en el tiempo.

Por supuesto que este proyecto es colectivo en todas sus dimensiones, en su creación, en su puesta en marcha y en la dirección más esperada, que es el sostenimiento del debate. Nos interesa que esta práctica sea tomada por los miembros de la universidad, por las comunidades. Queremos un espacio en el que no sólo nos escuchemos excepcionalmente, sino que se transforme en un ámbito regular de debate y de diálogo intenso con el otro. Los Estados Generales tienen sentido si las unidades académicas, los docentes, los investigadores, los que trabajan día a día, creen que es un espacio posible para que el conocimiento siga tomando la forma que debe tener en una universidad, siempre allí en la frontera. La ambición es que todo esto nos permita repensar los procesos de formación e investigación, que aporte coherencia, profundidad y que esté en una ritualidad de pensarse a sí mismo, que para nosotros es fundamental.

El objetivo es que, en algún momento, todas las áreas del conocimiento participen de estos Estados Generales y que esta experiencia gane periodicidad: que se genere un ciclo dentro del cual cada un determinado número de años podamos sentarnos nuevamente para recuperar la palabra de especialistas, formadores, investigadores y todos aquellos que tienen algo para decir sobre cada una de las casi veinticinco áreas de conocimiento que tiene la universidad, y que seamos una institución pública que forme profesionales que el día de mañana vayan a ejercer sus prácticas con grandes conocimientos y una enorme responsabilidad social.

¿Por qué “archivos”?

Archivo es el término que fue utilizado por Michel Foucault en *La arqueología del saber* para designar al conjunto de elementos proporcionados por una cultura durante un determinado período. A través de ellos, se puede observar sobre qué principios una sociedad construye sus valores y saberes. De ese modo, el archivo es la fuente material y conceptual que permite comprender la lógica de las modalidades discursivas y las verdades históricas que dan forma a una comunidad de sentido. En palabras del propio Foucault, “en lugar de ver alinearse, sobre el gran libro mítico de la historia, palabras que traducen en caracteres visibles pensamientos constituidos antes y en otra parte, se tiene, en el espesor de las prácticas discursivas, sistemas que instauran los enunciados como acontecimientos (con sus condiciones y su dominio de aparición) y cosas (comportando su posibilidad y su campo de utilización). Son todos esos sistemas de enunciados (acontecimientos por una parte, y cosas por otra) los que propongo llamar archivo”.

El archivo no es una memoria que pretende conservar la identidad de una cultura. Tampoco es el resultado de una voluntad de preservación. Al contrario, “es el sistema general de la formación y de la transformación de los enunciados”, es decir, es la muestra de que las prácticas sociales no responden a un desarrollo armónico y lineal. Por eso, el archivo se encuentra a mitad de camino entre la tradición y el olvido, como posibilidad de comprender una constelación conceptual situada histórica y geográficamente, garantizando la subsistencia y la continua metamorfosis de un campo discursivo.

Por otra parte, los archivos nunca pueden dar cuenta de todo, sino que presentan parcialidades, áreas específicas, zonas e intensidades en las que algún sistema enunciativo funciona. Por eso, pensamos que esta categoría se aplica con justicia al temperamento de los volúmenes que aquí presentamos. Estos textos no han sido mentados como meras “memorias” o registros de lo que alguna vez han dicho miembros de la comunidad de un área del saber, sino como pista de las intuiciones y realidades que atravesamos en este momento concreto, en continuidad y ruptura con tiempos pasados y con la mirada puesta en el mejoramiento de la calidad educativa y social de la función de la universidad en la vida comunal. En este sentido, la conformación de archivos de los Estados Generales del Saber sobre las distintas áreas del conocimiento en las que la UNSAM desarrolla su actividad aspira a dar cuenta de los procesos de reflexividad de todos sus integrantes comprometidos con el saber. Esperamos que sean, por lo antedicho, una herramienta que aporte a la construcción de nuevos horizontes.

Estados Generales del Saber: Matemática

La matemática es, fuera de toda duda, una de las disciplinas que atraviesan a toda la historia de la humanidad. Desde los cálculos astronómicos primitivos hasta los últimos avances en física cuántica, desde los pitagóricos hasta los cultores del *Big data*, de oriente a occidente, la matemática ha sido prácticamente omnipresente como lenguaje y como representación de este y otros mundos. Todas las expresiones de las ciencias modernas hacen permanentemente (con mayor o menor conciencia) de recursos matemáticos. Pero además, todas las formas del intercambio humano aplican formas matemáticas, a veces sin tener ninguna sospecha de estar haciéndolo. Arquímedes, Platón, Fibonacci, Kepler, Descartes, Leibniz, Russell y Borges son algunos de los muchos insignes nombres que han marcado nuestras vidas y han echado mano de las matemáticas como herramienta primordial de sus pensamientos.

En la actualidad, todo el conocimiento tiene elementos matemáticos en su conformación (desde la armonía musical hasta las retribuciones del derecho civil, pasando por las estadísticas, el cálculo del clima o cualquier construcción que pretenda durar en el tiempo). Por ello, la enseñanza de la matemática es algo tan habitual en todos los niveles de la educación. En las universidades, la matemática aparece en carreras tan diversas como psicología, sociología, ingeniería, física, medicina o ciencias ambientales. De hecho, sería muy extraño amar cualquier programa de educación superior que la ignorara completamente. Así, el encuentro estuvo signado por la intención de generar un lenguaje común entre la matemática y las diferentes escenas en las que esta se aplica, así como entre los docentes y los alumnos que comparten el proceso de formación.

Por todo lo anterior, hemos organizado (desde la Secretaría Académica, y junto con la Escuela de Ciencia y Tecnología, Lectura Mundi y el Observatorio de Educación Superior y Políticas Universitarias) los primeros **Estados Generales del Saber en Matemática**, con la intención de discutir la actualidad de esta disciplina, tanto en las aulas como fuera de ellas, especialmente en un campo del saber que tan cercanamente vinculado está con los permanentes avances tecnológicos que caracterizan a nuestros tiempos. La invitación fue extendida a docentes de diferentes departamentos e institutos.

El intercambio, en este caso, estuvo signado por cuatro ejes centrales alrededor de los cuales, concomitantemente, giraron todos los comentarios: la formación básica, la formación aplicada, la investigación y la aplicación y vinculación con entes por fuera de la universidad (otros centros educativos, las empresas, el Estado, etcétera). El fruto fue un fecundo debate que dejó a la vista la importancia del diálogo y la contención institucional de las inquietudes de quienes conocen por dentro la práctica de la enseñanza y la investigación en matemática.

En nombre de todas las personas que participamos, de algún modo, en la preparación y puesta en acto de estos Estados Generales del Saber en Matemática, queremos dedicar esta publicación a la memoria del Prof. Eduardo Serrano, quien fue una pieza fundamental en el armado de este encuentro y que falleció al poco tiempo de su realización. Lamentamos profundamente la pérdida de un integrante tan valioso de la Universidad, cuyos valores humanos persistirán en nuestra memoria.



Mesa de discusión

-Silvia Bernatené:

Una vez más nos encontramos en una reunión de trabajo, entre académicos, en torno a las preocupaciones que convocan los campos disciplinares. La llamamos “Estados Generales del Saber” y es una propuesta de discusión colectiva que promueve la Secretaría Académica. Hasta ahora se han realizado encuentros centrados en la Sociología, la Antropología, la Informática, la Energía, la Educación, el Turismo, la Historia... Con los matemáticos estamos conversando desde el año pasado, con Diana, con Eduardo, con Carlos, que aceptaron gustosos generar este encuentro. La idea es dialogar. Si bien podemos imaginar que es un espacio de reunión formal, los impactos de estos encuentros en cada una de las disciplinas que les he nombrado fueron muy variados. En casos como los de Sociología, Antropología o Energía, las discusiones que surgieron en este entorno tuvieron algún impacto en la modificación de los planes de estudio; se tomaron las opiniones vertidas para hacer algunos cambios sobre contenido y organización de las propuestas de los planes de estudio, así que valoramos estos espacios de diálogo, de libre pensar y sobre todo de intercambio.

La mayoría de los que están presentes pertenecen a la Escuela de Ciencia y Tecnología y hay tres profesores que vienen de la Escuela de Economía y Negocios, y de la Unidad de Arquitectura, como demandantes especiales del saber matemático para la formación. Esperemos que pueda generarse un buen espacio de diálogo. Como pueden ver, el formato es el de una mesa redonda. No lo pensamos como exposiciones, como los clásicos congresos y reuniones científicas. Planteamos una serie de ejes buscando que se pueda dar espacio a un diálogo honesto y fluido, y aguerrido también, ¿por qué no?

Les cuento que todo lo que se dice en estas reuniones es grabado (luego se desgraba y se produce un archivo que finalmente se socializa) y les reitero el agradecimiento por estar aquí.

-Carlos D'Attellis:

Para motivar un poco, para presentar los temas que trabajaremos en los ejes, voy a hacer algo así como una introducción acerca de nuestro centro de matemática aplicada, acerca de nuestros conocimientos, no acá dentro de San Martín porque hay un montón de gente de San Martín que después hablará sobre esto, pero sí sobre otros lugares donde tiene que ver esta conexión de la matemática con otras cosas. Nuestras experiencias son varias en distintos lugares, digamos, y con distintas especialidades.

Por ejemplo, yo me acuerdo –para empezar a hablar de formación matemática y su vinculación con otros temas– de un curso de teoría de control en la Universidad Tecnológica que está en Campana. Campana es interesante porque tiene alrededor un montón de industrias. En ese momento, la Esso se había retirado, dejó sus refinerías. En Campana hay una que pasó a ser de esta nueva empresa que se llama Axion, que tiene ahora también estaciones de servicio por todos lados. El grupo de ingeniería de control que estaba ahí en Esso



se quedó *en banda*, porque –como siempre hacen estas empresas cuando se retiran– se llevaron todo. Por ejemplo, en la parte de control, todos los programas que tenían en las computadoras que organizaban cosas de control en la industria esa. Todos los ingenieros vinieron al curso y ahí me pude dar cuenta de la poca formación que tienen para avanzar en temas que son de control y que no están al alcance de ellos. Porque además, durante todo el tiempo, por lo menos en esa empresa, no pudieron generar nada propio, sino que estaba todo hecho, es decir, venían *paquetes* y manejaban la computadora como una caja negra, digamos. Eso hace también, me parece, a la formación de cosas de control, es este caso, o todo lo que lo rodea, en cuestiones de ingeniería e industria.

Otro de los ejemplos que tuvimos, que también nos llamó la atención, estaba relacionado con la educación. Tuvimos casos con escuelas secundarias, que no es nuestra tarea habitual, sin embargo en una provincia como el Chaco, nos habían llamado para mejorar –decían– el nivel matemático de los profesores de los colegios secundarios. Y fue una buena muestra porque la hicimos en dos lugares, una en Resistencia (varias veces) y la otra en Roque Sáenz Peña. La idea era mostrarles otros temas de matemática aplicada elemental que podían meter en la enseñanza, aun sacando temas, de esos que no le sirven a nadie o que no le entusiasman a los alumnos para nada. Recuerdo que participó Eduardo Serrano también. Dimos temas de sistemas dinámicos en tiempos discretos, que con sumas y restas y multiplicaciones uno lo puede manejar, pero que sirve como para poner ejemplos de poblaciones, hacer ejercicios prácticos y simular en una computadora, pero no es algo que se dé. Y lo que les hacíamos era, primero, dárselo a los profesores, que no lo sabían. Eran cosas fáciles, sin embargo había una resistencia muy grande en el cambio. Entonces, como este sistema secundario tiene sus mecanismos de distribución de puntos para los ascensos y todas esas cosas, yo les dije “yo les tomo examen para que les den los puntos”. Eso no sucedió nunca y se la rebuscaron para que la cosa funcionara igual. Después me llamaron del ministerio para ver mi opinión y mi opinión era esta: mucha gente muy interesada, y otra gente a la que no le importa nada, que quiere seguir enseñando lo mismo para no esforzarse. Esa fue la conclusión.

Otro tema: la semana pasada hubo un homenaje en la Facultad de ciencias económicas de la UBA a Julio Olivera, que murió hace poco tiempo. Yo tuve contacto en viejas épocas de mi doctorado con González Domínguez –yo estudié en la segunda mitad de los ‘60 y la primera de los ‘70– y apareció Julio Olivera que era abogado, que se había metido en la economía pero venía del derecho y era autodidacta en temas rarísimos. Se juntó con nosotros a estudiar teoría de distribución y otras cosas. Dio una materia, incluso, en el departamento de matemática exacta de teoría económica... La cuestión es que fui invitado a este homenaje a Olivera y hablé sobre uno de sus últimos trabajos, que ya desde el título es raro (se llama “Sobre la existencia de las medidas de ULAM”). Yo tomé cosas para sacarles la matemática y exponerlas de otra manera, de manera que entendieran, porque ningún economista que estaba ahí había entendido nada de lo de Olivera. Les dije que hacía eso, porque Olivera es topología pura, y ya frente a eso me dicen “¿qué es topología?”. O sea que las



matemáticas están alejadas de todo lo demás, hasta el punto en que los términos son incomprensibles. Yo no creo que si hubiese dicho “metafísica” alguien hubiera levantado la mano para preguntar qué es la metafísica, porque eso penetró de alguna manera. En cambio los temas de la matemática quedan como al margen. Y a pesar de todo, como nos quedamos charlando después con los economistas que estaban, es difícil que vuelvan a cosas conceptuales de la matemática, porque en la UBA tienen Análisis 1, Análisis 2, Álgebra 1, Álgebra 2 (esa es la que llaman matemática para economistas)...

-Matías Fuentes:

No sé cuál fue el público de economistas. Yo soy economista. También tengo un posgrado en matemática aplicada.

-Carlos D'Attellis:

No los estoy atacando. Estoy hablando del homenaje a Olivera en el que me gustó mucho participar.

-Matías Fuentes:

Hay una rama en la economía que es la teoría económica, la economía matemática, para la cual los espacios vectoriales topológicos, el análisis real y análisis funcional es cosa de todos los días.

-Carlos D'Attellis:

Bueno, está bien.

-Matías Fuentes:

O sea, topología es agua, es algo que lo sabemos bien. Y sobre el trabajo de Olivera te puedo agregar que sí, tiene una frase bastante llamativa que es la competencia –Olivera fue mi director de tesis– una frase muy llamativa, que no hay competencia perfecta. Bueno, no hay competencia perfecta con las medidas de ULAM, pero con otras medidas sí. No importa. No viene al caso, ¿no? Lo que quiero decir que dentro de un campo, que es la economía matemática, el lenguaje es el análisis funcional...

-Carlos D'Attellis:

Está bien. Yo pregunté cuál era el auditorio antes de ir, porque si sabían más topología que yo, no decía nada.

-Matías Fuentes:

Pero el economista medio no tiene por qué...



-Carlos D'Attellis:

No tiene por qué saber. Mi hijo mayor es economista y, sin embargo, no entiende nada de todo eso. Y la palabra de Olivera de la primera frase era con inducción transfinita, espacio topológico compacto... era muy raro, y además si uno lee el artículo, no saca ninguna conclusión, no ve la relación que tiene con la economía.

Retomando, tenemos conexión con varias cosas y a lo mejor esto motiva el asunto de la importancia de la matemática en la industria, en la economía, en la enseñanza. Me di cuenta, por ejemplo, que con los cursos estos "básicos" que están por lo menos en la UBA, por ahí la gente aprende mucho cálculo, entonces seguramente hacen integrales, pero uno le cuenta cuál es la idea de integral y dicen "ah, sí, pero eso lo vi hace mucho tiempo", no estoy hablando de esos que hacen esa matemática que vos decís, obviamente, pero sí de todos los demás, que es la mayoría. Entonces a lo mejor en la enseñanza se está poniendo énfasis muchas veces en lograr habilidades calculísticas que no sé si interesan. Los programas contienen cosas que cuando me toca a mí, yo las saco, porque creo que no le interesan a nadie. Ni a mí mismo, que hice toda la vida cosas aplicadas.

