Contra Mundum
Nº 3 Primavera 1992
[English]

La Ciencia, Arte y Enseñanza de las Matemáticas
por Stephen H. Fast

La creación es la obra artística de Dios, exhibiendo su gloria. En la ciencia matemática reflejamos los pensamientos de Dios, aplicando nuestro arte matemático a la creación de Dios. Los niños aprenden mejor matemáticas en maneras que enfaticen la experiencia.

La Ciencia de las Matemáticas es el estudio del orden matemático de la creación. Como tal, se basa de forma última en la naturaleza matemática del Logos creativo y sustentador [1]. El Arte de las Matemáticas es el desarrollo de la Teoría Matemática de acuerdo con un sistema axiomático más o menos desarrollado. Los axiomas están diseñados para reflejar los pensamientos de Dios. Como arte, la teoría puede ser desarrollada más allá de lo que es aplicable por el hombre a la creación con el propósito de reflejar la brillantez de Dios.

Esta falta de aplicabilidad del arte puede ser debido a una falta temporal de conocimiento. Sin embargo, Dios no necesita haber creado exhaustivamente para desplegar todos los aspectos de Su naturaleza matemática. Por lo tanto, pueden existir en la mente de Dios sistemas axiomáticos lógicamente consistentes que no son exhibidos en ninguna parte de la creación.

Decimos "sistema axiomático" no implicando que la mente de Dios está limitada por axiomas, sino que los axiomas en sí mismos son los pensamientos de Dios. Son "consistentes" porque el eterno Logos los piensa. Nuestros axiomas, en tanto que son completamente axiomas, son representaciones de los pensamientos de Dios. Por lo tanto hablamos de ellos como "arte". Aquí usamos el término "arte" para significar aquello que los humanos crean para mostrar forma y belleza. Nuestro uso del término "arte" es inusual en el sentido de que el medio de nuestras construcciones es nuestro pensamiento. Pero usamos el término "arte" para enfatizar el rol reconstructivo del hombre como el motivo del conocimiento. Aunque el Profesor Van Til usualmente usaba el término "pensamiento analógico" para describir los pensamientos del hombre como sujeto, nuestro énfasis en el pensamiento reconstructivo del hombre se encuentra también en la obra del Prof. Van Til. Considere por ejemplo, la siguiente cita del Profesor Van Til en su obra "La Defensa de la Fe".

"En primer lugar existe la Conciencia Adámica. Cuando primero el hombre fue creado él era perfecto. Él reconocía el hecho de que era una criatura; en realidad él era un ser normal. No quería ser nada sino un re-intérprete de la interpretación de Dios. Él era receptivo a la revelación de Dios que aparecía dentro de él y alrededor de él; él reconstruiría esta revelación. Él era receptivamente reconstructivo. Por esa razón tenía una experiencia real aunque no unidad comprehensiva en ella". [2]

Ni siquiera conocemos comprehensivamente la imagen del Logos la cual nosotros llevamos. Por lo tanto, nuestros axiomas son representaciones del logos de nuestros pensamientos, los cuales reflejan los pensamientos de Dios. Por ejemplo, el axioma Zermelo-Fraenkel, dado un conjunto allí existe el conjunto de todos los subconjuntos de ese conjunto, esto es una representación de los pensamientos del Logos en tanto que éste es del todo un axioma. Después de todo, ¿no conoce el Logos todas las partes de los que el conjunto fue hecho? Otro ejemplo es el Axioma de Escogencia. Este axioma declara que si existe una colección infinita de conjuntos no vacíos, entonces allí existe un conjunto conteniendo un elemento de cada uno de los miembros de la colección infinita. Algunos matemáticos rechazan el Axioma de Escogencia, pues que los seres humanos pueden ser capaces de construir tal conjunto a partir de colecciones finitas, pero nosotros no podemos conocer colecciones infinitas de esta manera. Pero es la creencia de este autor que el Logos infinito conoce todas las cosas y las colecciones de todas las cosas. De allí que este axioma sea aceptable.

