Computadoras y educación

Capitulo 2

Matemafobia: el temor de aprender

PLATÓN ESCRIBIÓ sobre su puerta: "Que solo entren los geómetras". Los tiempos han cambiado. La mayoría de aquellos que ahora buscan ingresar al mundo intelectual de Platón ni saben matemática ni experimentan la menor contradicción en su desobediencia a su mandato. La escisión esquizofrénica de nuestra cultura entre "humanidades" y "ciencia" apuntala su seguridad. Platón era un filósofo, y la filosofía pertenece a las humanidades con la misma certeza con que la matemática pertenece a las ciencias.

Esta gran división está absolutamente incorporada a nuestro lenguaje, nuestra cosmovisión, nuestra organización social, nuestro sistema educacional y, más recientemente, hasta a nuestras teorías neurofisiológicas. Además, es autoperpetuante: cuanto más se divide la cultura, más separación se introduce en sus nuevos desarrollos.

Ya he sugerido que la computadora puede servir como fuerza para derribar la barrera entre las "dos culturas". Sé que un humanista puede encontrar cuestionable que una "tecnología" pueda modificar sus supuestos sobre la clase de conocimiento que es relevante para su perspectiva de comprensión de las personas. Y para el científico el relajamiento del rigor por la intrusión de insípidas reflexiones humanísticas puede resultar no menos amenazador. Sin embargo la presencia de la computadora podría, creo, plantar los gérmenes de una epistemología cultural menos disociada.

El status de la matemática en la cultura contemporánea es uno de los síntomas más agudos de su disociación. El surgimiento de una matemática "humanística", no percibida como separada del estudio del hombre y de "las humanidades", podría ser muy bien el signo de que hay un cambio a la vista. De manera que en este libro trato de mostrar como la presencia de la computadora puede llevar a los niños a una relación más humanística y también más humana con la matemática. Al hacerlo tendré que ir más allá del análisis de la matemática. Tendré que desarrollar una nueva perspectiva del proceso mismo de aprendizaje.

Es frecuente que adultos inteligentes se conviertan en pasivos observadores de su propia incapacidad en todo lo que no sea la matemática más rudimentaria. Las personas individuales pueden observar las consecuencias directas de esta parálisis intelectual en términos de una limitación de las posibilidades de empleo. Pero las consecuencias secundarias, indirectas, son aun mas graves. Una de las lecciones más importantes que aprende la gente en la clase de matemática es la sensación de tener rígidas limitaciones. Adquieren una imagen balcanizada del conocimiento humano, al que llegan a ver como un mosaico de territorios separados por infranqueables cortinas de hierro. No deseo reducir la matemática a la literatura a ni la literatura a la matemática. Pero sí deseo afirmar que sus respectivos modos de pensar no son tan alejados como generalmente se supone. Y así, empleo la imagen de Matemalandia – donde la matemática se convertiría en un vocabulario natural – para desarrollar mi idea de que la presencia de la computadora podría unificar las culturas humanística y matemático-científico. En este libro, Matemalandia es el primer paso de un argumento más amplio sobre el modo en que la presencia de la computadora puede modificar no solo la manera en que enseñamos matemática a los niños sino, fundamentalmente, la manera en que nuestra cultura en conjunto piensa sobre el conocimiento y el aprendizaje.

Para mis oídos la palabra "matemafobia" tiene dos asociaciones. Una de ellas es el difundido temor hacia las matemáticas, que a menudo tiene la intensidad de una verdadera fobia. La otra proviene del significado de la raíz "matema". En griego significa "aprendizaje" en un sentido general. En nuestra cultura el temor al aprendizaje no es mensos endémico (aunque está con mayor frecuencia disfrazado) que el temor a la matemática. Los niños comienzan como estudiantes ansiosos y competentes. Deben aprender a tener problemas con el aprendizaje en general y con la matemática en particular. En ambos sentidos de "matema", hay un giro de la matemafilia a la matemafobia, de ser un amante de la matemática y del aprendizaje a ser una persona temerosa de los dos. Observaremos como se produce este giro y desarrollaremos algunas ideas acerca del modo en que la presencia de la computadora podría servir para contrarrestarlo. Permítaseme comenzar con algunas reflexiones sobre lo que significa aprender como un niño.