Me pregunto por qué se mantienen esas cosas en los programas. Y se sigue hablando de la misma gente y no se habla de otros tipos que influyeron mucho en todo esto, mucho más nuevos. Eso es lo que pasa. Entonces los cursos tienen todo el análisis de la época de Euler. Y además cargan mucho en cosas de cálculo, y las prácticas son cosas de cálculo que a lo mejor no interesan y habría que pensar si uno las puede reformar. Por eso dije la palabra topología, que a un grupito muy chico de esos seguramente no hace falta decirle. Pero en realidad me preocupaba eso, cuál es la materia de la formación básica.Cuál es la que se necesita para incorporar nuevos temas y sacar otros que ya son obsoletos.

El tema del control, con el que empecé, me da pie porque los cursos que se dan en las ingenierías son más bien cursos de la época de los años '40 y nada más. Entonces por qué no avanzar y dejar ciertas cosas de lado y poner otras que son más nuevas. Porque es lo que yo le digo a los alumnos, también. Hay que tener cuidado porque cosas comerciales como el Matlab que yo cité tienen temas que son modernos y que la gente no entiende. Lo peor que puede pasar con un ingeniero es que se reciba y agarre el Matlab y no entienda ni las palabras, que es un programa comercial al final. Y entonces por qué pasa eso, porque nadie les dio nada para aproximarlos a eso.

-Silvia Bernatené:

¿Quieren presentarse?



-Mariel Rosenblatt:

Mi nombre es Mariel Rosenblatt. Trabajo acá en la UNSAM y también en la Universidad Nacional de General Sarmiento. Acá tengo un cargo simple así que doy clases en Introducción a la matemática y también trabajo en colaboración con Eduardo Serrano en investigación.

-María Inés Troparevsky:

Yo soy María Inés Troparevsky. Soy docente acá de la Escuela y trabajo en la Universidad de Buenos Aires hace muchos años haciendo investigación en matemática aplicada en algunos temas y en colaboración con alguna gente de acá también.

-Domingo Tarsia:

Mi nombre es Domingo Tarsia, yo soy de Rosario. Soy investigador del CONICET y trabajo en la Universidad Austral. Hago tareas de investigación, sobre todo. Y estaba de paso aquí trabajando con Diana.

-Eduardo Serrano:

Soy Eduardo Serrano. Soy investigador y docente de acá de la UNSAM desde su inicio. Estoy en el centro de matemática aplicada y esencialmente hago docencia como profesor y después investigación. Especialmente en temas que podrían llamarse matemática aplicada.

-Guillermo La Mura:

Yo soy Guillermo La Mura. Estoy a cargo de ingeniería biomédica de la Escuela de ciencia y tecnología, y yo aplico las matemáticas (no hago matemática aplicada) en algunas aplicaciones. Trabajo también en el Centro.

-Hugo Negrín:

Yo soy Hugo Negrín. Coordino el CPU de la Escuela de ciencia y tecnología, y también la parte matemática. Y doy clases de álgebra, también en la Escuela.

-Diana Rubio:

Yo soy Diana Rubio, soy profesora e investigadora de la escuela del centro de matemática aplicada. Hago en general trabajos de aplicaciones, más que nada en biomédica pero también en otras áreas, con varios de los presentes.

Gonzalo Comas:

-Yo soy Gonzalo Comas, no soy matemático aplicado. Mi formación es bastante pura pero acá en la Escuela de ciencia y tecnología doy materias básicas y además coordino las actividades del programa de mejora a la enseñanza en los primeros años de las carreras.

-Javier Cebeiro:

Hola, yo soy Javier Cebeiro. Estoy haciendo mi doctorado en el centro de matemática aplicada. Soy becario y también docente ayudante del departamento de matemática. Diana y Marcela son mis directoras de tesis.

-Marcela Morvidone:

Soy Marcela Morvidone, docente e investigadora de la Escuela. Estoy en el centro de matemática aplicada y trabajo en temas de investigación en el área de biomédica y señales.

-Julio Rossi:

Soy Julio Rossi de la Universidad de Buenos Aires. Profesor e investigador.

-Juan Pablo Borgna:

¿Qué tal? Soy Juan Pablo Borgna. Tengo un cargo simple aquí de profesor en la Escuela de ciencia y tecnología en el área de matemática, también estoy en la Universidad del General Sarmiento y en el CONISET. Mi área de interés es esencialmente la matemática aplicada en general pero especialmente en ecuaciones diferenciales y modelización especialmente en economía, en física sobre todo.

-Javier Etcheverry:

Mi nombre es Javier Etcheverry. Yo soy físico y matemático. Estoy hace más de quince años trabajando en la industria en un centro de investigación industrial. Soy además profesor en el departamento de matemáticas de ciencias exactas (UBA).

-Federico Pastorino:

Mi nombre es Federico Pastorino. Yo soy arquitecto. Tengo un doctorado en arquitectura. Soy profesor de la Universidad de San Martín, en la facultad de arquitectura. Doy Introducción a las tecnologías constructivas 1 y 2 en el primer año. Y como arquitecto y como profesor utilizo las matemáticas en la geometría, en la física, en la química, y eso mismo, digamos, desarrollo en los cursos de introducción.

-Matías Fuentes:

Soy Matías Fuentes, director de la carrera de economía, en economía y negocios. Coordino el centro de investigación en economía teórica y matemática aplicada. Mi línea de investigación es en teoría de juegos y teoría de equilibrio general. Y en este momento estamos trabajando en el departamento de matemática la Paris 1, de la Sorbonne.

-Jorge Agostinelli:

Soy Jorge Agostinelli, soy ingeniero y estoy en Análisis 1 y 2 de la carrera de economía y administración de la escuela de economía. Además estoy en la UBA en arquitectura y matemática 2.

-Walter Legnani:

Soy Walter Legnani. Debo ser una rara ave porque yo soy físico, no soy matemático. Realmente me siento halagado y honrado que me hayan convocado, muy contento de estar acá.

-Silvia Bernatené:

Acá hay un profesor que trabaja para la industria, tal vez pueda compartir su visión sobre un primer eje, sobre aplicaciones y vínculos de estructura de la universidad.

-Javier Etcheverry:

Es realmente difícil resumir una pregunta tan amplia en algo que tenga sentido, ¿verdad? Mi impresión de las cosas que planteó Carlos es hay muchas que son interesantes. No sé si coincido con lo que intuyo detrás de lo que él decía, pero básicamente pensaría que hay muchas necesidades matemáticas en la industria. No siempre están reconocidas como matemática, en el sentido uno necesita un tipo que sea capaz de entender lo que está pasando, y la verdad, a la visión del gerente a cargo, posiblemente, le da lo mismo que sea un matemático, un físico, un ingeniero, mientras que sea alguien con la capacidad entender lo que sucede. Eso al matemático le abre un montón de requerimientos, por muchos motivos, por ejemplo, porque no se espera que sea el, o sea nadie espera dirigirse especialmente al matemático, entonces el tiene que tomar, tener la capacidad de dialogar con las personas, entender el problema que esta enunciado en un lenguaje que normalmente no es el propio del matemático, puede ser más afín a un ingeniero, a un físico, economista y tiene que demostrar efectivamente que sus herramientas teóricas son válidas en ese caso y pueden conducirlo a respuestas y a soluciones que la gente no pensó, que no vio, entonces eso por un lado es un gran desafío para él, y eso está relacionado con algunas de las cosas que decía Carlos, pero con esta salvedad, que uno no puede esperar que la gente espere de un matemático la solución. Muchas veces uno tiene que ser capaz de mostrar que sus herramientas tienen ese poder. Ese es uno de los aspectos que a mí me parecen relevantes. Por otro lado es indiscutible que hay



un montón de necesidades en la industria que tienen que ver con matemática, algunas muy específicas, qué se yo, el área de finanzas, el área biomédica, por ejemplo son áreas donde no creo que nadie discuta el interés de tener un matemático trabajando, en el sentido son áreas donde eso está bien reconocido. En áreas que tienen más bien que ver con la industria manufacturera hay enormes oportunidades por todos lados, por lo menos esa es mi visión, pero ahí es donde más difícil es llegar.

-Diana Rubio:

Tal vez habría que discutir la relación de la industria con la universidad. Hemos tratado de hacer algunas cosas desde la universidad con algún convenio y siempre resultó frustrado, no sé si por nosotros, por ellos, por alguna razón. En otros países se da, pero acá cuesta mucho que la industria te convoque o que puedas lograr algún tipo de vínculo realmente. No sé si alguien tuvo esa experiencia o cómo es la visión. Además vos estuviste con lo de TAMI, que es los encuentros con los estudiantes de matemática con relación a la industria, bueno, pero por ahí desde nosotros que estamos más en la universidad, como ese vínculo, digamos, como es difícil de lograr, digamos.

-Javier Etcheverry:

Claro, yo creo que hay varios ingredientes ahí. Uno es, me parece, una cuestión de escala. Un matemático visto desde la perspectiva de un industrial es el súper especialista. Uno no necesita un súper especialista si tiene necesidades básicas, ¿no es cierto? O sea, en una industria muy pequeña quizá lo que necesitan es un buen técnico. Una industria más grande necesita un buen ingeniero. Una industria mucho más grande necesita un equipo de ingenieros y quizá ahí necesite un matemático. Yo lo veo así, las habilidades de un matemático, salvo en áreas donde la matemática está claramente identificada en el centro del negocio, como podría ser en finanzas, digamos, pero en otras áreas la matemática es una herramienta extraordinariamente sofisticada. Entonces yo creo que eso hay que tenerlo en cuenta desde la universidad cuando uno trata de establecer un vínculo, en el sentido, bueno, yo tengo que ir, tengo que poder entender tu problema, tengo que poder mostrarte que más que comprar la herramienta que está en el mercado que es más nueva, lo que vos tenes es un problema que involucra matemática, y eso es muy difícil de hacer desde el escritorio, en el sentido, hay que realmente entender la realidad que la gente tiene y ser capaz de articularles y de mostrarles por qué eso es relevante. En el taller de matemática industrial este que vos mencionas, digamos, que lo hemos estado haciendo con el apoyo de ASAMACI y desde la facultad de ciencias exactas regularmente desde el 2010, ya esta va la cuarta edición que se hace este año, nosotros convocamos a industrias a que presenten problemas realmente industriales y, en general, hemos tenido un éxito creciente, en el sentido, la primera vez tuvimos cuatro problemas industriales, en dos los conseguimos, básicamente los conseguí porque era yo, uno de los temas yo había trabajado, entonces les dije, bueno, ustedes manden su gente y yo los contribuyo a que formen su gente

nueva, pero por lo menos cuenten el tema a todos los participantes. Ya la última vez tuvimos siete problemas, tuvimos que bochar algunos porque ya eran demasiados, digamos. Pero si uno lo mira, mira la composición de las empresas que participaron, estaba YPF, ITX, Siemens, o sea son empresas de una envergadura donde se cumple esto que digo, que es, bueno, el matemático es el que aporta la herramienta sofisticada, pero tiene que tener todo un andamiaje detrás, que si no lo tiene es una necesidad demasiado puntual, digamos, ¿sí? Entonces, bueno, yo creo que hay muchas cuestiones de este estilo que tener en cuenta a la hora de tratar de hacer algo así, productivo. Mi sensación, groseramente, es que desde la universidad uno tiende a pensar que sus ideas tienen más impacto en la industria de lo que realmente tienen porque una solución es decir: bueno este problema no existe más, eso que me molesta no lo hago más y, por ejemplo, eso cuesta cero. Entonces a veces hay problemas en identificar los problemas, en decidir cuánto vale la colaboración y por eso es que creo que las alternativas de más bajo nivel, como decir, bueno ustedes traigan a gente y trabajan todo con los muchachos en la semana, son una de las mejores maneras para tratar de establecer ese vínculo.

-Carlos D'Attellis:

¿Y eso pasa en la industria? ¿Vos estas en Techint?

-Javier Etcheverry:

Yo trabajo en una empresa de Grupo Techint, digamos.

-Carlos D'Attellis:

¿Y toman gente de matemática para esos grupos? Vos estás en uno.

-Javier Etcheverry:

Yo estoy en uno. A través mío entraron tres o cuatro matemáticos. Ninguno de esos duró. En muchos casos el trabajo es quizá demasiado interdisciplinario para la formación del matemático, como para que se sienta cómodo trabajando en eso. El trabajo industrial muchas veces tiene que ver es estar sentado en un escritorio, ver cómo es la realidad, usar un casco, zapatos duros, ir a *patear*, a ver cómo es la realidad, cómo se ve la realidad en el campo. Y eso también requiere un perfil y una formación quizá un poco distinta, de la actual.

-Carlos D'Attellis:

Yo te entiendo. Mis orígenes, cuando era estudiante de la licenciatura, fueron como becario de la Comisión de energía atómica. En la facultad nadie me había enseñado nada de cómo funcionaba un reactor nuclear. Cuando fui ahí me habían dado un libraco así y estaban los reactores ahí y me la tuve que rebuscar solo. Pero la única



manera es trabajar en conjunto, y eso a veces no se da. Por eso la industria pide también que trabaje en conjunto y que haya becarios que vayan ahí.

-Javier Etcheverry:

Claro, muchas de las empresas grandes (en particular, sospecho que todas las que mencioné, tanto YPF, como Tenares, como Siderar, como Siemens) tienen buenos programas de pasantías de verano y de pasantías ordinarias. Yo creo que esa herramienta está subutilizada por las facultades exactas, en el sentido, esa es una excelente oportunidad para que los chicos vengan a la industria a ver de qué se trata, digamos, simplemente aprender cómo se trabaja en un ambiente tan distinto.

-Carlos D'Attellis:

Sí, y lo interesante, ya que mencionaste esto, son esos tres que dijiste que al final se fueron. ¿A tu criterio por qué se fueron? ¿Qué es lo que falla?

-Javier Etcheverry:

Uno tuvo una oferta mejor, se fue a trabajar con los petroleros que le pagaban más. Ese estuvo bien, digamos. En otros casos sus quejas, en general, tenían que ver con cuando uno trabaja en la industria, sus problemas están muy dirigidos. Nadie le dice cómo hacer determinada cosa pero el objetivo está muy claro. Entonces no funciona la mentalidad de decir "yo voy a leer los papers que a mí me interesan y quizá en algún momento sepa algo del tema que me están planteando y te voy a decir algo". Eso no funciona así.

-Gonzalo Comas:

Yo lo que quería aportar de lo que vos decías es de mi experiencia estudiando ahí en Exactas. Uno hace la carrera de matemática pura y tiene 16 materias obligatorias, todas dictadas por el mismo departamento. Y uno termina siendo un producto... se arma una cajita y, salvo que tenga un interés en particular por salir, vive adentro. Yo me imagino metiéndome en una industria y me muero (por cómo estudié yo, de la manera que estudié yo). Ahora, quizá podría ahora tener un poco más de interés, pero la realidad es que es un poco también lo que decías al final. A uno también le forman mucho el volar alto y pensar cosas locas que puedan en algún momento llegar a ser útiles o no y uno tiene demasiadas libertades y por ahí pasa eso. Pero por otro lado, yo lo que veía formado ahí en exactas es la única línea de pensamiento. Sinceramente no vi una sola aplicación, y en la única materia que podría haber visto una aplicación, todo teórico, que es probabilidad y estadística. O sea, ningún experimento de usar las herramientas de probabilidad y estadísticas para entender algo de cómo se usan. Todos los teoremas, bien, todas las demostraciones, bien, pero faltaba eso. Creo que eso cambió, pero eso es por lo menos lo que ví yo.