Además, como deben ciertamente existir en la mente de Dios sistemas axiomáticos desconocidos para el hombre, algunos de estos pueden estar exhibidos en esa parte de la creación sobre la cual no se le ha dado al hombre dominio en el Señor. Por ejemplo, no tenemos base sobre la cual edificar un estudio avanzado del orden de los seres angelicales, o aún presumir que tal física involucra un espacio métrico. Simplemente no podemos hablar científicamente de tales cosas con las matemáticas. Aunque la Palabra de Dios escrita registra tales seres, y las alas de los querubines pueden ser contadas, esto no se nos ha dado para que apliquemos nuestras ciencias matemáticas a ellos en cualquier modalidad sistemática.

La naturaleza de la Trinidad, siendo tres personas y aún así un Dios, está más allá de nuestra comprensión. Nuestras mentes reflejan Su mente. Como la luz no se origina en aquello que la refleja, nosotros tampoco podemos comprender absolutamente a Dios. Sin embargo en tanto que llevamos la imagen de Dios, nuestra razón puede reflejar al Logos. Note que donde nuestras matemáticas se quedan silenciosas, como ante la Trinidad, Dios nos ha dado otras formas en Su obra de arte en la creación para reflejar la Trinidad. Por ejemplo, el cuerpo pactal de Cristo es uno bajo el señorío de su Señor.

La lógica y la mente matemática del hombre le son dadas para capacitarle a ejercer dominio en el Señor sobre la tierra. Este es el servicio de adoración del hombre. El hombre fue también creado para declarar las alabanzas de Dios. Esta es la palabra de adoración del hombre. El eterno y matemático Logos es antes que Su exhibición artística de pensamiento matemático en la creación que refleja Su gloria. De igual forma, la imagen del eterno y matemático Logos en nuestras mentes es necesaria para comprender matemáticamente la creación. Se espera entonces que la ciencia de las matemáticas, que concierne con lo *a posteriori*; e.d., la obra de arte de Dios, presupone el logos de las matemáticas, la cual es *a priori*; e.d., nuestro pensamiento que refleja el pensamiento de Dios.

Al llevar la imagen del eterno Logos matemático el hombre es capaz de conocer la creación que exhibe la gloria del Logos. Es más, el hombre es capaz de conocer la creación matemáticamente hasta la extensión en que lleve esa imagen y es, de esta manera, enseñado por el Logos. El hombre no es creado conociendo la exhibición de lo matemático, sino capaz de conocer las matemáticas. El hombre puede, por lo tanto, obtener "nuevo" conocimiento. En realidad, él está descubriendo las matemáticas.

En el diálogo Socrático, *Meno*, Sócrates arguye que por cuanto un muchacho ha descubierto una verdad matemática sin que se le haya enseñado, entonces el alma debe ser eterna y el aprendizaje no es sino meramente la recolección de conocimiento que ya le ha sido enseñado al alma. La posición que hemos descrito arriba da cuenta del descubrimiento de nuevo conocimiento matemático sin recolección.

En verdad, el hombre puede reconocer la reflexión del Logos de nuevas maneras en la creación. Así que, él es dirigido a descubrir nuevas matemáticas. Pero por otro lado, él puede en su arte descubrir una estructura que refleje un aspecto del Logos solamente para después encontrarla exhibida en la creación. Por ejemplo, los comienzos de lo que ahora se conoce como geometría fractal fueron matemáticas conocidas en la primera parte del siglo XX. Esto, claro, fue antes del advenimiento que los cálculos computacionales de alta velocidad hicieran posible la representación visual de la reiteración de funciones y el subsiguiente reconocimiento de tales patrones y formas geométricas en la creación. Cuando se hizo este reconocimiento, lo que había sido arte fue reconocido también como ciencia. Así, la ciencia y arte de las matemáticas se encuentran entretejidas en formas y maneras de las cuales no somos completamente conocedores. Nuestro punto aquí es que aunque todos podamos creer que el concepto de los números para contar nos viene a la mente por contar helechos, ciertamente no estamos declarando que al observar la geometría de los helechos inmediatamente vienen a la mente los conceptos de transformaciones afines y álgebra de matrices. Se necesitaba la experimentación con teoría de matrices y transformaciones afines para representar la estructura del helecho. La experimentación involucrada fue experimentación con las estructuras artísticas de las matemáticas mismas. Sin embargo, las estructuras matemáticas del álgebra de matrices ya había sido desarrollada por bastante tiempo.

