

CONJETURAS SOBRE LA UTILIDAD DE UNA FORMACIÓN MATEMÁTICA PARA LA VIDA ECONÓMICA Y SOCIAL¹

GÉRARD KUNTZ

Este artículo se ha dividido en dos partes para su presentación en la Revista EMA. La segunda parte se publicará en el número siguiente. En general, el texto procura dar un contenido preciso a la afirmación “las matemáticas forman la mente”. El texto no aporta pruebas formales e irrefutables, pero sí pretende explorar qué está en juego dentro de la enseñanza de las matemáticas en relación con la vida económica y social. Para esto, se analiza la actividad de un geómetra y se resalta que su esencia consiste en la formación de mapas conceptuales para organizar los diversos conceptos y procedimientos de la geometría. A continuación, se hace un paralelo entre la actividad geométrica y la realización de tareas en la informática, en la medicina, en el servicio comercial de una empresa y en la siembra de arroz en una comunidad campesina. Se concluye que para el desarrollo apropiado de tales actividades es necesaria la capacidad de crear mapas conceptuales, al igual que lo hace el geómetra.

PREÁMBULO²

Si confiamos en el resultado de un sondeo reciente³, las matemáticas gozan de un gran prestigio entre la gran mayoría de los estudiantes. Como expresan estudiantes y padres de familia⁴, ellas juegan un papel esencial en el proceso de selección escolar y social y forman la mente (por supuesto, aceptamos que otras disciplinas también son formativas; en este sentido, la hegemonía de las matemáticas ha quedado atrás). De ahí que se crea que las matemáticas son útiles en el desempeño profesional. ¡Y esta idea halagadora es muy generalizada! Pero si dentro de nuestra sociedad de dominio científico y técnico dichas ideas parecen obvias, uno no puede abstenerse

1. Traducción del original “Conjectures sur l'utilité d'une formation mathématique” publicado en *Repères*, No. 18, enero de 1995, pp. 5-34. Traducción realizada por Carolina Ospina, estudiante de Lenguas Modernas de la Universidad de los Andes, y Paola Valero, investigadora de “una empresa docente”. Agradecemos a Régine Douady, directora de la revista *Repères*, por habernos permitido publicar la traducción.

de ponerlas en tela de juicio cuando se cambia de contexto (por ejemplo, cuando se trata la enseñanza de las matemáticas en África). ¿Es razonable otorgar a las matemáticas el lugar preferencial que ocupan dentro del sistema escolar?, ¿en qué condiciones su enseñanza es formativa y útil al desarrollo económico y social? En una sociedad con poco desarrollo técnico y científico, enfrentada a una crisis económica de la cual no se tiene ni la más mínima idea en Europa, ¿se justifica la importancia dada a la enseñanza de las matemáticas, o es más bien una trágica ilusión con respecto al entorno social y económico?

La idea de este artículo nació durante una semana de capacitación organizada por el IREM de Niamey. Hacia la mitad del cursillo, dos representantes del IREM de Estrasburgo⁵ condujeron un debate sobre aquellas preguntas que habían surgido a raíz de la gran precariedad económica y social, agravada por la devaluación del franco en 50%. Este artículo es un intento por profundizar y prolongar el tema. Pretende comprender aquello

2. Este artículo debe mucho de su estructura y forma a mi colega Hugette Pandolfo, profesora de letras del liceo Couffignal. Le agradezco profundamente sus críticas y sugerencias que contribuyeron al mejoramiento sustancial de las versiones iniciales de este texto. En él se procura dar un contenido preciso a la siguiente afirmación, comúnmente aceptada: las matemáticas forman la mente. El texto no aporta pruebas formales e irrefutables. Para eso haría falta llevar a cabo experimentos largos y delicados, dentro de los medios escolares y profesionales. ¡Buen tema de tesis para estudiantes con valor! La puesta en evidencia de numerosos hechos contradictorios ocasiona aquello que en derecho llamamos “íntima convicción”. Presentamos aquí conjeturas resultado de la observación a estudiantes, de visitas a los encargados en las empresas y de los innumerables debates que acompañan la labor de investigación en los IREM. Esperamos de nuestros lectores críticas, sugerencias y experiencias contradictorias, que conformen un punto de partida para un gran debate que nos lleve a comprender mejor qué está en juego dentro de la enseñanza de las matemáticas en relación con la vida económica y social. Estamos lejos de pensar que la única finalidad de las matemáticas es su utilidad dentro de las esferas social y económica. Estas tienen en particular un rol primordial dentro de la construcción de una racionalidad que aporte a la inteligibilidad del mundo. Sin embargo, en estos tiempos de creciente utilitarismo, no está de más establecer que un buen aprendizaje de las matemáticas puede favorecer el desempeño profesional.

3. Encuesta “Las matemáticas y usted” realizada entre abril y mayo de 1988 sobre una muestra representativa de 2.400 estudiantes de bachillerato.

4. El papel selectivo de las matemáticas en la enseñanza tiende a disminuir. Otras opciones para alcanzar la excelencia se ofrecen a los estudiantes. De Romily (1991) defiende con ahínco, talento y éxito volver a la enseñanza de las lenguas clásicas. El capítulo “El amor por el griego” de su libro *Escritos sobre la enseñanza* establece el carácter formativo de esta disciplina. Tal carácter es más próximo, según este punto de vista, a las matemáticas de lo que parece. El examen de fin de año de medicina incluye hoy en día una prueba sobre historia de la medicina y una disertación sobre ética. Los tiempos cambian.

5. Jean-Claude Rauscher y Gérard Kuntz. Gracias a Jean Claude Rauscher, la primera parte de esta conferencia aparecerá próximamente en Repères-IREM bajo el título “Las virtudes de la geometría en los inicios de la educación superior”.

que, dentro de las matemáticas, forma la mente y la habilita para tratar de aprehender los interrogantes que al parecer no están relacionados con esta área. No aboga por la enseñanza como suele hacerse: rutinaria, facilista, con pereza intelectual y bajo la presión de los “usuarios” y de la institución⁶. El sistema escolar a menudo da preferencia al carácter selectivo de las matemáticas a costa del aspecto formativo y crea así (en Africa más que en otra parte) desempleados graduados que lejos de participar en el desarrollo, pasan a engrosar la ya insostenible carga de la miseria. El artículo inicia un camino que más que la acumulación de técnicas no dominadas (y bien pronto olvidadas), favorecerá una comprensión real de los procesos intelectuales.

El cursillo de capacitación de Niamey trataba el aprendizaje de la geometría en la enseñanza superior. Aquí haremos referencia a la geometría, pero el propósito podría extenderse a las matemáticas en general ya que la forma de razonar del experto en geometría no es esencialmente diferente de la del experto en cálculo ¿Para qué sirve, entonces, la enseñanza de las matemáticas en la vida económica y social? (Numerosos son, en efecto, los alumnos que no le darán más que un uso ocasional.)