-Juan Pablo Borgna:

Me parece que nos centramos mucho en un solo aspecto, el de las aplicaciones que son las industriales y de un tipo de industria. Es cierto, la formación exacta claramente la Argentina tuvo un molde encorsetado y uno tuvo la oportunidad de vivir, o de estar, en otro lugar del mundo, al menos por unos tiempos, se dio cuenta que la evolución de la enseñanza se fue bastante por otros caminos y nosotros quedamos casi en los años '50 o '60. Nuestro molde es muy antiguo, eso es cierto. Estamos saliendo de apoco, me parece. Sobre todo, qué se yo, sobre todo la experiencia de aquí, que está bien, no hay una carrera de matemática y sobre eso también voy a tratar de decir una cosa muy breve, estoy hablando de la Escuela de ciencia y tecnología de la Universidad de San Martín. Está teniendo otra dinámica que no se amolda. No es exactas, felizmente, no es tampoco Córdoba, Rosario no tengo datos, pero Córdoba también tiene una formación bastante Bourbaki. Yo creo que en exactas una formación Bourbaki, esa es la palabra exacta que podríamos decir, ¿no? Pero por otro lado, hay una realidad que no salió todavía y es que hay varios egresados de exactas, y a esto me había referido, creo que de nuestro mundo también, matemática propiamente dicho, pero que comulga mucho con la parte de informática. Y están teniendo mucha salida y mucha inserción laboral en empresas de informática. Tengo por lo menos un par de ejemplos de gente que está trabajando en Despegar y hacen problemas de optimización combinatoria o de optimización dinámica y que son bastante fuerte y usan la matemática poderosísima y no estamos hablando de una industria, digamos. Es una industria pero no es del tipo que hablábamos antes, ¿no? Qué se yo. Yo creo que para tirar un poco otro tema en la mesa para que se amplíe un poco. Y la otra cosa que yo digo, que anticipé muy rápido recién es, bueno, hay dos cositas más. Una es: Creo que la universidad, nosotros, la escuela de ciencia y tecnología, el área de matemática en particular, debería plantearse la idea de hacer una carrera de grado en una licenciatura en matemática computacional. O matemática aplicada. Lo que pasa es eso sería competir con exactas, no tiene sentido. En cambio poner "matemática computacional" daría un aspecto interesante.

-Silvia Bernaténé:

Estamos pensando en eso.

-Juan Pablo Borgna:

Otra cosa que quería decir es que hay otro nivel de inserción que no es la industria, ni la industria informática. Pero es la relación que podemos llegar a tener algunos matemáticos con el mundo de la investigación en otras disciplinas, biología o, que se yo, en mi caso yo tengo, me mandaron gente experimentalista en física y que uno, el codo a codo de los modelos, ellos tiran los modelos o uno los reinterpreta y después va y tiene contraste, uno predice, bucea en los espacios Sobolev, todos los delirios que hacemos nosotros, pero después tenés que



entregar un producto del que te dicen “esto no sirve” o “bárbaro, esto sirve”. Es otro nivel de inserción que no estamos discutiendo porque lamentablemente en Argentina eso casi no existe. Yo tengo experiencia con gente de afuera, no con gente de acá. Realmente es tristísimo, todavía tenemos un largo camino para recorrer...

-Walter Legnani:

Abonando la idea de que tenemos un formateo (yo también soy de Exactas y tenemos un formateo muy particular), yo tuve la suerte de que quien me dictó las tesis de licenciatura y de doctorado fue un matemático, entonces soy un físico extraño porque sé lo que es una integral débil, lo que son los espacios Sobolev, pero también, además, me encantan las aplicaciones. Hoy en día lo que hago básicamente son análisis no lineales de sistemas y ese tipo de cosas. Y ahora empezamos con algunas cosas que le mandaré a Eduardo para la sesión de señales, ya no me estoy olvidando, de teoría en información de señales, pero bueno, lo que les quería contar, lo que decía Javier es así, los matemáticos tienen una barrera de comunicación también. Pero me han pasado cosas extrañas trabajando con ingenieros. Es decir si, en un momento Aquasystem, la empresa que hace los caños tenía el problema de validar sus nuevos caños de gas, entonces Techint tenía el recelo de que le iban a sacar al mercado sus caños de gas de acero. Entonces hubo que demostrarle al ENARGAS que esos caños no se iban a derretir, que funcionaban, que tenían una buena durabilidad, que aunque se construyeran al lado o cruzando una parrilla, no se derretían. Y eso nos lo pidió la facultad a Aquasystem. Fue un trabajo que trabajaron ingenieros y el único físico fui yo. Y ahí aprendí, por ejemplo, que si yo planteaba las mismas condiciones que había aprendido en la facultad el programa no lo resolvía ni en dos años. En cambio el ingeniero que decía “bueno, pero mira este coeficiente vale 4 con un coeficiente de seguridad de 2%, y eso anda”, y eso anda. Entonces los ingenieros llevaban una ventaja muy grande. Tienen la cabeza estructurada para resolver las cosas rápidas. Eso no quitaba que después hiciéramos otras investigaciones y nos divirtiéramos muchísimo en cosas más teóricas. Porque, por ejemplo, también, una empresa que se dedicaba a fabricar sistemas de evacuación de humos tenía una discusión con el ENARGAS por la ubicación de la toma de aire de los edificios, lo que le generaba un montón de problemas sobre costos, porque había una norma muy vieja de edificación que realmente hacía que los proyectistas tuviesen un gran dolor de cabeza. Cuando nos pusimos a analizar el problema y resolvimos exclusivamente el problema de evacuación de humos de una caldera de un edificio nos dimos cuenta que eso tenía un montón de otras aplicaciones. Entonces realmente ahí fue donde uno pudo sacar toda su veta de exactas y hacer un trabajo mucho más divertido en mecánica de fluidos, transferencia de calor y demás. Que no lo pidió el comitente. El comitente se quedó contento diciéndole “miren, ustedes tienen razón. Pueden hacer la toma de aire a tal distancia”, se lo demostramos, hicimos un informe técnico impecable, se lo dimos a ENARGAS. Se resolvió, tuvieron que modificar el código de construcción.



Después, también, hay cosas muy insólitas. Por ejemplo, el Colegio de ingenieros de la ciudad de Buenos Aires cuando arbitra o son peritos en un juicio no tenían un criterio para elaborar los honorarios. Entonces como la gente me conocía me decían “bueno, mira, ¿cómo se puede hacer?”, bueno, hicimos todo un modelo matemático, más o menos sencillo, ¿no?, nada muy complicado, que en base al tipo de proyecto, porque además también ellos contaban por metros cuadrados y cantidad de mediciones que hacían, lo que no andaba bien, porque eso podía originar un costo muy grande en un tipo de juicio y un costo ridículo en otro con las mismas características o características similares. Y eso también fue un resultado muy interesante porque si bien es un problema de optimización, un problema de optimización en un campo que, la verdad, no me lo hubiera imaginado nunca. Y eso fue una propuesta que le hizo el Colegio de ingenieros civiles al Poder judicial de la nación.

Otra situación extraña, también de matemática aplicada: Johnson & Johnson, después de la debacle del 2001, le conviene más vender a Estados Unidos que vender al mercado local. Pero la casa de materiales dice “si ustedes no van a vender nada una universidad me tiene que certificar su control de calidad” y ahí es como decía Javier, me hizo acordar, nos llamaron y tuve que ir a la fábrica y ver cómo funcionaba la fábrica porque algunas, sobre todo las que hacen las toallitas femeninas, trabajan a una velocidad que sacan 100.000 por minuto, pero es ese número, hay que verlo con un estetoscopio porque no se ve la velocidad que tienen las maquinas. Y si eso falla el daño económico que nos produce la empresa es de millones, porque si 100.000 hago en un minuto y el problema se me traspasa 15 minutos tengo millones de productos que tengo que descartar. Y bueno, pudimos certificarlo y Johnson & Johnson exportaba a la casa matriz. No le exportaba, le podía vender al mercado estadounidense. Y eso es un trabajo de matemática aplicada que es cierto, es más, la gente de estadística que son muy buenos amigos creo que ven hasta con asco cuando vos le pones un número a un análisis estadístico, y son excelentes, porque son muy buenos, pero realmente no les gusta hacer cuentas con números.

Esas son las cosas que también hacen que las empresas cobren confianza con el matemático. Porque cuando uno le resuelve un problema y es más o menos eficiente, se lo hace en tiempo, están conformes. Y el director tiene que buscar la forma de divertirse y que el grupo se sienta bien, porque si no se transforma en una consultoría. Uno se puede preguntar “¿por qué lo hago en una universidad y no me pongo una consultora?”. Esa es una pregunta genuina. Entonces uno tiene que buscar el equilibrio. Los problemas que va a resolver realmente son muy acotados, son muy cerrados, es decir, el comitente quiere que resuelva esto, no otra cosa; y cómo de ahí uno puede derivar temas para seguir con el trabajo.

Y así hemos hecho otras cosas, no voy a hacer una lista de detalles pero generalmente los grupos se arman de a dos, que se uno tiene un grupo base, más o menos plástico, adaptable a muchas necesidades y es la industria la que demanda. Lo que pasa también es que nuestros industriales tienen una demanda bastante poco establecida de recurrir a las universidades. Las empresas grandes lo traen de sus empresas matrices y las



empresas más chicas generalmente lo hacen, o como vos decís, cuando algo me molesta lo dejo de hacer. Salvo aquellos casos en donde realmente la obsolescencia, la tecnología los perjudica. Agfa tenía en un momento un problema en la planta de Quilmes que tenía mucho recorte de placas. Eso son sales de plata. Por normas de calidad Agfa lo desecha, no es que lo tira, va a un reciclado, se recuperan las sales de plata, pero es todo placa de muy alta calidad fotográfica que se descarta. Y nos preguntaron cómo se podía hacer para un proceso de optimización para que se cargaran las máquinas y se cortara teniendo el menor desperdicio posible. Es un problema muy sencillo para un matemático de optimización. Y Agfa estamos hablando, que tiene su casa matriz en Alemania pero Alemania no sé por qué motivo o no querían adaptar las máquinas que tenían acá pero bueno, nos habían convocado. Y son todos problemas, tal vez, no grandes, son todos problemas chiquititos pero que hacen que las empresas empiecen a ganar confianza en lo que puede hacer la universidad. Y en eso creo que el equipo de interdisciplinarios es fundamental. Sumar ingenieros aporta esa visión que no tenemos nosotros. Había un profesor de física que decía: un ventilador hecho por un físico sería maravilloso, pero tardaría dos años y costaría diez millones de dólares. Andaría bárbaro, pero no tiene sentido. Para eso tiene que haber un ingeniero que diseñe ventiladores.

Tengo varios conocidos que trabajan, por ejemplo, calculando riesgos de delitos informáticos para Mercado Libre, muy bien empleados (ganan fortunas). ¿Quiénes están dedicándose a eso? Los que egresan de la carrera de actuario, de la UBA. No solo los de matemática, si no los actuarios porque tienen una formación bastante buena en matemática. Lo que quiero decir es hay una necesidad que no es fácil de detectar, porque no hay mucha confianza de las empresas y no hay cultura institucional de las empresas, ni de las universidades. Porque también se da otra cosa: Viene una empresa, digamos Agfa, y tiene que resolver algo. Yo no puedo tardar seis meses en firmar el convenio. El convenio tiene que salir en dos semanas y en tres semanas tengo que tener gente trabajando, porque si no Agfa dice "señor, mucho gusto, lo hacemos por otro lado". Y eso es algo que también nos juega en contra, porque las estructuras burocráticas de las universidades nacionales son realmente "elefanteáticas". No es fácil, pero tengo una visión optimista. Y no sólo respecto de temas como comunicaciones, física médica, , sino también clima, ambiente, medioambiente, cambio climático, saneamientos, transporte. El país tiene un montón de problemas de transporte, y me parece que los únicos que van a poder resolver el diseño de los tramados son los matemáticos. Porque en los ingenieros, el transporte que puede ser muy bueno, generalmente se especializan en un solo tipo de transporte. Entonces hay un buen ingeniero ferroviario, un buen ingeniero en vías de navegación, un buen ingeniero en aeronáutica, pero no hay un ingeniero que abarque todo. ¿Quién puede diseñar eso? Un matemático. Hay un nicho muy grande para trabajar y con muy buen impacto.

Creo que también cambió la visión que tiene la sociedad de lo que se hace en matemática y en ciencia. Gracias a Dios hubo una difusión muy importante en los últimos años que hizo que la gente empezara a darse cuenta cómo le podía ayudar a mejorar su vida la matemática aplicada, la física, química. Pero realmente, por lo poquito



que pudimos ver nosotros, la experiencia es realmente optimista. Pero insisto, ¿no?, con cosas particulares que tal vez tienen una alta rotación, que exigen un equipo interdisciplinario y que tengan la plasticidad como para adaptarse así como a problemas tan distintos como a una fábrica internacional, un problema para un ente regulador o lo que fuera. Pero problemas hay y hay de sobras. Y lo que tengo claro es que el mejor que los puede resolver hoy es un matemático.

-Eduardo Serrano:

Yo voy a proseguir un poco la línea que estabas diciendo vos y lo que había dicho antes Enrique. Solamente voy a hablar de mi experiencia en lo que tiene que ver con desarrollos tecnológicos que acá entraría en la parte de industria. Yo en ese sentido tuve dos experiencias de las cuales voy a hacer hincapié en la segunda pero comienza con un proyecto PIR creo que era, o PIC, que tuvimos con el Dr. D'Attellis sobre un proyecto tecnológico que era el problema de los radares transhorizonte y todo lo demás, donde ahí empezamos a entender, yo particularmente, de que ese tipo de proyectos, como vos decís, junta un montón de gente y ahí el matemático empieza a tener parte de la investigación específica de los procesamientos de señales o lo que sea, la idea de un poco conducir los equipos con algún criterio. En el segundo proyecto, que es uno de esos proyectos PIREF, que hace cuatro, cinco años que tengo, lo cual fui invitado por gente de CITEFA, para problemas de posicionamiento, etc. Tuve la ocasión, también, de hacer, justamente, una especie de conducción tecnológica dando sus objetivos a los ingenieros, no entrando al nivel de cómo es un sensor, cómo es etc., si bien hicimos algunas cosas con los ingenieros de acá en conexión a lo que es sensores biomédicos. Pero bueno, tuve la oportunidad de poder señalar objetivos y esos objetivos hacerlos una especie de modelo o sistema donde cada cosa tenía algún sentido matemático y había que considerar, o "esto hay que hacerlo así, así" y fue una muy linda experiencia que está ahí adentro de la inversa, en lugar de incorporarse a un equipo tuve la ocasión de dirigir gente especialmente ingeniera. Y creo que eso es sumamente interesante y la formación matemática es muy útil para eso, porque uno le da justamente ese criterio para saber cómo se dan las cosas que van más allá a veces de la matemática que uno puede escribir e investigar.

-Carlos D'Attellis:

Yo quería, de algún modo validar algo que ya estaban diciendo. Los tiempos de la industria son completamente distintos a los tiempos de la universidad y a los tiempos de las matemáticas. Eso hace difícil una buena relación. Por otro lado, en la parte biomédica, la industria no está desarrollando grandes cosas en este momento. Está haciendo aplicaciones pero no desde el punto de vista matemático. Sí hay una gran demanda hacia otro tipo de industria que a lo mejor no lo vemos como industria, que son los hospitales. Los hospitales tienen gran número de datos y tienen una necesidad importantísima de generar modelos, de hacer simulaciones, de procesar todos esos datos, de procesar esas imágenes. Ahí hay un campo de aplicación que a lo mejor se



puede convertir en algo de investigación pero también hay algo de optimización dentro de todos esos datos. Necesitan los hospitales optimizar procesos. Entonces, creo que no nos tenemos que encerrar solamente en pensar en una industria sino que también hay ahí en el hospital conseguir otro tipo de aplicación y también válida.

-Domingo Tarsia:

Yo quisiera hacer una pregunta a los que tienen experiencia en esto. Por ahí la idea, más que pensar lo que se puede hacer desde la universidad por ellos o esperar que la industria, los hospitales, las empresas, entiendan lo que se puede hacer desde el lugar de la universidad para ellos, por ahí los tendríamos que ir a buscar nosotros, ¿no?