En realidad, la ciencia de las matemáticas es posible solamente por medio del uso del arte de las matemáticas. Una pregunta de ciencia es ¿cuál de nuestras representaciones artísticas representa mejor la exhibición creada del Logos que estamos estudiando en este momento? Algunos matemáticos humanistas de inicios del siglo XX buscaron cómo edificar las matemáticas como un sistema axiomático completo - uno en el que toda proposición de verdad pudiera derivarse de un conjunto finito de axiomas sin inconsistencia. El Profesor Gödel en 1931 demostró por medio de sus teoremas incompletos que esta meta es imposible. Pero el arte axiomático no ha de ser hecho a un lado por su mal uso por parte de algunos. La prueba dentro de un sistema incompleto, los axiomas que se creen reflejan al Logos, es el "conocimiento de fe" cuando se encuentra aplicado en la ciencia y en la creación. La anterior ha sido la posición de este autor por algún tiempo. Sin embargo, recientemente leí las siguientes líneas en un artículo que trata sobre el rigor y la prueba matemática en una publicación profesional matemática. "La noción de que la verdad absoluta puede ser obtenida en matemáticas se remonta hasta Descartes y Leibniz en el siglo XVII. En el siglo XIX la verdad en matemáticas fue reemplazada por la validez (verdad relativa) y, en el siglo XX, por la fe" [3] Debiésemos pedir a los científicos matemáticos de hoy que nos expliquen en quién o en qué es su fe.

De esta manera llegamos a entender que la ciencia depende del arte. La creación misma es la obra de arte de Dios para desplegar Su gloria. La creación refleja la naturaleza y pensamiento de Dios. No pensamos los pensamientos de Dios directamente, sino que debemos pensar pensamientos que reflejen sus pensamientos. Es nuestro sistema de pensamiento que refleja Su pensamiento por el cual interpretamos la creación. Y nuestro pensamiento matemático es considerado por medio de nuestro arte de las matemáticas. La ciencia matemática es así la aplicación del arte matemático al orden matemático de la creación para el propósito de ejercer dominio en el Señor para la gloria de Dios. Al decir esto no queremos decir que la ciencia matemática es la aplicación de la teoría matemática a las ciencias empíricas. Las matemáticas aplicadas, corrientemente así nombradas, son el moldeo de las ciencias empíricas en la teoría de la ciencia matemática. En lugar de eso, queremos decir que la ciencia matemática, el conocimiento del orden matemático de la creación, es descubierta por la construcción artística de la estructura y teoría matemática que refleja el orden matemático de la creación y, por lo tanto, de manera última al Logos. El hombre, quien lleva la imagen del Logos matemático, es capaz de construir su arte que representa el arte de Dios en la creación. Representamos este entendimiento por el esquema de más adelante.

Alguien podría objetar en este punto de que mucho sino la mayoría de las matemáticas históricamente ha sido desarrollado no deductivamente a partir de un punto de vista rigurosamente axiomático sino intuitivamente, inductivamente, lo mismo que deductivamente a partir de un marco conceptual menos riguroso. Tal objeción se basa en un preciso entendimiento histórico, pero pasa por alto nuestro punto. No estamos argumentando que el proceso de aprendizaje matemático es uno de solamente deducción a partir de axiomas bien conocidos. Sin embargo, el matemático está trabajando dentro de un marco conceptual ya sea que haya considerado el fundamento de ese marco, o que no lo haya hecho. Cualquier observación y entendimiento matemático *presupone un marco conceptual*. Y cualquier argumento matemático presupone un marco conceptual compartido, o no podría hacerse ningún argumento. Aún usar el concepto de número es moldear nuestro trabajo en la obra artística del hombre. De otra manera, estaríamos pensando los mismos pensamientos de Dios, lo cual no podemos hacer. O, debemos creer que el número es de alguna manera una propiedad o realidad en sí mismo independiente de Dios. En realidad, el todo de nuestras matemáticas usan un marco artístico de conceptos matemáticos que hemos desarrollado y mejorado a lo largo del tiempo. Debido a que el logos de nuestro pensamiento es la imagen de Dios, nuestro arte puede modelar el hacer artístico de Dios. A la luz de esto considere los siguientes comentarios del Profesor Poythress:

Nuestros propios sistemas matemáticos (Euclideanos y no-Euclideanos) son, de alguna manera, no idénticos con Su "sistema". Debemos decir, pienso, que las geometrías tanto Euclideana como no-Euclideana son ***ambas*** *exhibiciones (revelaciones) de como Dios podría regir al mundo; pues ellas son ambas descubrimientos o construcciones de la mente humana en la* ***imagen*** *de Dios. Presumiblemente Dios podría haber creado un universo con una geometría Euclideana o no-Euclideana o alguna otra geometría. Así que la variedad de geometrías, lejos de ofrecer un obstáculo a la perspectiva Cristiana, es simplemente una ilustración de la libertad de Dios.* (énfasis del autor) [4]

Un uso apropiado y necesario del sistema axiomático es analizar el fundamento matemático de nuestro marco artístico y matemático. Tal sistema permite la construcción de conceptos, definiciones y formas más precisas, capacitándonos de un modo alentador a evitar el error. Por ejemplo, el concepto y definición de un límite por parte de Weierstrass permitió que se evitara la confusión entre convergencia y la convergencia uniforme que plagaba el pensamiento de Cauchy [5] Segundo, los conceptos y definiciones más precisas hacen posible la expansión de la teoría. Debiésemos añadir aquí no solamente la precisión sino también el sentido "correcto" del concepto y la definición son necesarios. Por "sentido correcto" de un concepto o definición queremos decir su reflexión del Logos matemático. Lo mismo que un vidrio impropiamente enfocado hace la luz difusa, de igual manera el concepto fuera de foco hace el descubrimiento una empresa vaga. Sin embargo, el concepto correcto con su correspondiente definición, igual que el vidrio magnificador que captura la luz e intensifica todos sus rayos sobre un objeto, capacita al hombre para ver claramente lo matemático.

Así que, el aprendizaje matemático involucra tanto observación de la creación y experimentación y observación de la obra artística de las matemáticas mismas. En tanto que nuestra obra artística refleje al Logos, tal experimentación puede ser fructífera. De manera que conceptos puramente matemáticos tales como los números no reales, los números trascendentales tales como **e**, las integrales, etc., pueden reflejar el orden de la creación. Así que la característica inductiva del proceso matemático opera dentro del marco de los conceptos del artista y su capacidad de construir. Por lo tanto, entendemos como derivamos nuestra sustentación matemática de Dios por medio de la creación. La reflexión del Logos en la creación hace la observación de la creación útil y fructífera para la investigación y la construcción matemática y artística.

Tres conceptos parecen ser el corazón de la base de las matemáticas tal y como las conocemos. Estos son los conceptos de número, conjunto y función. (Aunque la Teoría de Conjuntos de Zermelo-Fraenkel provee una muestra de conceptos de número y función usando los términos indefinidos de "conjunto" y "elemento de ", es debatible si la Teoría ha tenido éxito en reducir los conceptos de función y número a este otro concepto de conjunto). [6]

Con el propósito de entender mejor cómo desarrollar estos conceptos en el estudiante ahora nos volvemos a la discusión de la Educación Matemática. El hombre es una persona matemática, pero no todas las personas son dotadas como artístas de las matemáticas. Por lo tanto los primeros grados debiesen enfatizar la experiencia. Por ejemplo, enseñe a contar por medio de contar cosas! Haga que sus jóvenes niños comiencen por contar pasas. Enseñe substracción permitiéndoles que se coman las pasas. (Asegúrese de variar la comida para una buena dieta y más diversión). Después de repetidas experiencias, hágale a sus niños preguntas que les dirijan a generalizar su experiencia. Una vez que comiencen a mirar los patrones de esta forma y a generalizarlos, la repetición de estos ejercicios pueden ser usados periódicamente para asegurarse su dominio con destreza. No hay necesidad de comprar elementos caros para manipular para auxiliar a que ocurra tal experiencia. Pasas, canicas y bloques de madera sirven muy bien.