¿Qué parte del compendio de las matemáticas puede ser transpuesta?, ¿qué de ellas permite comprender y resolver mejor los problemas que se encuentran en la esfera económica y social? Las situaciones aquí estudiadas han sido escogidas por su carácter ejemplificante, pero hay muchas más. ¿Cómo dar a los alumnos claves para el futuro a través de las matemáticas? Estas reflexiones no deberían dejar de impulsar a los colegas en su dura labor cotidiana. ¡Al hacer matemáticas están haciendo mucho más que matemáticas!

INTRODUCCIÓN

La poca utilidad inmediata de las matemáticas en la vida profesional

El mito de la utilidad de las matemáticas en la vida profesional no resiste la prueba de los hechos. La inmensa mayoría de los estudiantes engulle, con mayor o menor gusto, nociones de matemáticas que no utilizará sino en ocasiones muy excepcionales en su futuro trabajo. La geometría, cuyos méritos alabamos aquí, es particularmente “inútil” desde este punto de vista. La demostración geométrica no enriquece a nadie (¡salvo a los profes-

6. Las familias y el Ministerio de Educación quieren resultados, es decir, porcentajes más elevados de éxito en los exámenes.

sores de matemáticas!). Una proporción impresionante de empleos permite ignorar inclusive los nombres de Pitágoras y Tales.

Los sectores técnico y científico no escapan al peso de la poca utilidad de las matemáticas en la práctica corriente de la empresa. Técnicos e ingenieros no utilizan más que una ínfima parte de las matemáticas que han aprendido. Solamente los laboratorios de investigación (y los profesores de matemáticas) las practican a diario.

¡Eliminen las matemáticas que no las veo!

En realidad, las matemáticas están omnipresentes en las actividades técnicas o científicas. Pero, en la mayoría de los casos, se esconden en los programas especializados de computador que vuelven a los empleados cada vez más eficientes (pero tal eficiencia no los exime de quedar desempleados). Los algoritmos, cálculos científicos y ciertos raciocinios son transferidos del hombre a la máquina; o más bien, del hombre a los equipos de expertos de un cierto campo que integran en sus programas las matemáticas, con frecuencia bastante complicadas, que el usuario aprendió antaño, pero que ya olvidó por falta de práctica.

Convendría, entonces, formar al futuro técnico o ingeniero en la utilización de estos programas. No es una tarea sencilla. Controlar la validez de un resultado, su probabilidad y orden de tamaño, identificar los casos límite en que los resultados presentados son sospechosos y rehacer en tal caso los cálculos con herramientas diferentes requiere habilidades que son esenciales en las ocupaciones de hoy en día. Sin embargo, estas habilidades rara vez son enseñadas.

Sería útil replantear la enseñanza de las matemáticas dentro de esta perspectiva. ¿Qué herramientas necesita el ingeniero (o el técnico)?, ¿cómo las pone en práctica? Por falta de respuestas precisas, la enseñanza propuesta para los futuros ingenieros mezcla de forma confusa los aspectos profesionales y culturales de las matemáticas. La ausencia de alternativas claras y de un conocimiento preciso de las necesidades de su campo de aplicación conduce inevitablemente a una exhaustividad costosa para la sociedad y más ineficaz para los estudiantes. Pero por falta de tiempo⁷, se deja a la iniciativa individual la formación para el uso de las matemáticas requeridas por los programas profesionales.

El aspecto profesional no sabría justificar, por sí solo, el lugar de las matemáticas dentro del currículo escolar. ¿Es necesario entonces reducir su im-

7. La falta de tiempo es un argumento constantemente citado para evitar cuestionarse sobre los contenidos y los métodos. ¿Se emplea el tiempo de la manera más acertada? Este es un interrogante espinoso, que no obstante habrá de plantearse frente a las dificultades que conoce el sistema educativo.

portancia en la formación de la juventud, como la institución escolar pretende?⁸ Antes de tomar decisiones imprudentes que traerían consecuencias graves en un futuro, **sería necesario evaluar lo que está en juego en la actividad matemática**. Los trabajos recientes en inteligencia artificial facilitan la mejor comprensión de su aspecto formativo y, por ende, su utilidad, así sea indirecta, para los estudiantes.

RADIOSCOPIA DE LA ACTIVIDAD GEOMÉTRICA

En el curso del último decenio, la intención de escribir programas inteligentes de geometría ha encontrado grandes dificultades. Luego de intentos infructuosos, los equipos de investigación tomaron conciencia de que no sabían cómo un geómetra resolvía los problemas o por qué era eficiente en su desempeño. Entonces se pusieron a observar la forma de operar de expertos, a hacer explícitos los procedimientos utilizados y a precisar los innumerables supuestos implícitos. Con esto ha salido a la luz la complejidad del razonamiento geométrico. Se ha comprendido entonces mejor la dificultad de los estudiantes para penetrar en ese mundo y el carácter extraordinariamente formativo de la geometría. Sobre todo, se ha tomado consciencia de que al hacer geometría se está haciendo más que geometría ya que se introduce a los alumnos al proceso del manejo abstracto de la información, que se encuentra en el corazón de la sociedad post-industrial.

En una tesis reciente, Bazin (s. f.) propone crear un modelo de la actividad del experto en geometría, fruto de la observación en profundidad de geómetras en acción. Este modelo retiene las características esenciales de su desarrollo, pone en evidencia los momentos cruciales de la actividad geométrica y permite describir sus etapas principales⁹.

La información de base se propone, por lo general, en forma de un **texto** en lenguaje natural (con toda la ambigüedad que se encuentra incorporada en él). El texto consiste en una descripción de un ejemplo, con una indica-

8. Presenciamos hoy en día un peligroso movimiento de balancín, que amenaza con hacer pasar las matemáticas por debajo del umbral crítico en que pierden lo esencial de su valor formativo. El ejemplo de los Estados Unidos debe alertarnos: allí se despliegan enormes esfuerzos en la enseñanza pública para que la formación científica de los jóvenes recobre un mínimo de calidad (luego de estar en decadencia durante varios años).

9. Este es uno de los aportes importantes de la inteligencia artificial a la práctica pedagógica. La realización de software educativo ha obligado a los diseñadores a preguntarse sobre la manera de trabajar del experto, a observarlo y a hacer explícitos los puntos cruciales de su actividad. La construcción de un modelo de la actividad del experto resalta la naturaleza profunda de la actividad geométrica y su valor formativo: los procesos intelectuales que son centrales en la geometría son identificables dentro de los vastos sectores de la vida social y profesional.

ción general del propósito (por ejemplo, demostrar que...). En el caso de un problema abierto, se solicita al experto que haga él mismo las conjeturas.

La información inicial se trabaja en varias etapas. Para empezar, se traduce a la forma de un “*dibujo*”, donde aparecen los triángulos, círculos, rectas y otros objetos descritos en el enunciado. Enseguida, se hace una *codificación* de este dibujo, de tal forma que todas las hipótesis sean accesibles con una sola mirada: la igualdad de longitudes, si las rectas son paralelas u ortogonales, etc. El dibujo codificado se convierte en una figura geométrica.