Javier nombró una empresa donde trabaja un familiar mío, Itec. Yo lo que hago es procesamiento de imágenes tomografías aplicadas al área de la bioingeniería, y un familiar mío que necesitaba hacer reconstrucciones de imágenes tomografías de roca vino a mi casa a hacerme el comentario de unas cosas donde yo podía colaborar y desde donde la universidad podíamos llegar a hacer algo. Bueno, se está charlando, se está viendo para hacer un convenio y demás, pero lo que me sorprendió es el lugar por donde se hizo el vínculo. Súper informal. O sea que ellos están, ellos saben que desde la universidad se les puede dar una solución, pero el primer paso se dio por una situación totalmente inusual. A mí me sorprendió que nos dijeran “bueno, vamos a la universidad de La Plata, Buenos Aires, la Tecnológica, San Martín, la que sea, a tratar de ver qué solución nos pueden brindar ellos”, no, pasó por otro lado. La universidad no estaba como una de las chances que evaluaban, aunque sabían que la universidad podía llegar a darles una solución.

-Carlos D’Attellis:

Recién hablaba el Dr. Legnani. Él es secretario de ciencia y tecnología de la Universidad de Ciencia y Tecnología Nacional, la UTN. Creo que acuden allí porque la UTN tiene la imagen de la ingeniería; porque ahí hay ingeniería y saben que van a contar con algo. No van a algo que sea de matemática, van a algo que sea de ingeniería. La matemática está un poco retirada, por eso el ejemplo de los economistas que puse antes. La ingeniería es más afín. La matemática así como está, está media desconectada. No cabe duda. Yo hace 25 años había creado la licenciatura en matemática aplicada en Rosario. Hace unos 10 la borraron y le sacaron los dos años de física que tenía. O sea, los licenciados en Rosario no tienen física. Entonces los pocos becarios que tengo les tengo que decir “anda a hacer el curso de mecánica y de dinámica porque no podemos hacer nada si no sabes qué es la velocidad, lo que es esto y lo otro”.

Tiene que haber una licenciatura en matemática pura, por supuesto, que la haya. Pero tiene que haber una licenciatura en matemática aplicada que se le den todos los temas de computación, de optimización, ecuaciones diferenciales de mecánica útiles y de informática y computación. Una vez que se logre eso, digamos, van ahí a



ese instituto, ese laboratorio, pero hasta que los matemáticos no hagamos eso, claro, van a ir a la escuela de ingeniería. La carrera tiene que estar al par. Eso no significa eliminar la otra, la matemática pura tiene que seguir. No tiene que haber competencia, digamos, es la vocación de cada persona es que la va a decidir para un lado o para el otro.

-Walter Legnani:

También la ingeniería tiene un defecto, que es que resuelve el problema y no plantea continuidad. El ingeniero viene y hay que hacer un puente. Ponemos todos los recursos para hacer el puente, se termina el puente y se terminó el proyecto ahí. Y ese también es un problema que nosotros no tenemos. Nosotros sabemos que si hacemos un trabajo es un punto de partida para otro. Y en ese sentido la complementación también vale la pena. Porque es muy difícil, así como nosotros estamos formateados también lo están los ingenieros, ¿no? No como crítica, sino simplemente como característica formativa. Es muy difícil que entiendan que el punto al que llegan es el punto de comienzo de otro trabajo. Solo los que llegan ahí a una tesis de doctorado empiezan a entender que “ah, bueno, yo terminé mi tesis y alguien más después va a continuar esto y va a seguir construyendo sobre esto.” Después la mayoría lo que hacen es problema concreto, solución completa, se terminó. Y eso es grave.

Simplemente para resumir un punto que me gustaría que quede para pensar una posible solución. Es lo que decía Diana, lo que dijeron todos ustedes de varias maneras: cómo uno podría tener una vinculación más ágil. Sabemos que hay limitaciones de formación, hay limitaciones de formación de los industriales quizá en no ver o reconocer que la matemática es un problema. Ahora, este problema lo tiene el industrial me imagino, el industrial que tiene un problema no sabe dónde ir. En el sentido, quizá el lugar natural donde podría ir sería el INTI y que el INTI lo contacte con algún grupo apropiado. No sé, desde la óptica industrial, desde la óptica de la universidad organizando este taller de matemática industrial es un problema, en el sentido, si yo tuviera acceso a alguien que tiene datos de un hospital y que tiene un problema, sería un problema fantástico para vincularlo con los estudiantes de la facultad. Pero no tengo acceso, no tengo manera de llegar a eso, no sé cómo. La universidad, por ejemplo la Universidad de Buenos Aires, la de exactas, hasta hace poco, ¿no?, tenía una lista de graduados que dijera dónde estaba laborando cada uno y en la medida que la tenía no estaba dispuesta a compartirla para algo que no era como una misión oficial completamente pública de la universidad. Entonces hay que aflojar sobre esos mecanismos. Cómo hacer para que los problemas lleguen a la universidad y la universidad, como dijeron varios de ustedes, no cualquier consultoría es un problema para la universidad, en el sentido, hay cosas que son de ingeniería estándar de manual. Ahí no sé qué tiene que hacer un matemático.



-Javier Etcheverry:

No tiene que competir con sus graduados. Pero hay problemas en los que, por su escala, a un estudio de ingeniería no le conviene poner toda su maquinaria en movimiento y para una universidad puede ser un trabajo hermoso que deriva en tesis y un montón de otras aplicaciones. Y a su vez, también puede ser un problema tan grande que tal vez la universidad hasta tenga que trabajar con algún estudio. Yo creo que no hay que tenerle miedo a eso, pero en lo que no hay que entrar es en competencia. Tampoco me parece adecuado, como hacen algunas universidades colegas, que salen agresivamente a vender servicios, porque tampoco funciona. Yo he visto plataformas de oferta tecnológica o de servicio a las universidades que realmente no han dado el resultado que esperaban, es decir, hicieron una gran compulsa de las capacidades que tenía la universidad X, X se la ofrece a la sociedad, la sociedad no la toma. Eso también se da.

-Walter Legnani:

Otro comentario respecto de lo que decía Juan Pablo, con el que quizás tampoco coincido enteramente: una característica de los problemas industriales, interesantes, que son aquellos que los ingenieros supieron resolver eficazmente en general, es que son complicados, son difíciles. Tienen un montón de variables, el análisis no está escrito, es decir, no está en las herramientas en todos lados. Entonces la formación del matemático no tiene que ser oportunista, realmente tiene que ser básica. Pero tengo esa idea, que no sé si está bien seguir las modas de un momento para formar los matemáticos sino formarlos en aquellas cosas básicas que realmente le permiten pensar los problemas que nadie pensó o que no están cocinados.

-Javier Etcheverry:

Formación básica plena, digamos, ¿no?

-Juan Pablo Borgna:

El problema en lo que yo decía era –aunque creo que ha cambiado bastante– que la universidad argentina quedó muy metida con lo que se armó en la *era Bourbaki*. Esa teorización para la que todo tenía sentido en cuanto estuviera a una súper estructura y después la aplicación se perdía, no importa, y total eso es despreciable. Bueno, esa cosa yo la mamé en exactas y la vi en varios lugares y creo que no es la mejor. Y uno ve afuera, o sea, la formación básica es importante, más vale que es importante, en eso laboramos, digamos, pero lo que digo es que salir de problemas concretos en muchos casos, o tratar a cierto nivel ir a problema concreto es lo que hay que hacer, me parece. Está bien, habrá gente que no le interese y está perfecto, pero es importante.



-Carlos D'Attellis:

Por eso me parece, como decía Domingo, que hay que generar un lenguaje común. Si no, no puedes vincularte con nadie. Ni en la medicina, ni en la ingeniería, ni en la economía. No, como decís que sacan las materias que pueden hacer a ese lenguaje común, que acabas de dar como ejemplo.

-Walter Legnani:

Por eso, fijate que yo empecé a aprender estas cosas, por ejemplo, cuando me tocó el posgrado en el departamento de física teórica y matemática aplicada de Cambridge. Lo tenían juntos, no eran dos cosas separadas. Y ahí trabaja Stephen Hawkins. Es decir, tienen al físico teórico y tienen al matemático aplicado. Para ellos es todo un continuo. No están físicos y matemáticos. Es todo un departamento continuo. Y me pareció genial la concepción. Y no olvidemos: los ingresos vienen aplicando desde la época de Newton. Es decir, resuelven problemas concretos que tienen y no les importa si son físicos, matemáticos o matemáticos físicos. Son problemas que hay que resolver y buscan lo mejor que tienen.

-Diana Rubio:

Tal vez hay una vinculación con la empresa pero no necesariamente con un matemático formado que se vaya a trabajar ahí. En otros países pagan becas para que hagan un doctorado, digamos, y a lo largo del doctorado resuelven un problema que tenga la industria.

-Walter Legnani:

50% la universidad, 50% la industria. Va el ingeniero.

-Diana Rubio:

Claro, a ese tipo de cosas me refería. Porque los tiempos es cierto que son otros. Son otros tiempos, por ahí, el de un matemático que el de la empresa. Pero bueno, por ahí esto sería una salida, ver si por ahí se pueden conseguir, qué se yo, becas para este tipo de cosas. Bueno, hacer un trabajo de doctorado. Pero no es tan fácil, me parece, tampoco. Quizás más en UTN porque lo ven más como ingenieros.

-Walter Legnani:

Sí, pero... Doy un ejemplo: en un momento malo de Edenor, había un problema de pérdidas en caños subterráneos que van todos aislados y refrigerados en aceite. Y realmente estaban muy envejecidos, había un problema grave para determinar fallas. Y pagaban dos becas de doctorado, 50% y 50%, a dos estudiantes que no tenían por qué ser ingenieros. Si son ingenieros es porque son egresados nuestros, y si había un buen candidato que fuese un matemático, hubiese sido un matemático. A la empresa no le importaba la formación,



le importaba resolver el problema y que la institución de alguna manera, que era co-financiadora, le garantizara que se lo iban a resolver.

-Carlos D'Attellis:

¿Y qué pasa con la investigación? En el centro de matemática aplicada se hace investigación y acá están presentes todos los que participan, así que pueden decir ustedes, nosotros dirigimos tesis doctorales acá o afuera de acá, en la UTN entre otras universidades.

-Eduardo Serrano:

La investigación personal, digamos, el tema o los temas que uno desarrolla porque viene históricamente desarrollando, por ejemplo, procesamiento de señales, ecuación diferencial, problemas inversos, es decir, o las investigaciones que hacemos en grupo. Después está la que está vinculada a la formación de doctorando, que se relaciona con eso pero todos tienen uno, dos, tres, o varios doctorandos, ¿no es cierto? Los que estamos en el centro y otros que son amigos, digamos, asociados al centro. Después está la investigación que está asociada a antes de la universidad. Por ejemplo, la que hacemos con, en este momento, con biomédica, que en este momento está bastante avanzada, y otras. Las que hacemos con Alejandra Figliola, por ejemplo, que son la clásicas que venimos haciendo desde siempre... y todas las intersecciones posibles. Si uno hace un paneo de los temas, las áreas, o las sub-áreas, que vamos cubriendo, hay una parte de lo que podríamos llamar matemática aplicada y otra que no, Por ejemplo, en estadística en este momento no hacemos nada, en investigación operativa tampoco. La cuestión está esencialmente en procesamiento, señales, imágenes, aplicaciones de análisis armónico, ecuaciones diferenciales. Ese es el panorama que nosotros podemos dar, lo cual da cierta identidad.

-Diana Rubio:

La idea era hablar un poco también del estado de la investigación matemática en distintas áreas. No solamente en matemática aplicada. Acá lo que pasa es que los locales somos aplicados, en general.

-Matías Fuentes:

Nuestro centro se llama muy parecido al de ustedes nada más que agrega economía teórica, "Matemática aplicada y economía teórica". En investigación en economía hay básicamente dos áreas, una que es la que no cubrimos, que tiene que ver con la estadística, por ejemplo, econometría y estadística, donde se trata de trabajar en todos los métodos de estimación y procesos estocásticos y demás. Y después está la de economía teórica.



La economía, la teoría económica, desde hace ya cuarenta años, por la intromisión de los matemáticos, se ha hecho muy Bourbaki. Es decir, axiomas, supuestos, lema, teorema, proposición, prueba, demostración. Si ustedes bajan cualquier *paper*, por ejemplo del *Journal of Economic Theory* o del *Journal of Mathematical Economics*, que son los principales dentro de teoría económica, verán que tienen ese molde. Yo a veces de curioso veo *papers* de física y veo que tienen un modo de aplicar la matemática diferente, no veo la palabra “teorema” a cada rato. No estoy haciendo un juicio de valor sobre eso, pero básicamente eso se repite en todo lo que es teoría microeconómica y teoría de juegos, que es lo que hoy por hoy más se ve.

Conjuntamente con eso, hay otra línea que es un poco más útil, en el sentido de que sirve a los organismos públicos y a las empresas que tienen que ver con el tema de la estimación. Por ejemplo, hay organismos públicos que contratan para que hagan una estimación de cuál va a ser la demanda del año siguiente de tal producto y entonces se considera (porque es un modelo de pronóstico) cuánto se estima que va a ser la inflación del año siguiente. Esa es otra forma de abordar la investigación económica: más cuantitativa, más empírica; así es como hoy día se está aplicando la matemática. Digamos que en teoría económica se la utiliza como lenguaje y como método. Hay muchos matemáticos –uno va a los congresos y demás– que se sienten cómodos. De hecho creo que en la UBA tienen como materia optativa (cada dos años) teoría de juegos. También hay algunos centros de investigación, ya más en finanzas, aunque también sé que en la UBA tienen algún curso optativo de finanza cuantitativa.

Pero lo que a veces observo es que la investigación en economía tomó una dimensión (y a veces en congresos más metodológicos hay fuertes críticas de esto), tomó un molde; la teoría pura tomó un molde muy Bourbaki, o sea, que sirve para la discusión de los académicos y nada más. Esta es la manera en que nosotros teorizamos. No en el sentido de hacer matemática, sino en el sentido de hacer teoría económica. Y algo que sí es, quizás, más útil, más demandante por círculos no académicos sea toda la aplicación de la parte estadística y procesos estocásticos. Esto es, brevemente, un pantallazo de la situación de economía.

-María Inés Troparevsky:

Este centro, por curiosidad, ¿cómo está conformado?

-Matías Fuentes:

Bueno, ahora somos cinco con la posibilidad de ser uno más.

-María Inés Troparevsky:

¿Son economistas o matemáticos?



-Matías Fuentes:

Hay un matemático y un físico (que es el heterodoxo, porque hace cosas de econofísica, modelos de agentes).

-María Inés Troparevsky:

¿Y tienen conexión con empresas o con algo?

-Matías Fuentes:

Con otros departamentos sí, de matemática y economía sí, pero con empresas no. Una sola vez nos hicieron una demanda que francamente ninguno se sintió cómodo de abordar. Una demanda monstruosa, de una empresa, que a todos nos sacaba de la zona de comodidad.

-Carlos D'Attellis:

El otro día me tocó ir a ciencias económicas a hablar sobre el artículo ese de Olivera. Después, en la charla, como aquí entre nosotros, surgió la cuestión de la matemática metida en las finanzas que vos acabas de decir, y se daba como natural. Pero muchos de los que estaban allí veían como a la matemática como una maquinaria para "encriptar" todo eso y que nadie entendiera nada, y poder hacer negocios financieros poco claros para todos los demás. ¿Eso es así?

-Matías Fuentes:

No es mi área, pero no sé si es tan así. Conozco unos cuantos *Quants*, que les dicen. Ahora sospecho que si los grandes bancos los contratan, los bancos no tienen ganas de jugar con la plata, entonces deben tener una utilidad. Yo sé que hoy día tienen pedido de captura recomendado los *Quants*, pero yo creo que crecen mucho en el sector privado. De hecho, el año pasado, un hecho insólito, un ex alumno del Balseiro, con un master en finanzas cuantitativas de San Andrés se anotó para hacer la licenciatura en economía, con nosotros. No le iba a decir que no lo haga. Me pareció inusual. Con esa formación, incluso, ya podría ser un autodidacta y aprender. Duró cuatro meses, porque la empresa en la cual trabajaba, Crisil creo que se llama, en la que estaba el tal Maurette, me parece, lo trasladó a Londres, donde está la central.