Recuerde, los pequeños niños están hechos a la imagen de Dios. Sus mentes son matemáticas. No abuse de esta cualidad con aburridas tareas manipulativas separadas del razonamiento investigativo. Por ejemplo, no instruya a sus jovenzuelos, "resolvemos $x + 3 = 6$ al restar tres en ambos lados" y luego les das 50 de tales problemas para que trabajen. En lugar de eso díles, "supónganse que tienen una cierta cantidad de dinero, llamémoslo "x" cantidad de dólares. Supónganse además que si tuvieran tres dólares más entonces Uds. tendrían 6 dólares. ¿Cuántos dólares deben ser la cantidad "x"? El niño resolverá naturalmente este problema y otros similares a este. Diríjale por medio de preguntas para enlistar los pasos que está usando para resolver el problema. Una vez que el estudiante ha investigado el método de la solución de tales problemas por su cuenta, la práctica es lo que sigue en el orden para obtener total dominio.

Al enseñar asegúrese de usar analogías. Por ejemplo, una ecuación puede ser comparada como una balanza. Por tanto, cualquier cosa que añadas o tomes de un lado, también debes añadirlo o quitarlo en el otro lado.

Para los niños mayores que ya han aprendido a odiar las matemáticas debido a la influencia del formalismo educacional, se necesita un esfuerzo especial. Primero, entienda al enemigo. Formalismo es la perspectiva de que las matemáticas son simplemente un juego que jugamos con reglas que nosotros escogemos. Por tanto, no se enseñan las matemáticas en los primeros años desde una aproximación concreta, práctica e investigativa, sino desde un acercamiento que enfatiza las relaciones abstractas o aún los "hechos matemáticos" separados de la experiencia. Nadie puede vivir su vida consistentemente sosteniéndose a esta perspectiva. Por ejemplo, el crecimiento exponencial del interés compuesto no es un juego sin consecuencias reales. Así como no podemos vivir nuestras vidas con tal perspectiva, tampoco podemos exitosamente enseñar a los niños desde tal perspectiva. Para aquellos estudiantes que ya manejan el aprendizaje de las reglas manipulativas del juego a menudo existe una enorme brecha entre lo que ellos entienden como matemáticas (procedimientos formales) y la experiencia. Creo que esa es una razón por la cual muchos estudiantes de primer año universitario no pueden resolver problemas de palabras. (Sin embargo, antes de que echemos toda la culpa por todo este problema sobre las escuelas humanistas, recordemos que muchos padres demandan que sus hijos "pasen el año" en la escuela a pesar de la ignorancia con que continua el niño. Nuestra sociedad humanista tiene una profunda visión "formal" de la educación).

Para niños como estos, comience por enfatizar la motivación para estudiar matemáticas. Estudiamos matemáticas para ejercitar mejor el dominio en el Señor sobre la tierra para glorificar a Dios. Luego, comience a enseñar matemáticas prácticas. (¡Ahora, matemáticas prácticas no significan solamente adición y sustracción! Las matemáticas detrás del diseño de un satélite que orbita la tierra es muy avanzada, más allá de la adición, pero aún así tremendamente práctica si lo que quieres es comunicación). Inicie con cualquier herramienta básica de la que carezcan, aún si Ud. tiene que regresarse a la suma y la multiplicación. Pero enseñe las matemáticas desde una perspectiva de resolver problemas antes de que les dirija a generalizar. Por ejemplo, enseñe series geométricas usando el problema de encontrar el valor de una anualidad. No les de primero una fórmula para series geométricas para ser aplicada a una anualidad. Sino diríjales a través del proceso de razonamiento con el problema concreto de encontrar el valor de la anualidad y luego guíeles a generalizar. Esto se puede hacer. Lo he hecho con estudiantes universitarios quienes pensaban que no eran buenos en matemáticas. Se involucran tanto en el proceso que casi dejan a un lado la discusión de la clase. Me gusta eso.