Esta figura es parte de una familia de figuras compatibles con el enunciado inicial. Aquí, la abstracción del proceso geométrico se manifiesta claramente, es decir, el razonamiento que se basa en una de las figuras de la familia debe ser pertinente a todas las demás. Este es el obstáculo que el alumno no reconoce cuando declara a propósito de una figura “se ve claramente que...”.

El experto procede al *enriquecimiento* espontáneo de la figura obtenida. Si se le habla de un triángulo rectángulo inscrito en un círculo, reconoce el punto medio de la hipotenusa y, a partir de éste, ubica el centro del círculo. Si una recta es tangente en A a un círculo de centro O , él traza el radio OA y codifica la ortogonalidad. Estos trazos suplementarios, cuya importancia es a menudo considerable, son impuestos por la experiencia del experto dado que dispone de información ligada a una memoria estructurada, de donde se desprenden sus actos.

El experto *evita la introducción inesperada de información* ajena al enunciado. Así, se identifican los casos especiales (él los elimina o los usa en el momento oportuno¹⁰).

De la figura enriquecida, el experto realiza una *extracción mental* (o gráfica) de toda clase de sub-figuras cuya pertinencia conoce y que pueden ser fuente de conjeturas. Desde la lectura del enunciado y antes de la solución del problema, el experto tiene en mente estas sub-figuras (y las conjeturas asociadas con ellas). De la información global que contiene el enunciado, extrae bloques de información que organiza en función de su experiencia y del propósito eventual que persigue.

Sigue una fase muy importante, la *clasificación*. Luego de una primera etapa de análisis de la figura, el experto pasa a una fase de contextualización del problema. Lo relaciona con los conocimientos y los meta-conocimientos pertinentes. En este punto, el experto afirma, por ejemplo, que el problema se resuelve por medio de los teoremas de “rectas y puntos”, o que su lugar

10. Las situaciones especiales son a menudo útiles para verificar la veracidad de una conjetura o de un resultado algebraico. La utilización adecuada de los casos especiales forma parte del dominio de la geometría.

está en el capítulo de “paralelogramos” del tercer curso de bachillerato, o aun, que una homotecia podría ser útil. El experto le da uno o más nombres al problema y pone en funcionamiento los conocimientos relacionados como teoremas, experiencias, métodos, etc. La capacidad de clasificar los problemas es una de las principales causas del buen desempeño del experto.

Después de la fase de clasificación, la búsqueda de soluciones se hace posible. La aplicación de los teoremas seleccionados a los objetos o configuraciones extraídas en las fases anteriores lleva a los resultados o enriquece la información concerniente a la figura. El problema modificado y enriquecido se presenta como un nuevo problema, con una nueva figura a la que el experto aplica todo el proceso precedente (enriquecimiento de la figura, clasificación y búsqueda de soluciones). Los resultados intermedios conducen a veces a cambios en la clasificación (el descubrimiento de un paralelismo o de un trapecio puede hacer pensar en una homotecia; o la aparición de un triángulo equilátero puede sugerir un giro allí donde hasta entonces se habían empleado herramientas estáticas). La dificultad de enriquecer geométricamente la situación puede requerir un cambio completo de apreciación, es decir, la geometría analítica ofrece en ciertos casos salidas al problema que sería absurdo ignorar.

Este procedimiento se repite hasta que aparezca una solución o un conjunto de soluciones al problema.

Con respecto a la clasificación

El poder del experto reside en la **organización** de sus conocimientos. Se puede representar esta organización como una familia de mapas conceptuales cuyos nodos son los nombres de los problemas (llamémoslos etiquetas) de los que se habló en los párrafos anteriores. Cada etiqueta puede tener una estructura de mapa conceptual, con sus propias etiquetas donde aparecen varios niveles de forma natural. La etiqueta “figuras geométricas” es un nodo del mapa conceptual “geometría del colegio”, que a su vez es nodo de un mapa conceptual más amplio. Dentro de esta etiqueta figuran, entre otros, los triángulos y los cuadriláteros. La etiqueta “triángulo” se bifurca en “triángulo isósceles” y “triángulo rectángulo”, y éstos se ramifican en “triángulo rectángulo isósceles” y “triángulo equilátero”. Una ramificación del mismo tipo se aplica al cuadrilátero (trapecio, paralelogramo, rectángulo o rombo y cuadrado). La jerarquización de las figuras geométricas está ligada a la noción de herencia de las propiedades, la cual se refiere a que en cada ramificación, las propiedades de la etiqueta madre se transmiten a la etiqueta hija (por ejemplo, el rectángulo hereda todas las propiedades del paralelogramo). La estructura de las etiquetas representa una economía considerable de pensamiento.

Lo extenso y denso del mapa conceptual que representa los conocimientos caracteriza el nivel de dominio del tema. Estos conocimientos explican el buen desempeño del experto y se relacionan también con los numerosos fracasos en el aprendizaje de las matemáticas.

Frente a un problema, el experto identifica una o varias sub-figuras que relaciona con etiquetas diferentes. En realidad, su vasto conocimiento de las etiquetas de un determinado dominio le revela los grupos de figuras que son “interesantes”, es decir, que son portadores de información nueva. Su aptitud para recorrer los mapas conceptuales mentales le permite mover etiquetas nuevas para obtener las últimas consecuencias de las propiedades iniciales o de las propiedades que provienen del enriquecimiento del problema.

El experto geómetra necesita mapas conceptuales llenos de etiquetas. Espontáneamente, moviliza los mapas conceptuales parciales que estima suficientes para su proyecto (con riesgo de rechazar sus límites o cambiarlos, en caso de necesidad). Es fácil mostrar que todo el conocimiento matemático está estructurado de la misma manera.

Del desorden a la estructura

Con lo anterior se puede comprender fácilmente el fracaso del estudiante cuando las etiquetas más elementales son confusas y los vínculos entre ellas flojos y poco seguros. Trabajar en profundidad sobre los objetos y situaciones elementales (las etiquetas de base) y tejer de manera explícita los vínculos entre sí constituye una línea de conducta para todo educador. Sin embargo, hace falta que los alumnos se presten a este austero progreso que se establece a través del tiempo.

Se entiende también la extrema dificultad de aquellos que, en la confusión y sin haber tejido los vínculos, esperan que de repente, a la víspera del examen de graduación, por ejemplo, se llenen sus lagunas. Una visión clara y una red de conocimientos no se decretan, sino que son el resultado de un trabajo regular y constante que toma tiempo.

Para hacer geometría de forma eficaz, no es suficiente tener el conocimiento en desorden. La acumulación de teoremas más o menos comprendidos es insuficiente para hacer demostraciones. Este es uno de los mayores obstáculos con los que tropiezan los educadores de hoy en día pues muchos estudiantes se contentan con “grumos” de conocimientos confusos y se extrañan de no progresar. Descubren de sobra que sus conocimientos son volátiles. La memoria no es eficaz y duradera sino cuando relaciona los conocimientos nuevos con etiquetas viejas, o si crea etiquetas nuevas dentro del mapa conceptual. Un conjunto de conocimientos no estructurados no toma forma con facilidad.