El que los niños aprenden mucho es algo que parece tan obvio a la gran mayoría de la gente, que aparentemente apenas vale la pena documentarlo. Un área en la que el elevado ritmo de aprendizaje es muy evidente es la adquisición del vocabulario del habla. A la edad de dos años muy pocos niños dominan más que unos pocos cientos de palabras. Para cuando ingresan a primer grado, unos cuatro años más tarde, conocen miles de términos. Evidentemente aprenden cada día muchas palabras nuevas.

Mientras que nos es posible "ver" que los niños aprenden palabras, no es tan sencillo ver que también aprenden matemática a un ritmo similar o más rápido. Pero esto es precisamente lo que demostrado Piaget, en el estudio desarrollado a lo largo de su vida sobre la génesis del conocimiento en el niño. Una de las consecuencias más sutiles de sus descubrimientos es la revelación de que los adultos no logran apreciar la extensión y la naturaleza de lo que aprenden los niños, porque las estructuras de conocimiento que damos por supuestas han vuelto invisible gran parte de ese aprendizaje. Observamos esto muy claramente en lo que ha llegado a ser conocido como las "conversaciones" piagetianas (ver la figura 2).

Para un adulto es obvio que verter el liquido de un vaso en otro no altera el volumen (dejando de lado efectos sin importancia como las gotas derramadas o las que quedaron en el primer vaso). La conservación del volumen es algo tan obvio que parece no habérsele ocurrido a nadie, antes que a Piaget, que los niños de cuatro años podían no considerarlo obvio en absoluto. Se requiere un crecimiento intelectual importante antes de que los chicos desarrollen la perspectiva "conservacionista" del mundo. La conservación del volumen es solo una de las muchas conservaciones que todos ellos aprenden. Otra es la conservación de las cantidades. Nuevamente, a la mayoría de los adultos no se le ocurre que un niño debe aprender que el recuento de un conjunto de objetos puestos en un orden diferente debe dar el mismo resultado. Para los adultos contar es simplemente un método para determinar cuántos objetos "hay". El resultado de la operación es un "hecho objetivo" independiente del acto de contar. Pero la separación de la cantidad y el acto de contar (del producto y el proceso) descansa sobre presupuestos epistemológicos no solo desconocidos para los niños en su etapa preconservacionista, sino también ajenos a su concepción del mundo. Estas conservaciones son solo una parte de una vasta estructura de conocimiento matemático "oculto" que los chicos aprenden por sí mismos. En la geometría intuitiva del niño de cuatro o cinco años, una línea recta no es necesariamente la distancia más corta entre dos puntos, y caminar lentamente entre dos puntos no lleva necesariamente más tiempo que caminar rápido. También aquí, no es simplemente el "elemento" de conocimiento lo que falta, sino también el presupuesto epistemológico subyacente a la idea de "más corto" como un atributo del camino y no de la acción de recorrerlo.

Nada de esto debe entenderse como mera falta de conocimiento por parte de los niños. Piaget ha demostrado como los niños pequeños sostienen teorías del mundo que, en sus propios términos, son perfectamente coherentes. Estas teorías, aprendidas "espontáneamente" por todos los chicos, tienen componentes bien desarrollados que no son menos "matemáticos", si bien expresan una matemática diferente, que la aceptada generalmente por nuestra cultura (adulta). El proceso de aprendizaje oculto tiene por lo menos dos fases: ya en su edad preescolar todo niño construye primero una o más teorizaciones preadultas sobre el mundo y luego avanza hacia perspectivas más cercanas a las adultas. Y todo esto se realiza a través de lo que he llamado aprendizaje piagetiano, un proceso de aprendizaje que tiene muchos rasgos que las escuelas deberían de envidiar: es efectivo (todos los chicos lo consiguen), es económico (no parece requerir ni maestro ni desarrollo de un programa), y es humano (los chicos parecen realizarlo con espíritu despreocupado sin recompensas ni castigos externos explícitos).