Déjeme dar otro ejemplo. Recientemente pasé una tarde con mis dos hijos mayores, de edades de 8 y 6 años, plantando árboles de pino blanco distanciados entre sí ocho pies a lo largo de la parte trasera de nuestro patio. Durante la cena esa tarde les mencioné que había decidido plantar una segunda fila de pinos para formar triángulos equiláteros con 8 pies en cada lado usando los pinos de la fila ya plantada. Luego les pedí que me dijeran cuán alejadas debían estar las líneas entre sí sin tener que ir afuera a la oscuridad a plantar los árboles para averigüar la respuesta. Mi hijo de seis años fue el que habló primero, "ocho pies", pero casi inmediatamente se retractó de su declaración susurrando que eso no podía ser lo correcto. Mi hijo de ocho años sostuvo su cabeza en sus manos por unos pocos momentos y luego dijo, "lo averigüaré dibujando un triángulo de un pie por cada lado y lo mediré. Luego multiplicaré mi resultado por ocho". Disfruté mirando a mis hijos descubrir la Ley de los Triángulos Similares de esta manera. Después, "descubrimos" el Teorema de Pitágoras juntos. Este teorema naturalmente requiere el uso de cantidades al cuadrado y de raíces cuadradas.

A medida que los niños progresan debieran comenzar a escribir argumentos matemáticos. Es más, a todos los niños se les debiese enseñar lógica básica, incluyendo una introducción a la lógica del predicado cuantificado. Debiese enfatizarse la traducción de oraciones en Inglés (Español para nosotros, DHT) a la expresión lógica. Aquellos especialmente dotados en matemáticas pueden comenzar a estudiar sistemas axiomáticos, tales como la geometría Euclideana. No creo que todos los niños necesiten estudiar geometría desde una perspectiva rigurosamente axiomática. Pero sí creo que todos debiesen ser entrenados en lógica como he discutido antes. La edad cuando un niño debiese estudiar estas cosas varía de acuerdo al niño. Los padres debiesen ser capaces de descubrir el entendimiento de sus jovencitos.

¡A partir de los primeros grados, enfatice la escritura en matemáticas! Desde el comienzo, los problemas de palabras debieran ser completados usando oraciones completas. Requiera pasos pulcros, ordenados y razonados en todo el trabajo. A menudo pídale al niño que explique lo que ha hecho, y porqué lo hizo.

A menudo las matemáticas se enseñan mejor en pequeños grupos. Si es posible, haga arreglos para algunos proyectos en grupo lo mismo que asignaciones individuales. La ventaja de quienes enseñan a sus hijos en casa (*home school*) o de la pequeña escuela Cristiana es que se puede usar el sistema de mentor. El maestro es un mentor que hace preguntas para auxiliar al estudiante en su propia investigación matemática. No subestime la importancia de este método de enseñanza. Considere esta comparación de matemáticas con, digamos, historia. ¿Puede Ud. dirigir a un estudiante solamente con preguntas a descubrir por sí mismo las razones por las cuales los Peregrinos dejaron Inglaterra? ¿Puede él de esta manera aún descubrir que existieron alguna vez los Peregrinos? Sin embargo, las matemáticas sí pueden ser descubiertas de esta manera. Por ejemplo, por medio de preguntas Ud. puede dirigir a una persona a descubrir que el cateto de un triángulo isósceles cuyo lado tiene la longitud de una unidad tiene una hipotenusa cuya longitud es la raíz cuadrada de dos. Para leer cómo, véase el diálogo Socrático llamado *Meno*.