-Carlos D'Attellis:

Pero, justamente, los contratan porque pueden "encriptar" para que se entienda poco.

-Matías Fuentes:

Puede ser. Es probable.



-Silvia Bernatené:

Ahora advierto que no me presenté. Soy Silvia Bernatené, secretaria académica de la universidad y pedagoga. Pido disculpas frente a los matemáticos, los ingenieros y los físicos... Pido disculpas un poco con ironía porque cuando suceden algunas discusiones en torno a la formación de los estudiantes, ahí llegamos los pedagogos, y muchas veces no llegamos para aclarar las cosas sino para complicarlas. Entonces, si había algún malentendido, alguna dificultad entre los básicos de las materias de los primeros años (biología, física, química, matemática) y los del ciclo superior que demandan algún tipo de formación especial, cuando venimos los pedagogos hacen causa común y dicen "podemos entendernos bien".

En torno a lo que ustedes venían diciendo respecto del lugar de la matemática, la formación de profesionales y el vínculo con la empresa, me preguntaba cuál era el impacto de esto en la formación de las carreras que tenemos en la universidad, y fuera de la universidad, en aquellas carreras que requieren de un saber matemático sólido y bien formado, para luego poder cumplir los requerimientos de integrar equipos interdisciplinarios, de responder a las demandas de la industria, de poder sumarse a un proyecto donde hay mucho más de trabajo incierto y hay que ir al diálogo con otras disciplinas. Qué pasa en la formación, no solo en términos de contenido, que tal vez son las discusiones habituales (qué contenido deben saber los estudiantes de las ingenierías para luego poder trabajar con imágenes médicas), sino qué desafíos cognitivos en torno al saber matemático hay que poner en juego a lo largo de la formación para que se desarrollen ciertas capacidades complejas de intervención en problemas. Aquí el colega decía que a veces hay dificultad hasta para entender los problemas. ¿Qué sucede con la formación? ¿Cómo ven ustedes esto, qué requerimientos le hacen a la formación en matemática, en las distintas áreas y por dónde creen ustedes que hay que iniciar algún curso de acción para tender estas demandas?

-Lucas Bali:

¿Qué tal? Perdón por la interrupción. Yo soy Lucas Bali, docente en la universidad de San Martín, de probabilidad y estadística. También estoy en la Universidad de Buenos Aires, en ciencias exactas, y trabajo fundamentalmente en CITEDEF (el Instituto de investigación científicas y técnicas para la defensa) en el modelado matemático de cuestiones vinculadas con la meteorología.

-Silvia Bernatené:

Sobre las personas que aún no hablaron, pensábamos, junto con Diana, que, por ejemplo, la pregunta sobre la formación podría empezar a responderla Federico, ya que enseña cuestiones de tecnología en arquitectura, una carrera que demanda mucho conocimiento matemático.



-Federico Pastorino:

No sé si voy a poder dar alguna respuesta, más bien voy a plantear cosas que vengo observando. Este es el tercer año que funciona en San Martín la facultad de arquitectura, y a lo largo de estos tres años tuve la oportunidad de cruzarme aproximadamente con más de 250 estudiantes. Eso me hizo detectar, me puso en evidencia, algunos temas que se van. Por ejemplo, un desconocimiento (que considero bastante serio) referido a temas matemáticos o a cultura general. Son temas realmente tan básicos que los veo como imprescindibles para la vida en una sociedad. Y, obviamente, también los necesitamos para desarrollar problemas específicos en el área de tecnología y en el área de arquitectura. Por ejemplo, la diferencia entre una instancia, una superficie y un volumen: hay muchos estudiantes que desconocen las unidades que tiene cada una de estas dimensiones.

La idea de la materia que nosotros dictamos oscila constantemente entre hacer y pensar, y tratamos todo el tiempo de desarrollar ideas y pensamientos en abstracto, pero también de poder verificarlos con medios prácticos directos. De esa manera podemos no solo verificar si el conocimiento fue transferido sino también poder hablar del hecho físico, por ejemplo, de la existencia de la gravedad y de resolver una estructura, o la estabilidad de un edificio, poder verificarlo directamente a partir de distintas prácticas que vamos planteando en el curso. Por ejemplo, incorporamos medios de medición muy claros, como una balanza, para calcular a partir de un volumen y del desarrollo de un volumen en hormigón, por ejemplo, estimar primero en abstracto cuánto va a pesar ese volumen con un material específico y después poder ese mismo material, esa piedra, una vez que los alumnos la desarrollan, en una escala 1:1, con esa misma piedra agarrar una balanza digital, pesarla y verificar si el cálculo, si todo ese proceso abstracto, en el campo de desarrollo abstracto estimaron un peso, después si ese peso se verifica.

Digamos, todo el tiempo estamos intentando construir esos puentes entre esos dos mundos y sin embargo, después, a la hora de, muchas veces, de los parciales o de los finales, cuando vamos al cálculo matemático encontramos estos problemas de multiplicar, de no respetar unidades en una fórmula y que el resultado sea un absurdo. Bueno, cosas así tendría muchas más para contar, no los quiero aburrir, pero realmente la sensación que me da es que no hay ningún tipo de interés de las nuevas generaciones de preocupaciones, no sabes calcular una superficie, no sabes trigonometría, son cosas muy específicas. Coincido que en la disciplina de arquitectura los arquitectos sabemos un poco de todo y también somos ignorantes de todo. Pero deberíamos ser muy buenos físicos, deberíamos ser muy buenos químicos y manejar las fuerzas, las estructuras, manejar conocimientos de química, porque la verdad es que todo nos está atravesando, desde las características de los materiales y elegir un material como una estructura o como un cerramiento, depende el lugar que ocupe pero todo eso se comporta y tiene características físicas y químicas que las tenemos que conocer. Seguramente no con la especificidad que ustedes conocen cada una de las cosas. Pero sí tenemos que tener conocimientos de cómo la energía se mueve en un edificio y cómo los medios climáticos naturales degradan o activan al edificio



y al comportamiento de los materiales. Entonces, no creo que haya que enseñarles demasiada especificidad en términos matemáticos o químicos, pero sí hay cosas que son tan básicas que a mí me dejan como, no sé, con un signo de pregunta.

-Diana Rubio:

¿Eso lo notaste en los chicos que ingresan, que vienen del secundario, o después de haber pasado por alguna matemática?

-Federico Pastorino:

Yo estoy en primer año y recibo a estudiantes que inician la carrera con ese curso, que dura un año. Introducción a las tecnologías 1 y 2 (primer cuatrimestre y segundo cuatrimestre). En el segundo cuatrimestre mejora un poco, pero también hay muchos temas específicos de la materia que yo dicto que se ven debilitados en tiempo porque tengo que ir a explicar todo ese conocimiento que es fundamental; para poder calcular un volumen tiene que saber primero qué es un volumen. Perdón que lo planteo así. Por supuesto no son los 250 estudiantes, pero me llama la atención ese tema.

Diana Rubio:

Parecería que eso sucede porque vos te referís a los alumnos que vienen desde el secundario. Entonces es muy difícil porque nosotros nos encontramos con los mismos problemas acá. Claro, nosotros tenemos que empezar a resolver todos los problemas que traen del secundario. No sé si eso pasa (porque yo hace mucho que no doy clases ahí) en exactas de la UBA, pero es diferente porque ahí tienen un interés ya. Pero los que vienen a otras carreras, aunque en ingeniería debería ser también así, no tienen los mismos intereses, y por ahí no aprendieron nada en el secundario, simplemente pasaron las materias. Me parece que es parecido a lo que contaba Carlos al comienzo, de la experiencia con los profesores de secundario del Chaco (que trataron de innovar la forma de dar la matemática en el secundario y mucho no se pudo lograr). O sea, el problema es que nuestra tarea es qué hacemos con estos alumnos de ahora en más.

-Silvia Bernatené:

Yo pensaba sumar algo a esto que comentaba Federico. ¿Qué pasa en el dialogo entre matemáticos y especialistas de las distintas carreras que forma la universidad? ¿Cuál es la demanda interna que hay en la carrera? ¿Qué sucede con la demanda de tecnología matemática, la demanda de otras materias de tecnología que tienen un saber matemático? ¿Cuál es el dialogo entre saberes, entre formas de aprender, enseñar matemática, cómo se da? ¿Qué sucede con la demanda, con las preguntas, cómo se canaliza..?



-Gonzalo Comas:

El programa de la mejora a la enseñanza es “un algo”. Un programa que funciona, que anda bastante. La pata de la escuela de ciencia y tecnología trabaja con primer año y CPU. Todas las materias presentan un proyecto y muchas materias que no son matemática ponen, si uno les pide, alguna línea de trabajo de nivel horizontal. Este año pensábamos hacer algo, pero no nos salió. El año que viene probablemente lo hagamos. Tenemos en agenda generar un espacio parecido a los Estados Generales, donde invitemos a todas las materias del primer año, quizás segundo año también, y se charle sobre qué matemática específicamente usan. Es para saber, no necesariamente para hacer cambios drásticos. Alguien puede decir “sobre esto mismo que estoy explicando puedo dar un ejemplo mejor, en vez del que doy siempre”. Eso, desde el programa de mejora, lo tenemos en agenda. Y tenemos en agenda toda la interdisciplinaridad. Pero la de matemática era la primera que queríamos largar porque nos parecía que cruzaba más materias.

-María Inés Troparevsky:

Yo creo que los temas de matemática que necesitan las materias superiores, no sé, no me ha pasado. La única vez que solicitamos algo lo incorporamos. Pero me parece que es distinto al otro problema que el comenta, que es un problema que sufrimos todos. Yo estoy en una materia bastante al principio, digamos del primer año de la carrera que nadie duda que lo que se está dando es necesario. No es que estamos dando de más, capaz que estemos dando de menos. Pero el problema con la formación con que vienen los alumnos es un problema que ya nos excede. El otro podemos charlar entre nosotros y ajustar, a mí me pidieron de Física 2 que agregara un tema, lo agregué. Me parece que es más dinámico. Ahora la relación con los alumnos que vienen, que no es una queja, es una descripción y una situación real, y esos son los alumnos que recibimos. Es difícil para las materias como en las que yo estoy, elemental, de las primeras, es complicado. Lo que él dice lo sufrimos en ingeniería porque no deja de ser una herramienta la matemática. Sí, yo me refería acá en este momento, pero sí, sí claro. Es que es una herramienta la matemática. No es lo que a mí me interesa. Yo no sé lo que está pasando en exactas, pero posiblemente el enfoque sea distinto porque hay otro interés, como decía Diana. Acá es más “lo tengo que aprender porque lo voy a necesitar”, pero es una herramienta que no me interesa en sí misma.

-Gonzalo Comas:

En la materia que damos nosotros, el último tema es como el broche de oro. Podemos hacer problemas muy básicos y decidir si usar las herramientas para resolver algo. Y es frustrante que los alumnos vengan a decirte “yo eso no lo estudio porque yo eso no lo puedo pensar” Porque yo puedo resolverte una derivada, puedo calcularte máximas y mínimas de una función pero por favor no me pidas que piense qué función tengo que escribir para encontrar entre todos los cuadrados de área 20 que tenga el perímetro más, qué se yo, pero



digamos, eso es muy abstracto. Pero problemas donde vos le pones ya un sentido, como “quiero fabricar una lata”, no son problemas complicados. Ya no es una preocupación sobre la matemática. Estudiar una carrera donde se usa la matemática no querer estudiar lo que dice cómo estudiar la matemática es preocupante.

-Federico Pastorino:

Nosotros el curso lo organizamos, en el primer cuatrimestre, con la gravedad como tema troncal y estudiamos las estructuras a partir de la gravedad, y el segundo cuatrimestre estudiamos el recorrido del sol y los agentes climáticos. Y cuando estudiamos el recorrido del sol, a partir de las cartas solares, tienen que calcular los ángulos de incidencia del sol en las distintas épocas del año y ahí utilizan la trigonometría que supuestamente hasta ese momento lo vieron como algo abstracto y lo tienen que aplicar con algo muy concreto. Incluso hacemos actividades en el heliodón, en un simulador de luz solar y salimos los días de sol del aula y lo vemos ahí en el mismo momento, calculamos las distancias y aun así hay un desinterés. Uno trata de que lo abstracto se vuelva algo concreto, algo práctico, algo tangible y, sin embargo hay una distancia que no se puede franquear.

-Diana Rubio:

A mí me parece, por un lado, sobre todo cuando damos matemática para gente que no va a ser investigador o no va a hacer ciencias, sino que lo quiere usar como herramienta nada más para resolver sus problemas. Quizás nosotros a veces tenemos una formación, todos los matemáticos de acá nos formamos en exactas, en la UBA, y tenemos la formación que nos dieron ahí y muchas veces enseñamos de la manera que nos enseñaron y nos cuesta, también, bajar y ponernos a hablar en el lenguaje que nos puedan entender. Entonces ven matemática, es más, de un cuatrimestre a otro por ahí se olvidan. Es más, de una semana a la otra se olvidaron de lo que explicaste. Digo, ¿qué está fallando ahí? Fallamos, cómo lo explicamos, fallamos. Yo me pregunto por qué no pueden retener la idea. No pido que se acuerden de memoria un teorema pero la idea digo. Si bien me parece que vienen con dificultades para entender ya el lenguaje, no solo matemático, sino a veces no entienden que quiere decir “por lo menos”, no saben si es menos que eso o qué quiere decir. Entonces ya no pueden leerlo, porque ya no interpretan el lenguaje. Y por el otro, quizás nosotros usamos términos que para nosotros son corrientes y no nos damos cuenta que para ese chico es un lenguaje totalmente, es decir, no te entiende ni la palabra, entonces como no te entienden la palabra no pueden seguir la idea y ya se perdieron totalmente. Y copian. Yo a veces les digo “si lo van a copiar y no lo van a leer no lo copien más” Además que no leer después. Van a llenar cuadernos con cosas que no vuelven a leer. Entonces para qué quieren llenar un cuaderno. Lean un libro, escuchen la clase, tomen alguna nota y nada más. Pero nos enfrentamos a esas dificultades, a un problema de lenguaje, que no entienden y que nosotros nos cuesta adaptarnos y por ahí



también, es que no le encontramos la vuelta sobre todo, de vuelta, a gente que quiere usarla como una aplicación, para hacer matemática, para hacer desarrollos matemáticos.

-Carlos D'Attellis:

Sí, eso está claro, pero ¿hay alguna vinculación entre la universidad y las escuelas? Porque acá lo que se está hablando es que tu materia que dijiste es primera, no hay matemática formada, no hay nada. ¿Pero hay alguna vinculación?

-Silvia Bernatené:

Sí, hay un proyecto muy importante y sostenido en el tiempo de vinculación con escuelas. Estamos hablando de saberes, en realidad de acervos culturales, modos de pensar complejos que se construyen en el tiempo. Esto del interés, de la curiosidad intelectual, es algo más que el trabajo en una disciplina. Es una actitud, es una predisposición para enfrentarse a lo desconocido. Claramente hay todo un terreno para recorrer.

Podemos correr la discusión del eje de los alumnos para pensar, tal vez, cuál es la parte que nos toca a nosotros, que sí podemos resolver. Cómo se enseña matemática, la cantidad de contenidos, el tema de la devolución... Por eso lo puse más del lado del plato de la balanza de las decisiones que nos tocan a los de adentro, a los que armamos los planes de estudio, a los que hacemos el vínculo entre las materias. Porque sobre eso sí tenemos algún tipo de decisión.