En un artículo reciente, Koedinger y Anderson (s. f.) narran una experiencia significativa al respecto. Se presenta un tablero de ajedrez a jugadores experimentados y novatos. Si la disposición de los peones es aleatoria, la memorización de la situación es comparable en los dos grupos de observadores (y en ambos casos es difícil). Si la disposición representa una fase del juego, los jugadores veteranos recuerdan perfectamente el esquema y vencen sin ningún problema a los principiantes.

Nuestros alumnos tienen algunas excusas como que el mundo actual acumula información en desorden, que vierte a raudales. El hábito de “hojear” una fuente de información contribuye también a la incoherencia. La llegada de las herramientas de multimedia, cuya amenaza se hace evidente, contribuirá al colmo de la confusión. La masa de información se derrama sobre el usuario amorfo y contribuye a su incultura, en lugar de anclarse en una mente estructurada. La rapidez del despliegue de información, que se va a acelerar, no puede más que aumentar el fenómeno¹¹. En compensación, estas nuevas ayudas contribuirán a enriquecer en extremo a aquellos que disponen de herramientas intelectuales adecuadas. En tal caso, la información dispersa se situará dentro de una estructura, se divulgará y hará productivas las “etiquetas” de una red de conocimiento. Como dice el evangelio, “Porque al que tiene se le dará y le sobrá; pero al que no tiene, aun lo que tiene se le quitará”¹².

La escuela puede y debe reestructurar la mente de aquellos que tiene a su cargo, y debe dejar en un segundo plano el volumen de información que allí se difunde. Si la escuela pierde de vista esta misión, que sólo ella puede

11. Estas nuevas herramientas se caracterizan por la gran cantidad de información disponible simultáneamente sobre un tema propuesto. Para una obra musical, por ejemplo, un texto, una partitura y su ejecución orquestal se dan de forma paralela. En matemáticas, el cálculo formal, el cálculo numérico y la representación gráfica comparten la pantalla y ponen en evidencia los vínculos y dependencias. El usuario puede detener el despliegue de información y seleccionar un área de la pantalla para obtener la información que le hace falta. Después, puede reanudar la marcha en el lugar donde la había interrumpido.

Aquellos que hayan observado a los alumnos trabajar en el computador saben de la gran dificultad de leer en la pantalla textos de una determinada densidad. Si a esto se le añaden las gráficas y el sonido, se corre el gran riesgo de inclinar el aprendizaje hacia el espectáculo o el juego. La resistencia a tomar notas, es decir, a extraer información pertinente frente a la pantalla, acentúa aún más la tendencia a la pasividad. La impresión del contenido de la pantalla no es una buena solución ya que presenta una información extraña al estudiante, no trabajada y por lo tanto poco utilizable. Esto se agrava cuando la búsqueda de ayuda sobre una palabra o imagen genera abundante información.

Para aprovechar estas nuevas herramientas, hacen falta usuarios capaces de captar rápidamente información densa, móvil, multiforme y compleja. Así, muchos de los alumnos serán agobiados por la misma riqueza que se les ha ofrecido.

12. Parábola de los talentos, Evangelio según San Mateo, capítulo 25, versículo 29.

llevar a cabo, la ignorancia progresará inevitablemente¹³. ¿Pero acaso la escuela puede imponer a estas cabecitas una disciplina intelectual que parece no ser viable fuera de las aulas?¹⁴ Hacer geometría y matemáticas, en general, tiene como virtud principal organizar y hacer avanzar los mapas conceptuales mentales. En un futuro artículo, hablaremos de otras disciplinas. El francés, la economía, la historia o la geografía, por ejemplo, persiguen un objetivo bastante parecido. Pero en matemáticas los objetos y las situaciones son relativamente pobres; un problema de geometría, por ejemplo, encierra menos complejidad que el personaje de Don Juan o la economía mundial. Los mapas conceptuales son más fáciles de elaborar y una descripción de las etiquetas básicas es posible. A través de la elaboración de dichos mapas, nos habremos dado cuenta de la abstracción involucrada en los procesos puestos en práctica: tiene que ver con un determinado trato dado a la información que, transpuesto a otros ámbitos de la sociedad, revela toda su capacidad y generalidad. Cuando la mente ha sido estructurada, en la mayoría de los casos puede olvidar el pretexto bajo el cual se estructuró. Un intelecto “bien edificado” puede tratar con éxito temas abstractos bien diversos de acuerdo al sistema que acabamos de describir a grandes rasgos. La alternativa no está

13. Las sociedades post-industriales se caracterizan por la disponibilidad de información abundante y de toda naturaleza. Los libros, bases de datos y medios audiovisuales proporcionan o difunden esta información. Las capacidades de seleccionar, clasificar, resumir y estructurar son de suma importancia. Sin estas habilidades la exploración de una base de datos es muy poco productiva. La omnipresencia de la información cambia la misión de la escuela. La institución ya no es quien la genera y transmite, sino quien construye para los alumnos las claves de acceso a la información disponible. Ahora bien, la escuela vacila entre la difusión de un saber plétórico (recuerdo de un tiempo en que esta era la única forma de transmisión del conocimiento) y la formación de entendimiento a partir de conocimientos más limitados pero fundamentales. Esto explica la poca productividad de la escuela actual. Ella no puede competir con el aumento prodigioso del volumen de información; sino que debe estructurar mejor la mente de los estudiantes. Si no lo hace, la enorme inversión en la educación llevará a crueles decepciones.

14. Dentro de las ricas sociedades post-industriales, la escuela es cada día más un lugar extraño y singular. Fuera de ella, niños y adolescentes realizan sin mayor dificultad gran parte de sus deseos: les basta oprimir un botón para que se den cita música e imagen. Los objetos, los servicios y el entretenimiento son de fácil acceso para muchos de ellos. Ya que otros asumen los costos, los jóvenes terminan por imaginar un mundo (un poco triste) donde los deseos se satisfacen antes de haberlos siquiera expresado. La escuela es ajena a este mundo de facilismo. El acceso al conocimiento tiene un costo para el estudiante: la atención, la continuidad, el trabajo personal, el esfuerzo por comprender las nociones que no se dejan entender. ¡Se pasa mucho mejor fuera del sistema escolar! Muchos adolescentes toman a mal tener que dejar, por varias horas al día, un universo agradable por aquel exigente de la escuela. Molestos y forzados, pierden el tiempo allí, víctimas de una ilusión que el desarrollo técnico y la prosperidad de sus padres ha engendrado.

entre un intelecto bien edificado y un intelecto lleno ya que solamente un intelecto bien edificado puede llenarse de manera útil.