Ahora nos vamos a discutir los usos de la computadora. La computadora tiene sus usos y sus malos usos. Un mal uso particularmente malo es la sustitución en las escuelas de la educación matemática por "educación en computación". Mucho de lo que es llamado "educación en computación" es meramente entrenamiento para el uso de la computadora; es decir, como hacer funcionar la máquina. Nuestra escogencia con respecto a las máquinas cambia. Así también cambian los procedimientos para usar las máquinas. ¿Acaso alguien sigue usando tarjetas perforadas? ¿De qué utilidad te sería hoy una clase de computación en la que te enseñaron cómo usar una máquina de perforación de tarjetas? Además, las computadoras de hoy son extremadamente fáciles de usar. Un niño puede aprender a usar muchas de sus funciones por su propia cuenta. Tales clases de computación enfatizan lo obvio.

Creo también, basado en la experiencia personal como maestro, que otra concepción equivocada es la creencia que los programas tutoriales de computación con su retroalimentación instantánea son la última herramienta de enseñanza. Son útiles, pero no particularmente mejores que los métodos tradicionales de aprendizaje. Recientemente mi clase de cálculo tomó un examen que estaba la mitad conceptualmente basado (definiciones, uso de teoremas, pruebas, analizar el comportamiento de una función, etc.) y la otra mitad eran técnicas y aplicaciones (la resolución de una integral, una aplicación - ¿cómo cree Ud. que lo manejaron este grupo de prospectos a ingenieros?) Tres de mis buenos estudiantes gastaron horas con algunos de los nuevos programas tutoriales de la computadora. Los resultados fueron menos que sensacionales. Por otro lado, otra estudiante trabajó problema tras problema por sí misma y los estudió para entender cómo fueron usados los teoremas. También invirtió tiempo en mi oficina revisando el material. Obtuvo una calificación mucho más alta que cualquier otro estudiante en la clase por primera vez este año. Note que escribí "ella". No creas cuando alguien te diga que las chicas no pueden manejar las matemáticas.

Sin embargo, aún cuando la computadora no es un maestro en sí misma, ¡es una excelente herramienta para la experimentación matemática! Son útiles especialmente en experimentos gráficos. Haga que la computadora grafique y=sen2(x). Luego haga que grafique y=cos2(x). Luego haga que grafique y=sen2(x)+cos2(x). Los estudiantes mirarán y creerán que sen2(x)+cos2(x) = 1. Luego diríjales en una prueba de ello. O grafique veinte ecuaciones lineales generales Ax + By = C donde A, B, y C están en progresión aritmética. Observe lo que obtiene. Explíque porqué ocurre lo que ocurre.

Otro gran uso de la computadora es para eliminar manipulaciones aburridas. Esto permite que hagamos mejores aplicaciones, especialmente en campos tales como el Algebra Linear.

Sin embargo, no es necesario el equipo caro de laboratorio, especialmente en los grados más pequeños. Ud. no cree que un microscopio de electrones sea necesario para enseñarle a Johnny biología, verdad? Servirá un microscopio mucho más barato para ver una célula. De igual manera, una calculadora que grafique (U$ 90.00, más o menos) será suficiente en matemáticas. Y si Ud. no puede darse el lujo de obtenerla, no se preocupe por ello. Isaac Newton descubrió el cálculo mucho antes de que las computadoras aparecieran en escena.

Si su niño evidencia un talento extraordinario en un área, use un tutor para ayudar a desarrollar ese talento cuando sea necesario. Una de las razones por las que tenemos sociedad es la división del trabajo. Use la pericia de otros sabiamente.

Para más lectura sobre el tema de la filosofía de las matemáticas sugiero el excelente artículo por el Dr. Vern Poythress, "*Una Visión Bíblica de las Matemáticas*", en *Fundamentos de la Erudición Cristiana*, editado por Gary North, Ross House Books, 1979. Este autor está en deuda con la enseñanza del Profesor Poythress sobre este tema en el escrito mencionado arriba. Para una visión histórica de las varias filosofías de las matemáticas, véase "*Rigor y Prueba en Matemáticas: Una Perspectiva Histórica*", por Israel Kleiner, en la edición de Diciembre de 1991 de *Mathematics Magazine*, publicada por la *Asociación Matemática de América*, 1529 Eighteenth Street, N.W., Washington D.C. 20036-1385.