El grado en que los adultos en nuestra sociedad han perdido la actitud positiva del niño hacia el aprendizaje varía según los individuos. Una proporción desconocida pero ciertamente significativa de la población hay abandonado casi por completo el aprendizaje. Estas personas rara vez, o nunca, se entregan a un aprendizaje deliberado y se ven a sí mismas como incapaces de hacerlo y con pocas probabilidades de disfrutarlo. El costo social y personal es enorme: la matemafobia puede limitar, cultural y materialmente, la vida de la gente. Un numero mucho mayor de individuos no ha abandonado completamente el aprendizaje pero se encuentran empero gravemente impedidos por sus arraigadas convicciones negativas acerca de su propia capacidad. La deficiencia se vuelve identidad: "No puedo aprender francés, no tengo oído para los idiomas"; "No podría ser nunca un hombre de negocios, no tengo cabeza para los números"; "No puedo encontrarle la vuelta a los esquíes, nunca tuve coordinación". Estas creencias a menudo se repiten ritualmente, como supersticiones. Y, al igual que las supersticiones, crean un mundo de tabúes; en este caso, tabúes sobre el aprendizaje. En este capítulo y el siguiente, analizaremos experimentos que demuestran que estas autoimágenes frecuentemente corresponden a una realidad muy limitada, generalmente a la "realidad escolar" de la persona. En un ambiente de aprendizaje con el adecuado apoyo emocional e intelectual, el "no coordinado" puede aprender artes circenses como el malabarismo y aquellos que "no tienen cabeza para los números" aprenden no solo que pueden hacer matemática sino también que pueden disfrutarla.

Si bien estas autoimágenes negativas pueden ser superadas, en la vida del individuo son extremadamente sólidas y poderosamente autorreforzadoras. Si una persona piensa en forma lo suficientemente firme que no puede hacer matemática, normalmente tendrá éxito en impedirse a sí misma realizar cualquier cosa que reconozca como matemática. La consecuencia de semejante autosabotaje es el fracaso personal, y cada fracaso refuerza la creencia original. Y dichas creencias pueden ser muy insidiosas cuando las mantienen no solo los individuos, sino nuestra cultura entera.

Nuestros niños crecen en una cultura impregnada de la idea de que hay "gente inteligente" y "gente tonta". La construcción social del individuo es un manojo de aptitudes. Hay personas que son "buenas en matemática" y otras que "no pueden hacer matemática". Todo está preparado para que los niños atribuyan sus primeras experiencias de aprendizaje no exitosas o desagradables a sus propias incapacidades. Como resultado, los chicos perciben el fracaso como algo que los relega al grupo de "los tontos" o, con mayor frecuencia, al grupo de las personas "malas en x" (donde, como ya hemos señalado a menudo, x es igual a matemática). Dentro de este marco de referencia los niños se definirán a sí mismos en términos de sus limitaciones, y esta definición se consolidará y reforzara a lo largo de su vida. Solo rara vez ocurre algún acontecimiento excepcional que lleve a las personas a reorganizar su autoimagen intelectual de manera de abrir nuevas perspectivas sobre lo que es "aprendible".

Esta convicción acerca de la estructura de las capacidades humanas no es fácil de socavar. Nunca es fácil desarraigar creencias populares. Pero aquí la dificultad esta compuesta por varios otros factores. En primer lugar, las teorías populares sobre las aptitudes humanas parecen estar respaldadas por teorías "científicas". Después de todo, los psicólogos hablan en términos de medir aptitudes. Pero la significación de lo que se mide resulta seriamente cuestionada por nuestro sencillo experimento reflexivo de imaginar Matemalandia.

Si bien el experimento intelectual de imaginar una Matemalandia deja abierto el interrogante de cómo podría crearse realmente tal cosa, es absolutamente riguroso como demostración de que las creencias aceptadas acerca de la aptitud matemática no se desprenden de la evidencia disponible. Pero dado que los lectores verdaderamente matemafóbicos podrían hallar dificultad en aceptar este experimento como propio, reforzaré el argumento presentándolo de otra forma. Imaginemos que se obligara a los niños a pasar una hora diaria trazando pasos de danza en papel cuadriculado y que tuvieran que pasar pruebas sobre estos "ejercicios de danza" antes de que se le permitiera bailar físicamente. ¿No sería de esperar que el mundo estuviera lleno de "danzófobos"? ¿Afirmaríamos que aquellos que lograran llegar a la pista de baile y a la música tenían la mayor "aptitud para la danza"? en mi opinión, no es más correcto extraer conclusiones sobre la aptitud matemática a partir de la mala disposición de los niños para pasar muchos cientos de horas haciendo sumas.