Los procedimientos intelectuales puestos en evidencia en la actividad geométrica, están activos en los dominios de la vida económica y social, allí donde uno no esperaría encontrarlos. Los ejemplos que vamos a tratar fueron escogidos por ser significativos y cubrir vastos sectores de la economía. La informática, cercana a las matemáticas, utiliza las herramientas y formalismos de esta última. Encontramos al interior de una organización de paramédicos o del área de servicios comerciales de una empresa, las principales características de la actividad geométrica. Esta misma podría, ¡oh sorpresa!, acercar raciocinios bien lejanos, como los de los técnicos agrícolas y las comunidades campesinas de Madagascar.

CARAS Y MÁSCARAS DE LAS MATEMÁTICAS EN LA VIDA ECONÓMICA Y SOCIAL

De la “chambonada informática”¹⁵ al análisis estructurado

La informática está al mismo tiempo lejos y cerca de las matemáticas por sus modos de pensamiento. Durante varios años, la enseñanza complementaria de las matemáticas y de la caduca opción en informática dentro de las mismas clases, me permite precisar la distancia y proximidad entre las dos. La informática es el tratamiento de la información a través de una máquina (automática). Un programa realiza la transformación de datos iniciales a resultados esperados.

La desventaja de ser genial

En segundo grado de bachillerato, entre los alumnos que escogen la opción de informática, habrá principiantes que seguirán modestamente las instrucciones suyas como profesor y progresarán de forma lenta (pero segura). También habrá “apasionados del computador” que llegan con práctica de tiempo atrás. Adoran programar y le muestran con orgullo producciones elaboradas con increíble esmero, pero que no tienen menos de mil líneas y que además “corren”. Ante un problema a solucionar, teclean espontáneamente el programa y lo prueban rápidamente en dos o tres situaciones. Cuando la suerte está de su lado, y el problema es simple, logran así su

15. Con este término se designa a una práctica informática empírica, desprovista de todo procedimiento metódico. Ser tratado de “chambón” no es para nada un cumplido en el mundo de la informática. ¡La expresión equivalente “pequeño genio de la informática” es empleada para denominar a quienes hablan del tema sin conocer gran cosa (entre éstos, los hombres de política, ciertos periodistas y... los padres de los “chambones”)!

propósito. Pero si la situación se complica, los errores se acumulan. Pueden localizar algunos problemas, pero a costa de la generación de otros: se dan cuenta decepcionados de que no hay nada que hacer. Y por ensayo y error, terminan obteniendo programas confusos y larguísimos, que difícilmente pueden explicar. Es verdad que al final “corren” (aunque se encuentren fallas al momento de hacer pruebas más profundas), pero tales programas son inexportables (¿qué se puede decir de un programa que, una vez su “creador” cambie de ocupación, no se pueda utilizar más?).

Estos alumnos con grandes cualidades son víctimas de tres ideas ingenuas y falsas:

- un programa es una serie más o menos larga de instrucciones,
- su perfeccionamiento se hace buscando a tientas los errores,
- y el trabajo está terminado cuando el programa corre un determinado número de veces.

De esta manera, están condenados a la verdadera virtuosidad que exige el tener que trabajar sin método y rechazar (eliminar, sueñan ellos) los límites que les impone el estado de la disciplina.

Una minoría de ellos, convencidos de que el profesor les propone un proceso regresivo, indigno de su “genio”, abandonan la opción en informática a finales del grado segundo de bachillerato. Con los otros, es posible demoler un conocimiento técnico mal afianzado y sin futuro y luego construir, a partir de su experiencia, una forma de pensamiento próxima a las matemáticas.

Un mapa conceptual de funciones y procedimientos

Programar es resolver un problema escogiendo las herramientas adecuadas y los procesos pertinentes. Ahora bien, se trata siempre de funciones y procedimientos, en el sentido matemático de estos términos (e igual, si los lenguajes informáticos fueran lo suficientemente elaborados, la sola noción de función sería suficiente). Henos aquí, naturalmente, de vuelta a las matemáticas.

Se pasa así, de un raciocinio por instrucciones (línea por línea) a un raciocinio por “tareas a realizar” (bloque de instrucciones), cada una de las cuales se traduce en una función o un procedimiento. Estas herramientas se escriben cada una por medio de una decena de instrucciones, que con frecuencia requieren conectarse con otras funciones o procedimientos.

Un programa estructurado está constituido por un cierto número de bloques (funciones y procedimientos), cada uno de varias líneas, y de un programa principal, generalmente corto, que pone en funcionamiento las

herramientas precedentes. Se vuelve a encontrar la estructura de **mapa conceptual**, cuya raíz es el programa principal, y los nodos, las funciones y los procedimientos. Un trozo del mapa conceptual traduce el hecho de que la función (o el procedimiento) del cual se deriva, requiere, dentro de su cuerpo de instrucciones, la función (o el procedimiento) en la que éste desembo-ca.

Se comprende, entonces, la dificultad (y el interés) de escribir un programa correcto y confiable. A la hora de resolver el problema, la virtuosidad de los “pequeños genios de la informática” resulta de poco interés. Más útil es la capacidad de imaginar y refinar las herramientas adaptadas a la solución del problema. Estas herramientas deben ser probadas una a una, partiendo de las más simples (aquellas cuyas funciones o procedimientos no son dependientes) y remontándose a la raíz del mapa conceptual. Se proporcionan así los medios de control indispensables y la posibilidad de detectar (y por lo tanto de rectificar) poco a poco los errores, al nivel en que éstos se sitúen, sin poner en peligro la construcción del todo.

Dentro de esta perspectiva, la longitud del programa no es significativa. El buen dominio de la noción matemática de función hace al analista eficiente. Es muy interesante hacer que los estudiantes produzcan el mapa conceptual de los programas que escriben: de esta manera visualizan su verdadera complejidad, al traducir un programa de longitud media en un mapa conceptual de ramas múltiples y enmarañadas.

Las funciones utilizadas en la informática son más variadas que aquellas empleadas por los estudiantes en matemáticas. Las funciones con múltiples variables se utilizan con frecuencia dentro de la informática. Ellas son a menudo de naturaleza diferente: reales, enteras, cadenas de caracteres, tablas y punteros cohabitan en el encabezado de las funciones.

Las funciones y procedimientos tomados de las matemáticas le dan coherencia, medios de control, elegancia y economía al proceso informático. Su uso intensivo en la informática consolida estas nociones esenciales y prepara su generalización en las matemáticas.

De los vínculos lógicos a la lógica matemática

La escritura correcta de una función presupone el conocimiento de la utilización eficiente de los vínculos lógicos como la coordinación dada por los conectores “y” u “o”, la negación de una proposición (que puede contener tales conectores) o los vínculos booleanos y funciones booleanas. Es necesario constatar los fracasos repetidos de los alumnos, causados por sus conocimientos deficientes de las articulaciones lógicas. Esta ignorancia se manifiesta en numerosos dominios diferentes al de la informática (dificulta, por ejemplo, la comprensión de un texto o la redacción de una demostra-

ción). En matemáticas, ¿es razonable guardar silencio sobre las principales capacidades para pensar y comunicar con claridad?