Gonzalo decía que el año que viene vamos a hacer una mesa interdisciplinaria de diálogo, "nada muy terrible". Lo plantea con mesura, con cuidado, porque sabemos que el diálogo entre disciplinas no es sencillo, es difícil de llevar a la práctica, sobre todo cuando se trata de estructuraciones complejas en términos de densidad de contenidos, alteración de materias, etcétera. A partir de lo que comentaba Federico, ¿qué es lo que ustedes como matemáticos creen que pueden hacer? En términos de la formación básica, de la formación específica... ¿Qué sucede con eso?

-Walter Legnani:

Todos sobrevivimos los libros de exactas, que, como bien se dijo, eran libros rigurosos, a veces muy poco amistosos, pero sobrevivimos. No tenemos grandes traumas psicológicos [risas]. Hoy hay libros que, tratando de tomar la responsabilidad de acercar al alumno, son casi textos secundarios, realmente infantiles. Hay libros de física y de matemática que a mí me daría vergüenza escribir, o por lo menos no se me ocurriría escribirlos en esos términos. Yo ni soy capaz de escribir un "Rey Pastor" de análisis, pero tampoco escribiría algunas de las cosas que están surgiendo ahora en la literatura, entonces me parece, también, asumir toda la responsabilidad uno y decir, a ver, usted va a ser alumno universitario, el estado le está dando una educación gratuita, por lo menos pásese unas cuantas horas silla-hombre tratando de entender. Cuando usted tenga



problemas nosotros lo vamos a ayudar, le vamos a poner tutores, va a haber programas de la universidad, todo lo que usted quiera, pero hay una carga del alumno que no puede actuar en nosotros. Porque si no pasa eso. Hay libritos que prácticamente son dibujitos y florcitas. No, no. Eso no es lo que tiene que tener un alumno universitario.

-Gonzalo Comas:

Hay un chiste que le hago a mis alumnos, especialmente a los que hacen biotecnología. Todos los cuatrimestres veo que vienen con “la célula” bajo el brazo. La célula es un libro que usan en Biología 1, un libraco enorme. Y siempre les digo “un día los quiero ver con un libro que se llame Cálculo bajo el brazo”. Un libro que sea amigable, un libro que puedan leer, pero que tenga el rigor suficiente como para que se lleven algo más que un cuentito de hadas.

-María Inés Troparevsky:

Es muy difícil que lean un libro de texto de matemática. Yo confieso que no lo puedo lograr.

-Eduardo Serrano:

Yo voy a decir algo que pasó hace un tiempo en esta universidad, antes de que estuvieran todos. Cuando se le preguntó específicamente a un especialista en biotecnología qué necesitaba de matemática, dijo “que pasen los mejores”. Esa fue la respuesta: “que pasen los mejores y el resto que se vaya”. A veces la enseñanza lo que busca es descartar a algunos. Y esa es una actitud que me parece que, inconscientemente, nos atraviesa a casi todos.

-Walter Legnani:

Muchas veces dicen que la universidad Argentina es Darwiniana. Sobrevivimos los más aptos y en el medio se quedan un montón. ¿A cuánta gente se le generó una frustración horrible en sus vidas porque no pudo seguir en exactas? Gente muy inteligente, muy capaz, pero no se le dio el entorno.

¿Qué es peor que no leer libros? “Leer internet”. Internet generalmente no tiene referencias, no tiene control y está fuera de contexto. A veces los alumnos discuten cuestiones de fondo “porque en internet dice tal cosa”.

-Eduardo Serrano:

Quieren aprender con el icono, con dos o tres oraciones. Ese es uno de los problemas con los cuales estamos luchando.



-Juan Pablo Borgna:

Yo quiero distinguir dos niveles acá y están bien distintos aquí, que son la enseñanza inicial y después formación específica. A nivel de formación básica yo lo que quería decir es, primero, es cierto que la escuela secundaria de los niveles medios tienen problemas serios. En toda la estructura del país está con niveles serios. No lo vamos a poder remediar nosotros por más que, porque somos una gota en la inmensidad del océano, en algún sentido. El CPU cumple un rol importantísimo en ese sentido, ¿no?, de poder darle a los pibes una primera aproximación de lo que es el estudio universitario. Tratar de que tomen una actitud de decir “sí, bueno, voy a hacer un estudio universitario” No se logra siempre y es un proceso.

Y en otro sentido, respecto a la enseñanza de la matemática quería decir dos cositas: Yo hace rato que vengo dando clases, todos cursos de servicios, pongámosle, para ingenieros, para computadores, para economistas, para biólogo, en algún sentido, y algunas cosas que están en concurso de posgrado. Pero me voy a referir primero a esto otro: Lo que decía, no me acuerdo quién, que en exactas uno aprende una estructura, sí, Ok, pero también es cierto que uno tiene ya un rodado, ya rodó la vida y te das cuenta de que, bueno, por ahí no va la cosa. Entonces comenzás a hacer muchas demostraciones con los dedos, ¿o no?, ¿no les pasó a todos? Yo creo que en algún momento uno comienza, y después de mucho con los dedos, y después, por ahí, te das a la formalización pero después de que lo mostraste con los dedos, qué se yo, estoy pensando en el tema, primero lo demostraste con los dedos, después, una vez que lo entendieron, bueno vamos a hacer alguna cuentita para demostrarlo. Pero después ya hay otras cosas más prácticas, por ejemplo, ahora aquí, refiriéndome a la universidad, yo estoy dando un curso para computación. Y vos estas con probabilidad y estadística, tenes que tener una experiencia parecida, la parte de conteo. Uno comienza con qué. Estas poniendo problemas de conteo, conteo y después ahí calculo y probabilidad. En conteo, un computador recontra necesitan ahora programar. Necesitas un montón saber de cuantas maneras poder ver tal cosa. Exactamente, para todo.

-María Inés Troparevsky:

¿Y se interesan por ese tema sabiendo que lo van a usar?

-Juan Pablo Borgna:

Se interesan, pero tienen miedo. Igual, lo lamento, hay que estudiarlo. A veces hay que entrar por el lado de los problemas. Yo creo que es la puertita que uno tiene. Y los dedos. Poder demostrar con los dedos es fundamental, en algún sentido. Dar la idea con los dedos, a eso me refiero. Yo trato de encararlo por ahí. En un curso para economistas muy avanzado, por ejemplo, el cálculo de variaciones lo comencé por el lado de stockeo. Por eso, entrar por los problemas para mí es lo mejor.



-Lucas Bali:

Yo en cierto sentido me siento muy afortunado porque mi experiencia en probabilidad y estadística me marca como mucho contraste. Son muy buenos los chicos que – yo no sé de qué año es la materia, tercero, puede ser porque pasan los mejores. Pero lo que siento es que los alumnos que yo tengo por ejemplo en probabilidad y estadística son de ingeniería y la verdad es que son muy buenos, no sé. No es que somos maravillosos docentes, ni nada, pero cuatrimestre en cuatrimestre hemos de a poco incrementado un poquito la dificultad de los parciales, o sea, empezando a complicarlo un poco, ¿no?, a tratar de dar más temas y la respuesta es siempre la misma y es positiva, de alguna manera. O sea es como, yo para que no nos deprimamos tanto quizás. En general siempre me llevo siempre una muy buena experiencia de dar clases en esa materia porque hay buena respuesta de los alumnos. Me parece que una materia como, por ejemplo, probabilidad y estadística, que se yo, hay que ir a los ejemplos concretamente. Y ahí ejemplos que los motiven, no sé, yo no hablo de sigmas-algebras, por supuesto, porque no tiene ningún sentido. Prácticamente se hacen muy pocas demostraciones y trato de hacer ejemplos que estén vinculados con cosas, quizás de la cultura popular, o sea, el concepto de la esperanza, me parece que la mejor forma de enseñar la esperanza es con la ruleta y de enseñarles que a través de la esperanza, la esperanza con la ruleta es negativa y eso quiere decir que vos en el casino indefectiblemente vas a perder plata y no hay estrategia. Ese tipo de cosas, a la larga. Pero es como que eso les pega. O sea, la primera clase yo les digo: les voy a enseñar cómo no perder plata en el casino. Pero los atrapa. Por eso tengo la suerte de que puedo dar muchos de esos ejemplos porque la materia se presta para esos ejemplos. Me parece que en otras materias es mucho más difícil porque son de naturaleza un poco más abstracta. Pero en probabilidad y estadística uno por suerte, casi cualquier ejemplo que uno da lo puede bajar inmediatamente a tierra con un ejemplo concreto. En estadística puedo dar el ejemplo de, bueno, cómo se hace una encuesta. La diferencia entre una encuesta, un censo, problemas dato faltante, y realmente eso los motiva mucho, me parece. Pero no sé, digamos. Es cierto que la situación es totalmente distinta porque es una materia ya de tercer año, es otro tipo de perfil el alumno que lleva una materia ya a esa altura. Ya tiene un entrenamiento. Ya de por sí la materia, matemáticamente hablando, es muy simple. Lo más complicado que hay es una integral doble, básicamente. Es otro lenguaje. Es aprender un no-lenguaje lo que tiene. Parece más un problema de la formación básica, como ustedes dicen...

-Hugo Burdeli:

Dado que el nivel del secundario es tan malo, y sabemos que es tan malo, no pueden pasar todos. No me parece mal que recurran. Hay mucha gente que yo veo que va una vez, no entiende nada, después lo hacen de vuelta, no entienden, y a la tercera aprendieron, pero aprendieron en serio. Y no está mal eso. Porque a veces hay una postura de lo pedagogo, que dicen “no, está mal que recurran” y no está mal que recurran, porque se puede llegar a aprender, digo, cuando la realidad es que vienen del secundario sin saber y uno quiere



que se reciban de ingenieros, entonces bueno, no lo pueden dejar pasar. Pero si le dan las herramientas para poder ayudarlos y demás – una vez tuve un ejemplo de un chico que cuando la cursó yo le veía cara conocida pero no sé, bueno, cursó algebra y aprobó con diez, promocionó con diez. Primero me dijo la hizo un cuatrimestre, me avisó “no, porque estaba acá”, no sé cuánto, después tirando papeles viejo vi que había hecho matemática 1 dos veces y ha tenido 1, 1, todo en blanco, todo en blanco. Después de dos años aprendió y cambió de carrera, pasó a ingeniería, hizo algebra y la hizo perfecta. ¿Está bien? Es como que le falta madurez a muchos, digo, por lo que sea. Porque la formación es mala. Entonces hay un grado de dificultad que no lo puedes sacar de la matemática tampoco. Qué sé yo, un grado lógico, cuando tienen que decir “ $K=2$ o $K=3$, pero K distinto de 3”, no te responden que es 2, y no lo entienden. Algebra ya hicieron, CPU ya hicieron, función ya hicieron, y bueno, y eso lo tienen que entender y si no lo entienden, bueno, hasta que lo entiendan, pero digo, tienen que entenderlo. “Pero no, si yo ya dije” y bueno, pero decime cuánto vale K . Y no pueden, dicen $K=2$, $K=3$ y $K=$ distinto de 3. ¿Y? ¿Cuánto vale? No pueden. Claro, pero no sé si hay mucha posibilidad dado como esta la estructura.

-Walter Legnani:

Esto lo pueden grabar, pero los cinco años de la carrera es una estafa. Un ingeniero tarda entre 8 y 12 años en egresar. Son muy pocos los que lo hacen en 5 y medio, 6. Olvidémonos.

-Hugo Burdeli:

Pero que se reciba de ingeniero alguien que no diferencia entre área y perímetro... Lo que yo digo es que ese alumno no es que lo pierda la facultad. Está bien, no lo pierde, pero le va a llevar más tiempo. Y sí hay que apoyarlo a ese alumno, no digo que hay que descartarlo. Pero hay una realidad que le va a llevar más tiempo. Hasta que en algún momento pueda avanzar, y va a poder avanzar. Yo creo que va a poder avanzar. ¿Está bien? Porque yo no digo que los alumnos tengan que estar afuera porque sí.

-Carlos D'Attellis:

Un detalle más acerca de esto. Justo de probabilidades. Ha cambiado también el estilo y entonces cambió el estilo nuestro al enseñar. A mí que me gustan los libros viejos, yo en mi casa tengo el tomo de “Teoría y probabilidades”, escrito por el Marqués de Laplace, editado en Paris en 1860, que es un libraco gordo, son como mil páginas, donde vos lo abrís y está todo escrito y cada tanto aparece una formula. Después apareció la teoría de la medida. Luego “lema 1, lema 2, teorema”, como decíamos recién que tenía Olivera. Es diferente. Y eso ha llevado a esto de Bourbaki. Antes se hacía distinto, porque supongo que Laplace enseñaba lo que era de él con eso que había escrito. Y lo hacía de otra manera que no es la que usamos ahora cuando escribimos



eso que arranca, yo me acuerdo clases que tuvimos en exactas, no voy a nombrar, pero empezaba con el teorema 1 y terminaba cuando se llegaba al teorema 500...

-Eduardo Serrano:

No estamos hablando de qué peso le estamos dando a la nueva modalidad. Me parece que en este momento la formación (aún la básica) requiere de algunos recursos computacionales, no para no integrar, pero en lugar de integrar 200.000 veces, integrar una numéricamente, por ejemplo, y después entender cómo es. La idea es gráfica, numérica, teórica, digamos, como una especie de camino posible a muchas cosas. Porque los alumnos aprenden mucho en este momento a través de la habilidad, y a lo mejor para ellos la integral está en crear, como vos decís, en la calculadora determinadas cosas. Y esa interfaz rara que nosotros no entendemos en principio es una manera de actuar, que después se puede racionalizar. No sé si carecemos de recursos, pero creo que los docentes realmente no estamos del todo preparados para pensar a través de lo computacional, lo numérico.

-Gonzalo Comas:

Lucas decía que incorporamos un nuevo lenguaje, que entienden el nuevo lenguaje. Yo a veces siento que me cuesta ponerlo sobre la mesa. Esto es una materia matemática, nos vamos a poner de acuerdo en un lenguaje y así como decimos que a-r-b-o-l es "árbol", acá vamos a decir que ciertas palabras quieren decir conceptos. Entonces hay ciertas cosas que nosotros vamos a decir que no hay que entenderlas literalmente. Yo di clases de química a mis mismos alumnos y me di cuenta de que manejaban el lenguaje específico de la química, pero no manejan el lenguaje específico de matemática. Si tienen que explicar algo de química, lo pueden explicar con un vocabulario muy específico. Pero si quieren explicar en palabras qué quiere decir que el límite de una función, cuando X se acerca a 4, es 8 (no estoy hablando de ϵ delta, estoy diciendo en un gráfico), ya no pueden, no tienen el lenguaje. No puedo poner en la mesa un lenguaje. No logro que es los conceptos queden claros, que quede claro cuál es el lenguaje que estamos hablando. Y eso yo lo veo como una dificultad. A mí me cuesta mucho poder tener un idioma común. Yo hablo un idioma, ellos hablan otro idioma y es el famoso "chino básico". Ellos piensan que yo estoy hablando de otra cosa, por más que les estoy enseñando a hablar. Les digo, hoy aprendemos que esta palabra quiere decir esto, ¿y cómo se aprende eso? Usándola, escribiendo, charlando, haciendo cuentas y no, escribiendo que quiere decir esto y nada más. Eso es algo que veo como un problema.

-Diana Rubio:

Yo cuando decía que la dificultad que tenemos es que por ahí usamos otro lenguaje no es porque tenemos que dejar de hacer matemática o hacer matemática rigurosa. No me refiero a eso, sino a lo que decía Lucas; se



baja el nivel pero se da con la misma rigurosidad. Yo me imagino que las cosas de estadística o de proba se dan con rigurosidad, no podemos dejar de usar o de ver bajo qué condiciones sirve qué cosa.

Por ahí, no sabemos motivar suficientemente. Sin dudas, si vos le decís “les voy a explicar cómo hacer para no perder plata en la ruleta”, van a prestar atención. Si nosotros decimos que vamos a hablar de la F de R en R , la abstracción es terrible y no lo pueden soportar porque vienen de un lugar que no tiene lo básico para poder soportarla. Entonces me parece que en lo que fallamos por ahí es en motivar suficientemente bien lo que vamos a decir. Habría que ir incorporando ese tipo de problemas desde por ahí el CPU. Cuando van a ver trigonometría, ¿por qué interesa?, no el triángulo rectángulo que el lado es A , el otro es B y Pitágoras, que eso sí lo tienen que saber pero empezamos por otro lado. Es decir, ver qué es lo interesante, y entonces van a prestar atención.