Podría esperarse que si pasamos de las parábolas a los métodos más rigurosos de la psicología, podríamos obtener datos más "concretos" sobre el problema de los verdaderos límites de la competencia alcanzable por los individuos. Pero no es así: el paradigma corriente de la psicología educacional contemporánea se centra en investigaciones sobre el modo de en que los niños aprenden (o más generalmente) no aprenden matemática en la "anti-Matemalandia" en que todos vivimos. La siguiente parábola ofrece una analogía de la dirección de tal investigación.

Imaginemos a alguien que, viviendo en el siglo XIX, experimenta la necesidad de mejorar los medios de transporte. Estaba convencido de que el camino hacia los nuevos métodos partía de una profunda comprensión de los problemas existentes. De manera que comenzó un cuidadoso estudio de las diferencias entre los carruajes de caballos. Documentó cuidadosamente por medio de los métodos más refinados como variaba la velocidad según la forma y el material de los diferentes tipos de ejes, cojinetes y técnicas de enjaezamiento.

Retrospectivamente sabemos que la vía que permitió la evolución del transporte del siglo XIX fue muy diferente. La invención del automóvil y del aeroplano no surgieron de un estudio detallado del modo cómo funcionaban o no sus predecesores, tales como los carruajes de caballos. Sin embargo, este es el modelo de la investigación educacional contemporánea. Los paradigmas corrientes de la investigación en este campo toman el aula existente o la cultura extraprogramática como objeto fundamental de su estudio. Existen muchos estudios referentes a las mediocres nociones de matemática o ciencia que adquieren los alumnos en la escolaridad de hoy en día. Incluso existe un argumento "humanístico" muy prevaleciente en el sentido de que la "buena" pedagogía debería tomar estas mediocres maneras de pensar como punto de partida. Es fácil de simpatizar con la intención. No obstante pienso que la estrategia implica un compromiso con la preservación del sistema tradicional. Es análogo al mejoramiento del eje del carro tirado por los caballos. Pero la verdadera cuestión, podría decirse, es si podemos inventar el "automóvil educacional". Dado que esta cuestión (tema central de este libro) no ha sido abordada por la psicología educacional, debemos concluir que el fundamento "científico" de las creencias acerca de las aptitudes es realmente muy endeble. Pero estas creencias están institucionalizadas en las escuelas, en los sistemas de evaluación y en los criterios de admisión de las universidades y, en consecuencia, su basamento social es tan firme como es débil su basamento científico.

A partir del jardín de infantes, los niños son evaluados en sus aptitudes verbales y cuantitativas, concebidas como entidades "reales" e identificables. Los resultados de estas evaluaciones se incorporan a la construcción social de cada niño como un manojo de aptitudes. Una vez que Juancito y su maestra tienen una percepción compartida de Juancito como una persona "buena en" arte y "mediocre en" matemática, esta percepción posee una fuerte tendencia a arraigarse. Hasta aquí, el fenómeno ha sido ampliamente aceptado por la psicología educacional contemporánea. Pero existen aspectos más profundos de la manera en que la escuela construye aptitudes. Consideremos el caso de un niño al que observé en su octavo y noveno año de vida. Santiaguito era un niño altamente verbal y matemafóbico proveniente de una familia de profesionales. Su afición por las palabras y por hablar se demostró muy tempranamente, mucho antes de que ingresa a la escuela. La matemafobia se desarrollo en la escuela. Mi teoría es que se produjo como consecuencia de su precocidad verbal. Supe por sus padres que Santiaguito había desarrollado el hábito temprano de describir palabras, a menudo en voz alta, cualquier cosa que estuviera haciendo a menudo que la hacía. Este hábito le ocasionó pequeñas dificultades con sus padres y con sus maestros preescolares. El verdadero problema surgió cuando tropezó con la clase de aritmética. Para esta época había aprendido a mantener bajo control el "hablar en voz alta", pero pienso que aún conservaba su permanente comentario interior sobre sus actividades. En su clase de matemática encontró un obstáculo: simplemente no supo cómo hablar sobre hacer sumas. Le faltaba un vocabulario (como a la mayoría de nosotros) y un sentido de finalidad. A partir de esta frustración de sus hábitos verbales se desarrollo un odio hacia la matemática, y a partir del odio se desarrolló lo que las evaluaciones confirmaron más tarde como una aptitud mediocre.