En los últimos años del bachillerato, la introducción (prudente) de lenguajes declarativos (Prolog, por ejemplo) recurre a la lógica de los predicados de primer orden. Dicha introducción sólo puede tener éxito si se emplean las articulaciones lógicas. Esta se constituye para los estudiantes en un primer descubrimiento de la lógica matemática, herramienta base de gran parte de la informática.

Los obstáculos en la transferencia de conocimientos

Se aprecia sin dificultad el vínculo estrecho entre informática y matemáticas, a pesar de que existan, a manera de excepción, numerosos alumnos que a la vez son “dotados para la informática” y flojos para las matemáticas. Es cierto que la “habilidad innata” es importante en informática. El placer de jugar luego de luchar con una máquina sofisticada (y llegar a dominarla), el narcisismo que acompaña la “creación” sobre la pantalla y las condiciones más lúdicas del aprendizaje hacen que para algunos estudiantes (en su mayoría varones¹⁶) sea más apasionante y satisfactorio ser los mejores en informática mas no en matemáticas.

Sin embargo, estos alumnos utilizan, con éxito, en informática nociones y procedimientos matemáticos sutiles y delicados. Pero esto no necesariamente conlleva un progreso en matemáticas. Fuera del contexto donde ellos se destacan, sus capacidades no funcionan: la transferencia de competencias no es automática ni está garantizada. La historia personal, el clima afectivo y la imaginación pueden favorecerla u obstaculizarla.

En las actividades relacionadas con la informática, se encuentran las mismas consideraciones que en la caduca opción escolar en informática. Al pasar de la capacidad práctica (usuarios de informática, programadores y técnicos) a la competencia técnica de más alto nivel (analistas e ingenieros de sistemas), la importancia de las matemáticas se hace cada vez más visible y considerable. En la teoría informática, el formalismo es en su totalidad matemático.

Los médicos de urgencias¹⁷

“Para la mayoría del público, el servicio de paramédicos SAMU (Servicio Móvil de Urgencias Médicas de Francia) está constituido por un conjunto

16. La opción en informática atrae una mayoría creciente de varones. Este cuasi-monopolio se encuentra en la pasión por los juegos de video. Los muchachos tienen, sin lugar a dudas, intereses que no se limitan al combate con una máquina. Su mayor madurez los protege de ese narcisismo infantil.

17. *L' Express*, 24 de febrero de 1994, pp. 122 y 123.

de ambulancias que interviene en un tiempo récord. En realidad, nosotros somos toda una organización de atención de urgencias médicas, que busca atender lo más rápido posible las llamadas de los usuarios” explica el doctor Daniel Janniére, del SAMU de París. Es necesario precisar que la salida de una ambulancia del SMUR (Servicio Móvil de Urgencias de Reanimación) vinculado a SAMU, cuesta alrededor de \$1.000 francos por cada media hora.

El centro de regulación de llamadas del SAMU de París es una central telefónica compleja, donde tres personas de guardia reciben las llamadas y las pasan a tres médicos reguladores, que decidirán la intervención apropiada. En promedio se dan 350.000 llamadas que llevan a 60.000 decisiones médicas de todos los tipos y solamente a 17.000 despachos de ambulancias.

La actividad de un médico regulador se parece bastante a la del experto en geometría. Los dos manejan información abstracta ya que el médico se informa mediante el discurso más o menos coherente y claro de un interlocutor. Pero existe una diferencia inmensa: mientras que en geometría, el experto dispone de un juego coherente y completo de datos, el médico debe interrogar a su interlocutor para generar un cuadro de síntomas a partir de ciertos signos clínicos que evidencian un peligro inminente (quien llama podría estar equivocado).

A medida que prosigue el interrogatorio, el doctor organiza los datos recibidos en grupos de síntomas, relacionados con las etiquetas de su ciencia (el médico general debe dilucidar la posibilidad de un infarto, de hemorragia interna o de malestar sin gravedad inmediata). Estas familias de síntomas son los equivalentes de las sub-figuras de la geometría puesto que ellas se unen a una o varias etiquetas de una red de conocimiento y llevan al médico a formular diagnósticos posibles. Los dos campos de acción presentan similitudes profundas: el cuadro de síntomas constituye la hipótesis de un teorema médico, cuya conclusión es un diagnóstico. Estos teoremas son explícitos dentro de sistemas informáticos especializados en medicina como SPHYNX o MYCIN.

A pesar de ser de la misma naturaleza, la ocupación del médico es más delicada y temible que la del geómetra, ya que tiene que lidiar con síntomas discretos o ausentes, con dolores más o menos precisos y estimados en función de una sensibilidad particular. La información recibida puede ser deformada, troncada o exagerada a causa de la perturbación de las personas que están cerca del enfermo o herido. El médico se encuentra en la situación de un geómetra cuyos teoremas podrían tener hipótesis poco confiables, algunas de las cuales podrían faltar sin afectar las conclusiones del enunciado. Por esto, las hipótesis incluidas en los sistemas informáticos especializados en medicina son a menudo afectadas por una probabilidad, e indican de ma-

nera explícita las pistas erróneas ya catalogadas como errores clásicos de diagnóstico¹⁸. Pero la diferencia más notoria es que, mientras que el error de razonamiento del geómetra no tiene consecuencias vitales, el del médico regulador puede conducir a una tragedia.

El departamento comercial de una empresa

Vender los productos que ofrece una empresa es una actividad de gran complejidad. No es cuestión, dentro del marco de este artículo, de hacer un análisis exhaustivo, sino de evidenciar ciertos factores que se relacionan con los procesos geométricos.

Un equipo que recolecta la información

No importa si se trata de máquinas herramienta, de automóviles, de computadores, de medicamentos, de productos alimenticios o de viajes; el vendedor debe antes que todo conocer a la perfección los productos que comercializa. El departamento comercial agrupa y trabaja con el conjunto de información que le concierne.

Tomemos el ejemplo de una compañía de sistemas que lanza un nuevo computador. Esto nos permite describir el proceso de forma completa y, de esta manera, establecer la similitud de los procesos realizados en dos dominios diferentes (las líneas esenciales de nuestro ejemplo pueden ser generalizadas sin dificultad).

El área de servicio técnico suministra al equipo comercial un libro que contiene el compendio de las características técnicas del aparato. Este texto, ilegible para el profano y, al principio, hermético para la mayoría de los vendedores, necesita de divulgación interna en la empresa.

No sirve de nada conocer a la perfección el producto si éste no se sitúa en su contexto. Para empezar, el ambiente mismo de la empresa: ¿qué aporta de nuevo el computador en comparación con la generación precedente?, ¿cómo se sitúa dentro de la nueva línea? Las empresas de la competencia no pueden ser ignoradas: ¿están ofreciendo productos “semejantes”?, ¿qué grado de compatibilidad tiene el producto con otras marcas?, ¿se puede instalar en red de manera confiable?