Algunas preguntas que planteo al lector con tendencias matemáticas y filosóficas para mayor discusión son las siguientes. En lo concerniente a ejemplos irracionales, tales como una función siempre continua pero nunca diferenciable, ¿son estos ejemplos de ilustraciones de lo inadecuado de nuestras construcciones artísticas y conceptuales? O, ¿Son ellas para nosotros lo que el descubrimiento de la irracionalidad de la raíz cuadrada de 2 fue para los antiguos Griegos? Esto es, ¿son algunos de estos ejemplos irracionales no tan irracionales del todo, sino vislumbres de las construcciones de una rama fructífera de las matemáticas aún por ser descubierta? ¿Tendremos que esperar hasta 1500 años para descubrirlo tal y como fue el caso con los números irracionales? ¿Cuáles son los criteros por los cuales juzgamos el grado de conformidad de nuestras construcciones artísticas para con el Logos? ¿Es solamente la utilidad del tiempo presente el criterio? ¿O la posibilidad de la utilidad? ¿Cómo juzgamos, a partir de un cambio de paradigma en la ciencia que lo que fue considerado inútil puede volverse la base para la construcción de posibilidades? ¿Cuáles son los criterios estéticos de las matemáticas? Lo que es prueba, o justificación, de un resultado es debatido hoy con la pregunta de qué es una "prueba" computacional, añadida a la discusión.

Los matemáticos Reformados han comenzado a reconocer que las respuestas a la filosofía de las matemáticas deben ser encontradas fundamentalmente en la naturaleza y voluntad de Dios. Se han dado descripciones de la aproximación bíblica. Pero, hasta donde sé, no hemos abordado ninguna de estas preguntas de una manera sistemática. Hay trabajo por hacer. **CM**

---

[1] Para una discusión de las perspectivas no-Cristianas de las matemáticas, véase el artículo del Profesor Vern S. Poythress, "*Una Visión Bíblica de las Matemáticas*", en *Fundamentos de la Erudición Bíblica*, ed. por Gary North (Ross House, 1979), pp. 158-188. Además, el Dr. Poythress provee en el artículo una excelente discusión de la visión Cristiana de las matemáticas con la cual este autor le está profundamente en deuda.
[2] Cornelius Van Til, "*La Defensa de la Fe*", (Philadelphia,Pennsylvania: The Presbyterian and Reformed Publishing Company, 1975), pp. 48-49.
[3] Israel Kleiner, "*Rigor y Prueba en Matemáticas: Una Perspectiva Histórica*", *Mathematics Magazine*, Vol. 64, Nº 5 (1991), p. 307, nota al pie 38.
[4] Vern S. Poythress, "*Una Visión Bíblica de las Matemáticas*", pp. 185-186.
[5] Israel Kleiner, "*Rigor y Prueba en las Matemáticas: Una Perspectiva Histórica*", pp. 296-301.
[6] El Profesor Poythress enlista las ciencias de kinemática, geometría, álgebra elemental, y teoría elemental de conjuntos como las cuatro ciencias que comprenden las matemáticas. Estas ciencias están relacionadas con el movimiento, la extensión, el número y lo que es característicamente distinto, respectivamente. Es la opinión de este autor que los conceptos estéticos trascendentales de espacio y tiempo son ambos matemáticamente construidos usando los conceptos de función, número y conjunto. Por ejemplo, un sistema coordinado Cartesiano es una construcción matemática del concepto espacial. En tal sistema coordinado el gráfico de una función con un parámetro numérico representando el tiempo es la construcción matemática de los conceptos estéticos trascendentales de espacio y tiempo permitiendo el modelaje matemático de las ciencias empíricas tales como la kinemática. Véase Vern. S. Poythress, "Una Visión Cristiana de las Matemáticas", pp. 179-180.