Javier Etcheverry:

Yo no tengo la menor idea de qué es la pedagogía, pero coincido con estas cosas que ustedes están diciendo, y me parece que hay dos fenómenos distintos. Por un lado yo veo a los chicos... la educación viene en picada desde hace muchos años y eso se nota en el nivel de los chicos que ingresan a la universidad. Pero la otra cosa es que el hecho de tener la Wikipedia ahí genera cierta intolerancia a esta tendencia nuestra de primero explicar todas las herramientas y después tener en cuenta para qué sirven. Toda la formación de exactas está hecha así, uno estudiaba el ϵ -delta y luego, en algún momento descubría “esto describe el mundo, esto es importante”. Yo creo que es muy útil tratar de hacer por lo menos una parte del trabajo al revés, en el sentido de tratar de empezar con un problema y seguir con ese problema hasta que la gente entienda que necesita un concepto. Cuando lo entendió entonces ahí se le enchufa la teoría que corresponde.

-Diana Rubio:

Generar la necesidad.

-Gonzalo Comas:

Sí, yo esto es una cosa que empecé a implementar hace un año, cuando les explico el límite de una función. Por lo menos convencerlos de que hay un problema en el cual yo quiero evaluar una función en un punto y no puedo, y la única manera de hacerlo es hacer el límite. Y no es un problema estúpido. Es calcular una velocidad instantánea a partir del límite de velocidades promedio. Y yo creo que, también lo que ocurre, es que algunas de las cosas uno las dicta en el orden, como decías vos, doy todos, todos los temas y después digo para qué se usan, que es completamente al revés de cómo fueron descubiertos. Porque primero se descubrió cómo calcular la velocidad sin saber lo que era un límite. Pero igual, eso es difícil, porque eso entra en la parte, ya en la meta-cognición. Como ellos nunca se plantearon ese problema, cuesta convencerlos de que sirve calcular límites primero, para calcular una velocidad instantánea a partir de velocidades promedio, por ejemplo.

-Javier Etcheverry:

Hay un reporte del SIAM que se llama GAIMME, que es esencialmente una propuesta para enseñar matemática desde el nivel del K-12, desde la escuela primaria en adelante, modelando. Modelando en este sentido: “yo tengo un problema, ahora al problema le descubro cierta estructura matemática, a esa estructura matemática le busco soluciones”, en vez de hacer las cosas al revés. Yo creo que vale la pena explorarlo a todo nivel.

-Francisco Parisi:

Escuchando que hablan de límite, de cómo explicar un límite, me preguntaba para qué explicar un límite. O sea, cuál es el sentido que tiene para nosotros en la formación explicar un límite. ¿Para qué hace falta?

-Javier Etcheverry:

¿En tu mundo hay cosas que varían? Entonces necesitas límites. Digo, lo descubrió Newton así, ¿no es cierto? El cálculo diferencial salió tratando de encontrar la manera de decirle al tipo que pensaba que las cosas se movían mientras le daban las ganas y después se caían, que no tenía razón.

-Francisco Parisi:

Pero a lo mejor no hay un concepto detrás del límite. No hay un concepto que sirva para nada, simplemente es operativo.

-Javier Etcheverry:

No, en absoluto.

-Francisco Parisi:

Es operativo, ¿para qué quiero calcular el límite? ¿Para qué quiero calcular una derivada a través del límite? ¿A quién le sirve calcular una derivada a través del límite? Es una cosa que no lo va a hacer nunca, salvo cuando, quizás, vaya a métodos números, ahí puedes tener algún concepto...

-Julio Rossi:

Me parece que tenemos una cosa distinta cuando estamos pensando en la matemática como una herramienta para hacer otras cosas, y lo que el alumno tiene que aprender es una serie de herramientas de cálculo para dedicarse después a su vida profesional y hacer otras cosas, que cuando uno piensa la matemática como una serie de ideas y conceptos que tienen un alto grado de abstracción, pero que son útiles, simplemente por el hecho de existir, de ser ahí mismo. Y eso abre la cabeza de la gente de una manera diferente. Si uno aprende



a pensar de una cosa matemática con una abstracción suficiente puede ver que las mismas ideas se aplican en diferentes cálculos, en diferentes áreas, en diferentes problemas. Entonces, aprender un cierto grado de abstracción, desde mi punto de vista de profesor de exactas, pocos cursos aplicados en mi vida, diría que le da al alumno promedio de ciencias un grado de – es maleable, digamos. El tipo aprendió una idea y sabe que esa cosa, que es un espacio vectorial, puede llegar a servir para representar diferentes cosas en su vida práctica. Y no es necesario, o no tiene necesariamente la cosa de la aplicabilidad inmediata. No quiero aprender esto porque lo quiero usar para construir un puente. Quiero aprender esto porque es una idea suficientemente abstracta que me va a servir para poder pensar cosas que sean puentes, aviones o barcos y no me va a importar lo que hay detrás. Esa idea matemática que hay detrás que es la abstracción matemática profunda hace que esto sea, en algún sentido, diferente a ciencias experimentales. Y la diferencia está ahí. Para mí es innegable, inexcusable, y nos va a tocar. Podemos hacer cursos que sean más de cálculo, con menos demostraciones, podemos hacer cursos más abstractos con menos demostraciones, sin pensar tanto en el cálculo. Podemos motivarlos más, motivarlos menos, pero la dificultad está ahí. Es intrínseca a la disciplina.

-Gonzalo Comas:

Yo un ejemplito que les doy es (no es nada inventado por mí) aproximar un cero de una función, usando bisección, ¿no?, y yo lo llamo análisis numérico cero. Esto en realidad en la vida de hoy no sirve para nada. Porque una computadora le tira una ecuación y si se puede hacer me va a decir la solución, más o menos. Me va a tirar un número y esa es la solución. Pero muchas veces, a un problema necesitamos pensarle una aproximación, entonces esto, como herramienta en sí, parece inútil, ¿no? Ir dividiendo un intervalo en 12, evaluando una función, a ver si cambia de signo para poder aproximar el cero de una función que yo pongo raíz de 2 en la calculadora y ya me lo tira. Pero por lo menos que sepan que hay matemática que se hace aproximando, que uno no quiere la respuesta exacta, que quiere saber la evolución, que quiere saber muchas cosas. Y yo con Julio estoy de acuerdo completamente. Es que uno no está enseñando solamente los temas, está enseñando una manera de pensar que le va a servir en algún momento el hecho de haber cursado matemática bien explicada y no matemática cuentito de hadas.

-Eduardo Serrano:

Yo estoy de acuerdo con Julio, especialmente cuando ya entramos en la EG4, es decir una formación más específica, entendiendo las materias básicas y comenzando a tener cierta tranquilidad. Porque al principio yo veo que es una gran cantidad de gente, 200 en un aula, y es muy difícil tratar de generar una idea de que la abstracción es necesaria para resolver, comprender el mundo, digamos. Tal vez sea un problema no matemático ni psicológico, sino un problema de grandes números de alumnos. Ahora, yo en este momento estoy dando una materia modelo, que es una hermosa experiencia porque es una materia de muy poca gente



y ahí estamos en lo que vos decís. Cuando vos das el modelo, qué sé yo, del enfriamiento, el modelo no sé, del vaciamiento de un tanque, el modelo de la desintegración radioactiva, los tipos de repente descubren que esa clase de ecuación, por ejemplo, es común a un montón de fenómenos donde la esencia del fenómeno es como una, es un fenómeno muy raro. Entonces el tipo empieza a entender que la matemática es capaz de describir cosas de muy distinta naturaleza pero con estructuras comunes. Y ahí se empiezan a enganchar. Y que en este caso la parte de modelos es muy linda. Ahora, si hay que dar series de Fourier, por ahí es más complicado. Pero creo que a partir de cierto nivel, hay que superar los límites que pone la matemática al principio.

-Gonzalo Comas:

Yo creo que llegaron a ese nivel porque tuvieron un cierto rigor. Yo no les puedo decir “la cuenta se hace más o menos así” Un rigor bien entendido. Un rigor que no sea inútil.

-Eduardo Serrano:

Perder el miedo al agua, esa sería la analogía.

-Carlos D'Attellis:

Volviendo a lo que decía Francisco, más allá del límite del ejemplo, ¿cuál es el problema general? Yo veo, no solamente acá (yo tengo que hacer jurado en un montón de universidades del país) que hay programas que no sacan algunas cosas que son absolutamente inútiles. Enseñan como aprendieron y repiten lo mismo que hace un montón de años. Entonces, un curso de variable compleja tiene adentro cálculo de integrales impropias, con método complejo, entonces das vuelta la trayectoria, esquivas el polo, qué sé yo, ¿y eso a quién le sirve? Digo, a mí no me sirvió nunca en la vida y además si quiero calcular esa integral impropia, voy, miro cuánto da y ya está. Eso es lo que está dentro del ejemplo ese del límite. ¿Cómo se revisan los programas de matemática cuando pasa el tiempo? ¿Y cómo se eliminan temas que son tradicionales y que se dieron siempre y que figuran en los libros clásicos y resulta que ahora no le interesan a nadie, porque se pueden hacer de otra manera?

-Hugo Burdeli:

Igual hay que tener un poco de cuidado con eso, porque dicen “¿para qué aprender productos de matrices si MATLAB te lo hace?, ¿para qué van a aprender a sumar los chicos si la calculadora lo hace?”. Pero si no aprenden a sumar fracciones, que ya no saben, justamente porque lo hacen con la calculadora, después no saben hacer nada, porque no saben sumar polinomios. No saben hacer muchas cosas al no saber sumar fracciones. Hay como una exageración de que lo puede hacer una máquina, pero hay un mínimo que uno tiene que entender.

-María Inés Troparevsky:

Me parece que el tema de la motivación no quita que les enseñemos a abstraer. La plasticidad que da la abstracción no tiene nada que ver con haberlos motivado. Ese es mi punto de vista. Si no van a aprender a abstraer en nada y sólo los motivo, no me parece que esté enseñando matemática.

-Carlos D'Attellis:

Está bien, pero una cosa es un estudiante de matemática y otra cosa es un tipo que viene de afuera. Digo, habría que separar eso, también. No es lo mismo para un ingeniero o no es lo mismo para un arquitecto, o para un economista.

-Javier Etcheverry:

Si se enseña obstinadamente una teoría axiomática, el alumno no sale de ahí. Pierde flexibilidad para crear matemática donde la necesita. Eso es un aspecto a considerar. En particular cuando uno enseña a gente de otras asignaturas, digamos.

-Walter Legnani:

Voy a hacer un puente entre algo que había dicho Eduardo y lo que dijo Francisco. Hace mucho tiempo estaba armando todo un curso de análisis 3 pensé qué hacer con el tema límites. En análisis 1 y 2 los alumnos ya hacen miles de ejercicios sobre eso. Saben calcular por definición y por computadora. Démosle la forma, formal, la definición, la parte educativa. Que calculen dos o tres como un ejemplo, total después se hace en la computadora. Ninguno de nosotros, excepto que me equivoque, en la vida real lo hace por definición, salvo que se lo pida un referí, o esté escribiendo un libro. ¿Qué hacemos? Empecemos a tirar valores a la computadora ver para dónde va la cosa. Dónde es asintótico, dónde se cae, dónde sube, dónde diverge, dónde tiene un problema. Y ese tiempo que se ahorra aprovecharlo para hacer otras cosas. Entonces, por ejemplo, en un curso de análisis 3 que, justo, Carlos lo citó. Eso estoy totalmente de acuerdo, esas integrales para qué. Al matemático no le aportan un pepino. No, no, los residuos salvan la vida, pero por ejemplo, algo que funciona que uno siempre se queja del tiempo. Si vos en lugar de volverle a repetir 400.000 formas de límites, decís bueno, estos son los límites, calcula dos o tres y después se lo das a la computadora. Y ese tiempo lo aprovechás para resolver integrales en el campo complejo, pero numéricas, cosa que no es muy común, por ejemplo, porque los cursos, generalmente de cálculos numéricos los hacen con valores real. Cuando vos le decís: calcula integrales de línea, hacelo en el plano, fijate cómo da, aplica teoremas, con la computadora, el tipo aprende mucho más. Y el tiempo es el mismo que estas invirtiendo. Por eso, creo que, vos habías dicho que faltaba incorporar algo más de número en la enseñanza, que se podría sumar a lo que vos dijiste Francisco, yo estoy de acuerdo en el hecho de que no hay que dedicarle más tiempo a las cosas tal como fuimos enseñados y como nosotros



estamos acostumbrados a repetir. Y que hay pequeños cambios que se pueden hacer sin perder el formalismo, sin perder la educación matemática y que te ahorran tiempo para reinvertirlo mejor. Y realmente el resultado es muy positivo. Porque, por ejemplo, el tipo que está en tercer año que vio cálculo numérico antes se olvidó de cómo hacer una suma, un método de Simpson. Uno se la tiene que explicar casi de vuelta. Pero cuando después le empieza a explicar y ve que esa misma regla la aplican en campo complejo, estoy seguro de que se va a acordar mucho más tiempo. Entonces, hay una serie de estrategias muy sencillas que podemos ir implementando despacito y viendo, a ver, bueno, priorizando algún tema, no descartando, tal vez, pero sí dándole el peso específico que tiene que tener una formación un poco más actualizada. Yo creo que, lo que dijo Carlos es cierto, hay programas que hay que re-ver, hay enfoques de enseñanza que hay que re-ver, ahí sí hay un atraso bastante grande. Y realmente uno ahí puede perder talentos en las carreras, simplemente por el hecho que no está recibiendo lo que espera.

-Francisco Paris:

Me parece que lo que es importante en la matemática es lo axiomático. O sea, lo que te da estructura de pensamiento es el razonamiento en función de las leyes, los axiomas que planteas. Y que todo lo demás es operativo. Cuando yo hablo del límite, es algo que se lo define, se calculan dos o tres, y ya está. No me pidan que calcule la derivada de E a la X por definición. Porque me parece que es superfluo. Sí me parece que es rico seguir en la estructura de la matemática en función de los axiomas. Y ver que cada vez que vos estás haciendo una operación estás cumpliendo con ciertos requisitos, reglas, que fijaste antes y de las que no te podés salir, y que te llevan a otras conclusiones. Un poco, como la estructura de la física, la parte conceptual. En física no sé si hay una discusión respecto de cómo se enseña mecánica cuántica. En esta universidad la mecánica cuántica se enseña demostrando todas las fallas que tiene la mecánica clásica o la física clásica, respecto de tales y cuales experimentos. Entonces una vez que barriste todos los experimentos que demuestran que la mecánica clásica no funciona, entonces en función de eso creas una nueva física. Y no debería ser tan complicado. Digo, mostrame dos experimentos, donde diga acá la vida no funciona, poneme las nuevas leyes, que no son distintas a las leyes de Newton. O sea, ¿por qué tienen menos categoría que las leyes de Newton? Vos poné los nuevos postulados, trabajá en función de eso y olvidate todo lo anterior. Si todo lo anterior igual decís que no te va a servir. Eso me parece que sería el trabajo que uno tiene que hacer y no quedarse en el calcular la derivada de E a la X por, con los límites, porque es una operación difícil, sí, probablemente, pero ya está resuelta. Lo resuelve la máquina.

-Carlos D'Attellis:

Yo te entiendo perfectamente y digo que habría que cambiar. Pero para eso no hay que cambiar el programa. Eso es una cuestión del profesor. Vos no lo harías, yo tampoco lo haría, y bueno, habría que juntarse y decir



“che, esto hagámoslo así”. Y no repetir lo que se hacía en el año 1940 con el radar y el sonar, y qué sé yo. Depende del profesor, porque el profesor tiene libertad para hacer eso.