El cliente es el personaje central de un departamento comercial: sea un particular o una empresa, él decide el éxito o fracaso (con todas las consecuencias) de la campaña de comercialización. Está presente, a través de los

18. Ver *La Recherche*, No. 151, enero 1984. Extracto de un fragmento del MYCIN:

Si el lugar de cultivo es la sangre

y si el organismo presenta coloración de Gram negativa

y si el organismo tiene forma de bastoncillo

y si el paciente es un huésped en potencia,

entonces es probable (0.6) que el organismo sea el *pseudomonas aeruginosa*.

estudios de mercadeo, desde la gestación del producto hasta su puesta en venta. El servicio de mantenimiento vigila la satisfacción del cliente si un problema ocurre de improviso durante la utilización del equipo. Sus necesidades, sus hábitos, sus procesos internos y estructura, su cultura y sus sueños son componentes esenciales que un departamento comercial debe tener en cuenta si pretende tener éxito.

La situación económica hace parte de los parámetros de peso que conviene analizar, para poder fijar un precio realista, de acuerdo a los costos y posibilidades financieras de los clientes. Más aún, cuando dentro de la economía de mercado la competencia es despiadada.

Los diferentes aspectos que acabamos de enumerar están en el centro de toda política comercial. La importancia relativa y la complejidad de cada aspecto deben ser moduladas teniendo en cuenta el dominio de aplicación.

Al final del trayecto, el departamento comercial ha acumulado una cantidad importante de datos, normalmente abstractos, que es necesario trabajar. A la información reciente, relacionada con el nuevo producto, los nuevos clientes potenciales y la situación económica del momento, se añade la información antigua reunida a través del tiempo, que constituye uno de los capitales más preciosos: la memoria de la empresa. Es conveniente insistir sobre la naturaleza de la información puesta en juego: ¿qué más abstracto que la estructura interna de una empresa, los hábitos comerciales de los japoneses, los sueños automotrices o informáticos de los franceses y los parámetros de una situación económica? Una negociación comercial puede fracasar por el desconocimiento de las prácticas culturales.

Un equipo que trabaja la información abstracta

De la masa de información inconexa y acumulada, el equipo comercial extrae información homogénea y dirigida a diferentes públicos. Esto se traduce en una serie de folletos o videos, de anuncios o de correo para los clientes. A esto se añade una reflexión, de la mayor importancia, con una agencia de publicidad encargada de la promoción del producto.

Si E es el conjunto de información de que dispone el servicio comercial, su trabajo consiste en crear sub-conjuntos coherentes y accesibles a diferentes categorías de clientes potenciales. El folleto técnico E_1 contiene una descripción completa del producto y sus componentes, indispensable para el servicio de mantenimiento: las características técnicas y de funcionamiento de un computador son parámetros importantes para tomar una decisión de compra. El contenido de E_1 no es accesible más que a especialistas del campo cuyo consejo es de gran peso para la decisión final de una empresa.

Lo demás constituye la información E_2 destinada a los responsables de la toma de decisiones en las empresas. Solamente los parámetros técnicos

decisivos figuran allí. Estos se complementan con una argumentación sobre la novedad del producto, el progreso que representa en comparación con los modelos anteriores y con otros similares y su compatibilidad con éstos. El precio está resaltado si es poco elevado o justificado de acuerdo al desempeño prometido. E_2 se remite a E_1 en caso de necesidad, pero no es una parte de E_1 puesto que la información está organizada de manera diferente. Si E_1 permite al técnico comprender el desempeño del producto, E_2 se contenta con describir este desempeño a los responsables de la toma de decisiones en la empresa.

Además está el documento E_3 destinado al público en general. En éste, los datos técnicos se reducen a su expresión más simple. La facilidad de utilización se resalta (y con frecuencia se exagera). Y los usos potenciales del producto se dan de forma bien detallada: aspecto educativo (es un producto útil), lúdico (sirve para el entretenimiento) y de promoción social (“lo hace parte de la élite”). Una argumentación de este tipo sería ridícula en E_2 ya que la empresa conoce perfectamente las funciones del producto que se le presenta.

Finalmente el documento E_4 , publicidad del producto, juega con una gran gama de expresiones. De la publicidad informativa al espacio de algunos segundos de televisión o cine, las posibilidades son considerables. Una página en un periódico para describir y alabar un producto, se asemeja al documento E_2 . El espacio publicitario se refiere mucho más al sueño. Funciona por asociación de ideas, adulación del ego o humor. El contenido en información de E_4 con respecto al producto es casi nulo. Por el contrario, se alimenta de la imaginación social, dominio vago, sensible y versátil. Los éxitos notables o los fracasos catastróficos de ciertas campañas publicitarias se explican por el hecho de haber escogido o no un ángulo de ataque correcto. Una campaña publicitaria no puede ignorar las tradiciones y los valores de aquellos a quienes está dirigida. De ahí que sea esencial medir el peso relativo de los argumentos, las imágenes y los sonidos dentro de las diferentes culturas.

De E_1 a E_4 , la información contenida ha sido extraída, jerarquizada y formalizada (redactada o convertida en imagen y en canción). En cada estado, el mensaje debe ser claro, agradable, sin ambigüedad en cuanto a quien está dirigido. Cada etapa corresponde a otra perspectiva que implica diferente orden y estructura del conjunto de información E , de cuya naturaleza abstracta no cabe ninguna duda.

El paralelo entre la actividad matemática y el trabajo de un departamento comercial es sorprendente. Las cualidades desarrolladas dentro de la primera son necesarias en esta última.

Una fábula moderna: el campesino y el técnico

Los arrozales y los hombres

En los años 70, el gobierno de Madagascar emprendió una gran campaña de divulgación agrícola, destinada a desarrollar el rendimiento de los arrozales para hacer frente a la explosión demográfica. Técnicos agrícolas de formación universitaria fueron los encargados de adaptar a los campesinos a las técnicas modernas. La plantación de arroz en línea, la utilización de abono y de pequeña maquinaria agrícola debería mejorar notoriamente el nivel de vida de los aldeanos, al aumentar la calidad y volumen de la cosecha y hacer el trabajo menos pesado.

Una aldea costera de la isla recibió a los técnicos con todos los honores correspondientes a su rango. Los hombres siguieron con interés la capacitación que el gobierno, en su gran bondad, les enviaba. Observaron todas las técnicas nuevas que les serían beneficiosas. Agradecieron a los técnicos por la maquinaria y el abono que les dejaban y no dejaron de hacer un buen uso de esos implementos. Luego de la partida de la delegación, se pusieron manos a la obra. Aplicaron los nuevos preceptos con entusiasmo y humor: nada se dejó de tener en cuenta para colmar de gusto a los técnicos en el momento de una futura visita.

A su regreso, los técnicos quedaron estupefactos: a la entrada de la aldea, un arrozal único en su género había sido cultivado según los preceptos nuevos. Sin embargo, hasta donde se perdía la vista, los otros arrozales habían guardado el aspecto ancestral. Esta historia hizo reír a todo Tananarive. Este caso es un ejemplo del humor de los campesinos de Madagascar y de la incompreensión entre los viejos y los jóvenes en los países tercermundistas. Esta historia no carece de relación con nuestro tema.