Para mí la historia es elocuente. Estoy convencido de que lo que se manifiesta como una debilidad intelectual muy a menudo surge, como en el caso de Santiaguito, de poderes intelectuales. Y no es sólo la riqueza verbal la que socava las otras. Todo observador cuidadoso de los niños debe haber registrado procesos similares trabajando en diferentes direcciones: por ejemplo, un chico que se ha enamorado del orden lógico está condicionado para que la ortografía (inglesa) lo desoriente y a pasar de allí a desarrollar un rechazo global hacia la escritura.

El concepto de Matemalandia muestra la manera de utilizar las computadoras como vehículo para escapar de la situación de Santiaguito y de su contrapartida disléxica. Ambos niños son víctimas de la tajante separación de nuestra cultura entre lo verbal y lo matemático. En la Matemalandia que describiremos en este capítulo, el amor y la capacidad de Santiaguito para el lenguaje, podrían ser movilizados para que sirvieran a su desarrollo matemático formal en lugar de oponérsele, y el amor del otro niño por la lógica seria convocado para servir al desarrollo de su interés en la lingüística.

El concepto de movilización de las múltiples facultades de un niño para que sirvan a todos los terrenos de las actividades intelectuales es una respuesta a la hipótesis de que las distintas aptitudes pueden reflejar diferencias reales en el desarrollo cerebral. Se ha vuelto común hablar como si existieran cerebros separados, u "órganos "separados dentro del cerebro, para la matemática y para el lenguaje. Según esta manera de pensar, los niños se clasifican en verbal o matemáticamente aptos según que órganos cerebrales sean más fuertes. Pero el argumento anatómico aplicado al intelecto refleja un conjunto de supuestos epistemológicos. Supone, por ejemplo, que sólo hay una vía hacia la matemática y que si esa vía está "anatómicamente bloqueada", el niño no puede llegar destino. Ahora bien, de hecho, para la mayoría de los niños en las sociedades contemporáneas puede realmente haber solo una vía hacia la matemática "avanzada", la vía que pasa por la matemática escolar. Pero aun cuando la ulterior investigación de la biología cerebral confirmara que esta vía depende de órganos anatómicos cerebrales que podrían no estar presentes en algunos niños, no se seguiría que la matemática misma depende de dichos órganos cerebrales. Más bien se seguiría que debemos buscar otras vías. Dado que este libro es un argumento a favor de, que sí existen vías alternativas, puede leerse como una demostración de cómo la dependencia cerebral de la función es en sí misma una construcción social.

Admitamos, a los fines del razonamiento, que existe una zona especial del cerebro especialmente apta para realizar las manipulaciones mentales de números que enseñamos a los chicos en la escuela, y denominémosla DAM, o “dispositivo de adquisición matemática”. Sobre la base de este supuesto tendría sentido que en el curso de la historia la humanidad hubiera **desarrollado todos para** hacer y enseñar matemática que aprovecharan plenamente el DAM. Pero en tanto estos métodos darían resultado para la gran mayoría de nosotros, la dependencia respecto de ellos sería catastrófica para un individuo cuyo DAM estuviera dañado o por cualquier otra razón (quizás “neurótica”) fuera inaccesible. Dicha persona fracasaría en la escuela y se le diagnosticaría “discalculia”. Y mientras insistamos en hacer que los chicos aprendan aritmética por la vía corriente, seguiremos “probando” mediante objetivas evaluaciones que estos niños realmente no pueden “hacer aritmética”. Pero esto es lo mismo que probar que los chicos sordos no pueden tener un lenguaje porque no oyen. Al igual que los lenguajes gestuales utilizan las manos y los ojos para remplazar a los órganos del habla más usuales, también del mismo modo los medios alternativos de hacer matemática que remplazan al DAM pueden ser tan buenos como los usuales, aunque diferentes.