-Francisco Parisi:

Pero todos aprendimos mecánica cuántica de la forma esa. Nos mostraron todos los experimentos con todas las cuentas, para ver cómo fracasa la mecánica clásica.

-María Inés Troparevsky:

Esa información específica es muy distinta que en la parte básica. Que cada uno pueda poner en su materia lo que quiera, o lo que quiera ajustado a una cosa. En las materias más básicas ya no hay tanta libertad.

-Francisco Parisi:

Como lo aprendimos así y lo entendimos así, creemos que es la única forma de entenderlo. Entonces como docentes repetimos lo mismo.

-Carlos D'Attellis:

Eso ya fue criticado antes acá. Hay tendencia a repetir las cosas como uno las aprendió. Y eso es lo que hay que revisar.

-Francisco Parisi:

Como docente, la matemática es la que está más expuesta, si se quiere, a la incorporación de nuevas tecnologías. ¿Qué habría que usar? Ahí nos encontramos con dos problemas. Uno: no tenemos las tecnologías a disposición, porque no tenemos las computadoras, los laboratorios, etcétera. Pero además, si los tuviéramos, lo segundo es que el docente sigue enseñando como venía enseñando porque es lo que sabe hacer.

-Gonzalo Comas:

Igual, yo quisiera retomar el ejemplo que ya se usó: si vos das la derivada de A a la X por definición podés mostrar que la derivada de A a la X es la derivada en 0 por el valor de la función en el punto. Y eso es una propiedad que es muy importante para entender qué es lo que verifica una función exponencial. La velocidad la podés calcular en cualquier punto si sabes cuánto es la velocidad en 0 . Y para eso uso la derivada por definición.



-Eduardo Serrano:

Yo creo que la matemática es irremplazable, en este sentido. El cortar camino es necesario en algunas cosas, pero hay un momento que uno llega a algunas dificultades, por ejemplo, con resultados prácticos. Volvamos al tema de Fourier. Ahí, de alguna manera, se plantea la necesidad, por ejemplo, de distinguir la integral de Riemann en el área B. Cómo hace uno, además de que, formación avanzada. Para poder hablar después de convergencia, si no en algún momento no está la idea de los espacios funcionales. Hay un momento en que puedes quedarte con eso y hacer Fourier con la FFT y vivir feliz. Pero hay un momento en que no, si vos querés avanzar en cosas. Hay un momento en que la matemática se hace necesaria tal como es, digamos. Lo mismo que vos me decís de probabilidad, y es cierto, pero hay un momento en que alguien la sigma-algebra la va a necesitar sino te quedas ahí, ¿no es cierto? Si vos querés explicar lo que estamos hablando de fractalidad a alguien, ¿dónde va? Pero además no lo tenés que negar a priori. Es decir, no sirve, la integral es así. Las algebras (para mí, que estoy en probabilidad), son estas, pero hay más, o las distribuciones singulares existen, aunque no se sepa lo que son. No hay que decir “no, esto se arregla”, “esto no existe”, “hagamos todo discreto”. Yo quisiera saber cómo se calcula el límite inferior con una computadora; no es tan fácil. Esa idea de simplificar la matemática para que sea entendible, no me parece buena.

-Matías Fuentes:

Hay un momento donde uno se enfrenta a un problema. Y si yo aprendo matemáticas, no solamente, pero con énfasis en recreativo y motivacionales, cuando yo me encuentre con un problema real, no voy a tener, si no tengo un buen antecedente de demostración y demás, la creatividad suficiente para poder resolver ese problema. Por ejemplo, tengo que calcular, por algún motivo, un límite; estoy estudiando un problema en donde los espacios no son euclídeos de dimensión finita. No me sirve para nada lo que me enseñaron de epsilon-delta, más, ni siquiera el espacio es métrico. ¿Y cómo hago? Por ejemplo, estoy estudiando recursos no renovables a lo largo del tiempo. No me sirve RNR, que es lo que estudié durante cuatro años, cinco años, de una carrera de ingeniería, de física, lo que sea. Entonces decís hay otros espacios, pero si yo tengo o no recibí la suficiente entrenamiento de demostraciones, de probar, de probar método directo, indirecto, que tiene el olor a inútil, el día que me encuentre con un problema de verdad, digo, “es que no sabía que el límite era por definición una cuestión topológica” Resulta que puedo hablar de límites sin epsilon, sin delta, sin nada. Entonces, voy a ver que hay otros espacios, después vendrán los informáticos y lo llevarán a la computadora, o lo que sea. Lo que quiero decir es que calcular límites por definición, o lo que sea, va haciendo al alumno, también, una mente creativa. Va domando la intuición de él. Sino es todo muy intuitivo, todo muy utilitarista y bueno, para este caso uso esto, para este otro. Pero un día va a salir de la facultad y se va a encontrar con el mundo y va a tener que resolver creativamente las cosas.



-Diana Rubio:

Claro, el problema, me parece, es encontrar ese equilibrio. Que vos digas que no todo puede ser intuitivo, es más, no todo va a ser intuitivo, seguro que no. No todo lo podés motivar desde un problema real, aunque sirve, y después de ahí, saltar y poder hacerlo más abstracto o llevarlos a ese campo. Pero tampoco podés empezar de lo abstracto desde cero. El problema es ese, el equilibrio, ¿hasta dónde?

-Matías Fuentes:

Ese es el valor agregado del docente, porque de lo contrario un alumno inteligente dice, bueno, no voy a clase, agarro un libro directamente, reproduzco las demostraciones y me lo aprendo solo.

-Walter Legnani:

Yo quiero dejar en claro que, al contrario, soy un agradecido del formalismo que me dio la matemática. Pero hay cosas que se han ido actualizando (y vuelvo a tomar las palabras de Carlos), entonces hay que rever los programas de estudios porque realmente hay que cambiar el peso específico de algunas cosas.

Hoy la información está en paquetes gratuitos que corren con dos cables y un monitor. Ni siquiera hay teoría en matemática, porque con la matemática sí haces límites por donde querés. Es maravilloso. Entonces, hay poco tiempo, poca motivación. Una forma sería rever el peso específico de esos contenidos y darles más tiempo, posiblemente, a las cosas que más les cuesta o que después van a tener más trascendencia en la carrera y en la vida profesional. Pero para nada estoy en desacuerdo con la formalización. Yo creo lo que nos diferencia y nos permite conceptualizar ideas, y habla del éxito que tuvo la física y la matemática en siglo XX, es la posibilidad de formalizar. Esta educación que uno recibe es lo que marca la diferencia con cualquier otra disciplina. Es el gran logro del siglo XX, esta capacidad de formalizarse. Es lo que vos decís, cuando después te enfrentas con un problema que te saca completamente de contexto, si vos no tenés esa plasticidad mental, que te la da una formación rigurosa en matemática, no se puede resolver. No hay ningún punto de discusión ahí, creo.

-Juan Pablo Borgna:

Por lo que veníamos hablando, teníamos distinguidos dos niveles: el de la formación básica y la formación específica. Yo creo que ya estamos en la parte de la formación específica, ¿no? La formación básica creo que más o menos todos habíamos acordado en ese sentido de que hay que motivar, insistir mucho en las motivaciones y en que la rigurosidad es importante, pero lo más importante es que los pibes entiendan, y estén motivados para afrontar el problema. En ese sentido la matemática, por sobre todo, es una herramienta que uno crea para resolver problemas, esencialmente.



Ahora, en la parte de formación específica, me parece que es cierto lo que decía Matías. Yo creo que lo que está diciendo es para gente con formación, por ejemplo, si no son de áreas específicas de la matemática y la física, pongamos, me parece que son para cursos de posgrado ya. Gente que ya está haciendo un posgrado. Porque un problema de un límite inferior o, qué sé yo, en espacios no RN, en general no le va a parecer en un curso de grado, ni a un economista, no lo veo por ahí, por lo menos lo que yo conozco. Y yo quiero volver un poco sobre lo que se habló hoy al principio que sería interesante plantear aquí en la escuela de ciencias y tecnología, crear una licenciatura matemática computacional. Creo que vos dijiste que ya está. En ese sentido, es como reformular, digamos, en eso sí caben un poco las cosas que estamos discutiendo. Muchas de las cosas de las que, si llegamos a tener una carrera de grado de formación específica en matemática, aunque le demos el sesgo computacional aplicado, sí vamos a tener que formular las cosas a otro nivel un poco más formal. Porque estas formando profesionales de la rama, entonces está bien y también que pueda abarcar la física. Eso hay que pensarlo, ¿no? Pero voy a que, realmente, ahí sí tiene sentido, me parece, hablar de algo. Porque hasta un ingeniero, que es sin despreciar, no estoy despreciando, pero me parece que invertí mucho tiempo en la formalización muy abstracta y es en alguna medida un tiempo en el que se alargan las cosas, en el que se pone más engorroso todo.

-Carlos D'Attellis:

Parece que hay mucho apoyo en poner énfasis en alguna parte del programa más que en otra.

-Juan Pablo Borgna:

Si es que hay más o menos un acuerdo en que sea interesante poner más práctica digamos de simulación, de cálculo en máquina, yo hace un tiempo descubrí que existe el *WolframAlpha* que es online, que no requiere tener la máquina en la universidad, sino que los pibes pueden entrar desde cualquier punto, y la verdad es que cubre casi todos los cursos que tenemos. Todas las cosas que podemos hacer están cubiertas allí. Eso requiere de uno ponerse al tanto, generar prácticas que apunten a eso, lo cual no es fácil...

Walter Legnani:

-Si no, les decís que se armen una *Raspberry Pi*, que puede correr en matemática.

-Javier Etcheverry:

Pido disculpas, pero he visto cada barrabasada, cada bestialidad, hecha por doctores en matemática usando el *WolframAlpha*, o el *Matemática*, por ejemplo por no darse cuenta que si están integrando una función de Bessel, del logaritmo de una porquería que tienen que asegurarse que están mirando una rama continua el logaritmo, por ejemplo. O sea, ojo con las herramientas enlatadas. Las herramientas enlatadas te dan un



número pero si no tenés los conceptos claros te podes hacer cualquier barbaridad, pero cualquier barbaridad. Y encima con el barniz de ojo, esto está bien, no lo hice yo que me equivocó, lo hizo el señor WolframAlpha que no se equivoca, ¿no? Hay que tener cuidado. Y lo mismo respecto de lo que decía Eduardo hace un ratito, el ejemplo más trivial, la primera práctica de cálculo numérico, yo puse un ejercicio que dice: Hacé $1 + H$ al cuadrado $- 1 / H$, ¿no es cierto? Que la derivada por definición de X cuadrado, en $X = 1$. ¿Sí?, y ¿qué es lo que te pasa? Tratá de hacer esta cuenta en punto flotante con en el procesador de la computadora, y si usas H muy chiquito eso da cualquier cosa. Por ejemplo, a vos te dijeron es el límite cuando H tiende a 0. H llega a menos 20, ese es chiquito, bueno haces esa cuenta y da 0, en vez de dar lo que debe. Entonces ojo, ningún gráfico de ningún límite, de ninguna práctica de análisis 1 sale bien si vos tratás de hacer ese gráfico con incrementos chiquititos. Si lo haces en la computadora. Entonces te ves forzado, estás tratando de explicar el límite, y te ves forzado a explicar “ojo, pero la computadora es una maquina real, no es ideal. No tiene infinitos dígitos, entonces la aritmética que usa es inexacta” Es un despelote, hay cuestiones para considerar ahí, no es tan fácil.

-Diana Rubio:

Creo que en algún momento habíamos hablado de incorporar cosas computacionales a las materias. ¿Cuánto hace? ¿Cinco o seis años? Hablamos, tuvimos reuniones del área de matemática... El problema es que primero hay que formarse, como ya se dijo, y tener cuidado de ver todas estas cosas. Además, todos los docentes tendrían que estar entrenados y eso no es tan fácil tampoco. O sea, no es nada más decirlo, no es tan fácil.

-Francisco Parisi:

Además, hay que tener formada a la gente para que la pueda transmitir. Simplemente, porque es lo que decías vos, por ahí vienen los chicos y ya están con esa lógica. O sea, no necesitan que les expliquen cuál es la aplicación, ya la tienen. Pero ¿cómo hacemos para formar esa cultura a nivel del plantel docente? Es un proyecto a mediano y largo plazo.

-Lucas Bali:

Poder incorporar en probabilidad y estadística la computadora sería un aditamento muy importante para la materia. El problema con el que ahí me topo es de índole totalmente práctica. O sea, de carga horaria, fundamentalmente. Es una carga horaria de cuatro horas semanales muy limitado y un poco tenés que ir corriendo con los temas. Incorporar la herramienta informática, yo coincido, pero eso implica, hay que tener en cuenta que en general eso va a implicar sacrificar otro tema. Es muy difícil...o agregar horas, o sacrificar temas, porque la ecuación es como...está cerrada, no cierra sino. Entonces por ejemplo, ahí admito que he fracasado totalmente. No, no he podido porque no, simplemente me doy cuenta, llego corriendo, en ese sentido sí, llego un poco corriendo con los temas y no me animo a sacar ninguno. Saco la distribución normal, bueno, es un



crimen. Saco teorema central en límite, es un crimen también, no puedo. Entonces eso es un poco el limitante que tengo. En mi caso particular hablo, no sé cómo se extrapola después en todo lo demás.

-Walter Legnani:

No tenés que sacar nada. Nosotros hace unos años empezamos a usar un campo virtual (al que realmente yo no le apostaba mucho). Y un día, uno de mis oyentes me dijo que no iba a explicar más un tema. Hizo un video, lo subió y dijo "es una clase que me estoy ahorrando". Y así fuimos subiendo algunas cosas. Entonces economizamos tiempo vital para meter cinco prácticas de laboratorio. Yo no era un gran defensor de la idea del campo virtual, pero la empecé a adoptar. Primero pensé que era un repositorio que no usaba ni un *.com* ni nada para subir el material ahí, trabajos prácticos, resultados de exámenes, etc. Pero realmente me está ahorrando tiempo. Y es lo que decíamos antes, el tiempo después se lo dedicás a temas que uno puede considerar más importantes o de mayor peso específico formativo. Entonces, en lugar de invertir tiempo y clases en cosas que son repetitivas y que por ahí sí se prestan para un medio virtual(o *tic*, como le dicen), se puede usar y anda.

-Federico Pastorino:

Como vehículo para mandar información o un video, Wikipedia o algún recurso así son buenos, lo que perdés, por mi experiencia, es el feedback (ellos lo miran en la casa, lo miran en un fin de semana). Ahí estás cerrando el lazo. Particularmente, yo lo hago eso. Yo soy de la época de los mails, de la época en la que llegaban los mails con el material.

Yo estoy en señales, que es de tercer año, y lo que noto es que les gusta programar, por más que lo que se usa para que programen es *Matlab*, pero les gusta poder ver el resultado de lo que entienden un poquito de la teoría en la computadora. Pero lo que siento es que les gusta tanto que me compite con los otros contenidos en la práctica. Tengo que estar regulando, cerrándoles la canilla del *Matlab*, porque sino las clases serian solamente de programación. No haríamos una revisión de la parte teórica ni ejercicios para reforzar la parte teórica.

-Eduardo Serrano:

Y curiosamente los hacen, pero en la casa. Y bien, bastante bien. O sea que se los dejás, después se los tomás como trabajo a cuenta del final y hacen bastantes cosas. Se enganchan mucho con eso.

-Federico Pastorino:

La verdad, lo que me estás diciendo me gusta.



-Carlos D'Attellis:

A esta altura, me parece que ya hemos cubierto todos los temas estos que estuvieron planeándose. Las conclusiones están, más o menos. Yo cerraría con esto. Está claro, entre las cosas que dijimos, más o menos, qué pensamos y si estamos más o menos de acuerdo. Habría que implementar algo para que no quede solamente en una charla. Por eso podríamos, si hay que modificar algo de los programas, hacerlo. Ojalá podamos seguir con algunas de estas medidas para tratar de cambiar algo.