El arrozal abstracto del técnico

Para el técnico, al igual que para el campesino, el arrozal es un objeto abstracto, altamente elaborado: estamos en presencia de dos *tipos estructurados*, en el sentido que le dan los que trabajan con sistemas¹⁹: el “arrozal del técnico” y el “arrozal del campesino”. Estos tipos tienen pocos puntos en común y sus jerarquías son totalmente diferentes. Se pueden representar con mapas conceptuales; pero los nodos del primero son de naturaleza

19. Para delimitar mejor un problema, los que trabajan en sistemas, crean conjuntos de objetos llamados tipos estructurados. Para la gestión de una empresa, por ejemplo, el tipo “empleado” contiene los siguientes campos: apellido, nombre, fecha de nacimiento, estado civil, fecha de ingreso, naturaleza del empleo, etc... La fecha de nacimiento es en sí misma un tipo estructurado en tres campos: día, mes, año. Cada empleado particular conforma el conjunto que representa el tipo estructurado “empleado”.

cuantitativa mientras que los del segundo dan preponderancia a los aspectos cualitativos.

Examinemos en detalle los campos del “arrozal del técnico”. En él encontramos nodos descriptivos: la forma de la parcela, su superficie, la naturaleza del suelo, la variedad de las plantas, el tipo y la cantidad de abono necesario, el rendimiento, el tipo de irrigación, la maquinaria adaptada, la situación en el medio y las técnicas agrícolas utilizadas. Todos estos nodos son interdependientes. Por ejemplo, forma y superficie pueden constituir un obstáculo para la mecanización e influir sobre el rendimiento; si éste es muy reducido, no habrá dinero para comprar el abono. Otro nodo de este mapa es de naturaleza prospectiva y responde a la pregunta “¿cómo transformar los parámetros actuales para obtener una mejor cosecha?” Este nodo enumera los métodos cuya utilización aumenta el rendimiento.

El “arrozal del técnico” representa el saber y los métodos que hacen de él un experto agrícola. Todo se articula alrededor de una noción central, el rendimiento, cuyo aumento es necesario para alimentar a la población y para garantizar el nivel de vida del campesino.

El arrozal metafísico del campesino

El “arrozal del campesino” responde a una lógica completamente diferente. Este representa ante todo *la tierra de los ancestros*, el lugar donde las generaciones sucesivas han trabajado, repitiendo los mismos gestos, entre los límites de lo agrícola y lo ritual. En la comunidad de los aldeanos, la vida es un todo y las actividades de producción representan el **sentido** de la vida. El arroz es mucho más que un alimento: es el testigo, tres veces por día, de la benevolencia de los ancestros. Y ocasionalmente es un objeto de comercio ya que en la aldea se produce lo necesario para su auto-abastecimiento. Por la presión del gobierno y por la necesidad de pagar impuestos se tiene que vender un pequeño excedente. En este contexto, la idea de aumentar el rendimiento de los arrozales no tiene mucho sentido. La agricultura participa en un doble movimiento: por un lado, es uno de los puntos de contacto con los ancestros y, por el otro, es un medio esencial de cohesión social. La red de conocimientos desarrollados en el “arrozal del campesino” no tiene nada que envidiar, en raciocinio y complejidad, a la del técnico. Simplemente son de *naturaleza diferente*.

Entonces resulta fácil comprender la historia que acabamos de narrar ya que en ella se traduce el encuentro superficial y cortés de dos saberes tan heterogéneos que poco pueden enriquecerse mutuamente. La transmisión del saber técnico fracasa por la falta de comprender y de tener en cuenta la representación mental del campesino (los técnicos universitarios generalmente desprecian el saber del campesino porque lo juzgan como “irracional”).

¿Un arrozal de síntesis?

A partir de los dos modelos anteriores, convendría construir un tercero, el “arrozal de síntesis”, que integre las características vitales de los otros dos. Es imposible hacer avanzar al campesino por el afán de lucro que no tiene para él ninguna importancia. La idea de la solidaridad, por el contrario, es central en sus vivencias y valores. Si se ubica la noción de rendimiento bajo la perspectiva de una solidaridad entre el campo y la ciudad, entre los jóvenes y los viejos (para la creación de escuelas), el mensaje toma una nueva dimensión. De esta manera, tiene la posibilidad de llegar a los oídos y tocar los corazones. Es cuestión de tiempo y la escuela juega, dentro de esta evolución, un papel principal.

Las matemáticas para reducir la rigidez social

La historia del técnico y del campesino permite comprender ciertas razones que impiden la transferencia de conocimientos. No tomar en cuenta el saber de otro (o peor aún, menospreciarlo), bloquea todo aprendizaje. La ausencia de comunicación entre los diferentes dominios y el hábito de aislarse mentalmente esterilizan el saber. Por esto, es esencial que desde una edad temprana la escuela comience a establecer puentes entre las diversas disciplinas e inicie un proceso de sensibilización frente a los puntos de encuentro de las actividades intelectuales que, aparentemente, no guardan conexión alguna.

La enseñanza de las matemáticas tiene, en los países tercermundistas, una importancia particular. Esta complementa la racionalidad social omnipresente y conservadora con una racionalidad de tipo operatorio, indispensable para comprender el mundo y obrar sobre él. Esta incita la mente y obliga a dar complejidad y a reorganizar los conocimientos y los métodos. Puede ayudar a las nuevas generaciones a hacer, dentro de sus propias tradiciones, la selección de los valores estables (aquellos invariables en su cultura) y los aspectos llamados a evolucionar. ¿Es necesario, por fidelidad a los ancestros, reproducir los rasgos poco productivos de la agricultura antigua? ¿No puede el mejoramiento de los métodos vivirse como una forma superior de fidelidad? El técnico debe a su vez interrogarse sobre su modelo del arrozal: ¿es razonable construir un modelo que deseche totalmente el sentido “metafísico”? Las sociedades post-industriales están descubriendo la devastación de un sistema cuya productividad es la palabra clave que engendra desempleo, angustias y frustraciones.

Las situaciones que acabamos de examinar y que podrían ser multiplicadas contienen un conjunto de hechos que parece indicar la importancia del “espíritu geométrico” para inscribirse inteligentemente dentro de una socie-

dad. En la continuación de este artículo, se pasará de esta conjetura a una reflexión crítica.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Bazin, J.M. (s. f.). *Geomus: Un solveur de problèmes qui mobilise ses connaissances en fonction du problème posé*. Paris: Université de Paris VI, thèse de doctorat, TH93/06.

Koedinger & Anderson (s. f.). Abstract planning and perceptual chunks: elements of expertise in geometry. *Cognitive Science*, No. 14, pp. 511-550.

De Romily, J. (1991). *Escritos sobre la enseñanza*. (s. l.): Fallois.

Gérard Kuntz
Université Louis Pasteur
IREM 10, Rue du Général Zimmer
67084 Strasbourg cedex
Tel.: (00 33 1) 88416307
Fax: (00 33 1) 88416449
E-mail: Irem@math.u-strasbg.fr
Strasbourg, France