Pero no necesitamos apelar a la neurología para explicar porqué algunos niños no llegan a ser fluidos en matemática. La analogía de la clase de danza sin música ni pista es seria. Nuestra cultura educacional brinda a los estudiantes de matemática escasos recursos para hallarle un sentido a lo que están aprendiendo. A consecuencia de ello nuestros niños se ven obligados a seguir el peor de los modelos para aprender matemática. Es el modelo del aprendizaje de memoria, en que se considera al material carente de sentido; es un modelo disociado. Algunas de nuestras dificultades para enseñar una matemática más integrable culturalmente se han debido a un problema objetivo: antes de que tuviéramos computadoras había muy pocos puntos de contacto buenos entre lo más fundamental y cautivante de la matemática y algo que estuviera firmemente plantado en la vida cotidiana. Pero la computadora – un ser matemático parlante instalado en medio de la vida cotidiana del hogar, la escuela, el lugar de trabajo – es capaz de brindar tales vínculos. El desafío para la educación es encontrar maneras de explotarlos.

La matemática no es por cierto el único ejemplo de aprendizaje disociado. Pero es un muy buen ejemplo por la misma razón, precisamente, por la que muchos lectores probablemente estén deseando que yo hable de alguna otra cosa. Nuestra cultura es tan matemafóbica, tan temerosa de la matemática, que si yo pudiera demostrar como puede la computadora llevarnos a una nueva relación con ella, tendría un solido fundamento para afirmar que la computadora tiene la capacidad de modificar nuestra relación con otros tipos de aprendizaje que podamos temer. La experiencia de Matemalandia, tales como entrar en una “conversación matemática", dan al individuo un liberador sentido de la posibilidad de hacer una variedad de cosas que pueden haber parecido anteriormente "demasiado difíciles". En este sentido el contacto con la computadora puede abrirle a la gente el acceso al conocimiento, no instrumentalmente al suministrarle información procesada, sino al refutar algunos supuestos limitativos que adopta sobre sí misma.

La Matemalandia que propongo sobre la base de la computadora extiende el aprendizaje natural, piagetiano, que explica la adquisición del primero lenguaje por el niño, al aprendizaje de la matemática. Típicamente, el aprendizaje piagetiano está enraizado profundamente en otras actividades. Por ejemplo, el bebé no tiene periodos destinados a "aprender a hablar". Este modelo de aprendizaje se halla en oposición con el aprendizaje disociado, que tiene lugar en un relativo aislamiento respecto de otros tipos de actividades, mentales y físicas. En nuestra cultura, la enseñanza de la matemática en las escuelas es un paradigma del aprendizaje disociado. Para la mayoría de la gente, la matemática se administra y se recibe como un remedio. En su disociación de la matemática es en donde nuestra cultura se acerca más a una caricatura de sus peores hábitos de alienación epistemológica. En los ambientes LOGO hemos desdibujado un poco las fronteras: ninguna actividad determinada de la computadora se dedica especialmente a "aprender matemática"

El problema de hacer que la matemática "tenga sentido" para el estudiante remite al problema más general de hacer que un lenguaje de "descripción formal" lo tenga. De manera que antes de pasar a ejemplos del modo en que la computadora contribuye a darle sentido a la matemática, observaremos varios ejemplos en los que ella ayudó a dar sentido a un lenguaje de descripción formal en dominios del conocimiento que la gente no considera normalmente matemáticos. En nuestro primer ejemplo el dominio es la gramática, para muchas personas un tema sólo un poquito menos amenazador que la matemática.

Bien avanzado ya un estudio de un año de duración el que se instalaron poderosas computadoras en las aulas de un grupo de alumnos "promedio" de séptimo grado, los alumnos se hallaban trabajando en los que denominaban "poesía de computadora". Utilizaban programas de computación para generar oraciones. Le daban a la computadora una estructura sintáctica dentro de la cual elegir al azar entre listas de palabras dadas. El resultado es la clase de poesía concreta que vemos en la siguiente ilustración. Una de las alumnas, una niña de trece años llamada Juanita, había impresionado profundamente al personal a cargo del proyecto al preguntar en su primer día de trabajo con la computadora: "¿Por qué nos eligieron para esto? No somos los cerebros." El estudio había escogido deliberadamente a niños de rendimiento escolar "medio". Un día Juanita entro muy excitada. Había hecho un descubrimiento. "Ahora sé por qué tenemos sustantivos y verbos", dijo. Durante muchos años en la escuela habían ejercitado a Juanita en las categorías gramaticales. Ella nunca había comprendido la diferencia entre sustantivos, verbos y adverbios. Pero ahora era evidente que su dificultad con la gramática no se debía a una incapacidad de trabajar con categorías lógicas. Era otra cosa. Simplemente no le había encontrado un propósito a la empresa. No había sido capaz de hallarle ningún sentido a la gramática en cuanto a para que podía servir. Y cuando había preguntado para que era, las explicaciones dadas por sus maestros parecían manifiestamente deshonestas. Dijo que se le había respondido que "la gramática te ayuda a hablar mejor".

RETRASO DEMENTE HACE PORQUE DULCE CONEJO GRITA

LOBO ATRACTIVO AMA POR ESO LA DAMA ATRACTIVA ODIA

HOMBRE FEO AMA PORQUE PERRO FEO ODIA

LOBO FURIOSO ODIA PORQUE LOBO DEMENTE SALTA

RETRASO ATRACTIVO GRITA POR ESO EL RETRASO ATRACTIVO ODIA

DELGADO CONEJO CORRE PORQUE LOBO GORDO SALTA

DULCE CANGURO SALTA UNA DAMA GORDA CORRE

Poesía concreta de Juanita

En realidad, rastrear la conexión entre el aprendizaje de la gramática y el mejoramiento del habla requiere una perspectiva mas distanciada del complejo proceso de aprender el idioma que la que podía tener Juanita a la edad en que tropezó por primera vez con la gramática. Seguramente no veía ninguna manera en que la gramática pudiera ayudarle a hablar, ni pensaba tampoco que necesitara ayuda alguna para eso. Por lo tanto aprendió a acercarse a la gramática con resentimiento. Y al igual que para la mayoría de nosotros, el resentimiento garantizo el fracaso. Pero ahora, al tratar de hacer que la computadora generara poesía, sucedió algo notable. Se encontró clasificando las palabras en categorías, no porque le habían dicho que tenía que hacerlo sino porque lo necesitaba. A fin de "enseñar" a su computadora a construir hileras de palabras que parecieran inglés, tenía que "enseñarle" a elegir palabras de la clase apropiada. Lo que aprendió de gramática a partir de esta experiencia con una maquina fue cualquier cosa menos mecánico o rutinario. Su aprendizaje fue profundo y pleno de sentido. Hizo algo más que aprender definiciones para determinar clases de gramática. Comprendió la idea general de que las palabras (como las cosas) pueden colocarse en diferentes grupos o conjuntos, y que al hacerlo podía serle útil. No sólo "comprender" la gramática, también modifico su relación con ella. La gramática era "suya", y durante en su año con la computadora, incidentes como este ayudaron como éste ayudaron a Juanita a cambiar su imagen de sí misma. Su rendimiento también cambió; sus notas, anteriormente de bajas a medias, se convirtieron en sobresalientes durante sus restantes años en la escuela. Aprendió que después de todo podía ser "un cerebro".

Es fácil comprender por qué las matemática y la gramática no llegan a tener sentido para los niños cuando tampoco llegan a tenerlo para ninguna de las personas que los rodean, y por qué ayudar a los niños a que les encuentren sentido requiere algo más que el que un maestro diga el discurso apropiado o ponga en el pizarrón el diagrama correcto. He preguntado a muchos maestros y padres que pensaban que era la matemática y por qué era tan importante aprenderla. Pocos tenían una noción de la matemática lo suficientemente coherente como para justificar la dedicación de varios miles de horas de la vida e un niño aprenderla, y los niños captan esto. Cuando un maestro le dice a un alumno que el objetivo de todas esas horas de aritmética es ser capaz de controlar la cuenta del supermercado simplemente no se le da crédito. Los chicos ven tales "razones" como un ejemplo más de la duplicidad de los adultos. El mismo efecto se logra cuando se les dice que la matemática escolar es "divertida", cuando están bien seguros de que los maestros que dicen tal cosa dedican sus horas de ocio a cualquier cosa menos a esta actividad supuestamente llena de gracia. Y tampoco sirve decirles que necesitan la matemática para llegar a ser científicos: la mayoría de los niños no tiene semejante proyecto. Los chicos perciben perfectamente que al maestro la matemática no le gusta más que a ellos y que la única razón de aprenderla es simplemente que figura en el programa. Todo esto desgasta la confianza de los niños en el mundo adulto y en el proceso educativo. Y pienso que introduce un profundo elemento de deshonestidad en la relación educativa.

Los niños perciben la retórica escolar sobre la matemática como falsedad. A fin de remediar esta situación debemos reconocer primero que la percepción del niño es fundamentalmente correcta. La clase de matemática que se impone a los niños en las escuelas no tiene sentido, ni es divertida, ni siquiera muy útil. Esto no significa que un chico determinado no pueda convertirla en un juego personal valioso y placentero. Para algunos el juego está en conseguir notas; para otros e ser más listos que el maestro y el sistema. Para muchos, la matemática escolar es placentera en su repetitividad, precisamente porque es tan estúpida y disociada que brinda un refugio donde no tener que pensar sobre lo que sucede en el aula. Pero todo lo que esto prueba es el ingenio de los chicos. No es una justificación para la matemática escolar el decir que a pesar de su monotonía intrínseca, los niños inventivos pueden hallar en ella excitación y sentido.

Es importante recordar la distinción entre la Matemática – un vasto territorio de investigación cuya belleza rara vez sospechan los no matemáticos – y una cosa diferente que llamaré matemática escolar.

Considero a la "matemática escolar" una construcción social, una especie de QWERTY. Un conjunto de accidentes históricos (que enseguida se analizarán) determinaron la selección de ciertos temas matemáticos como el bagaje matemático que deberían portar los ciudadanos. Al igual que la disposición QWERTY de las teclas de la máquina de escribir, la matemática escolar si tenía cierto sentido en determinado contexto histórico. Pero, al igual que QWERTY, se ha enquistado también que la gente la toma como obvia e inventa racionalizaciones para justificarla mucho después de la desaparición de las condiciones históricas que el daban sentido. En realidad, para la mayoría de las personas de nuestra cultura es inconcebible que la matemática escolar pueda ser muy diferente: esta es la única matemática que conocen. Con el fin de romper este círculo vicioso, conduciré al lector a una nueva área de la matemática, la geometría de la tortuga, que mis colegas y yo hemos creado como una primer área de matemática formal para los chicos, mejor y más significativa. Los criterios de diseño de la geometría de la tortuga se comprenden mejor observando algo más detenidamente las condiciones históricas responsables de la forma de la matemática escolar.

Algunas de estas condiciones históricas fueron pragmáticas. Antes de que existieran las calculadoras electrónicas era una necesidad social práctica que muchas personas estuvieran "programadas" para realizar operaciones tales como una división larga con rapidez y exactitud. Pero ahora que podemos adquirir calculadoras baratas debemos reconsiderar la necesidad de invertir varios cientos de horas de la vida de cada niño para el aprendizaje de tales funciones aritméticas. No pretendo negar el valor intelectual de ciertos conocimientos, en realidad, de muchísimos conocimientos numéricos. Lejos de ello. Pero ahora podemos seleccionar estos conocimientos sobre bases coherentes y racionales. Podemos liberarnos de la tiranía de las consideraciones superficiales y pragmáticas que dictaron las elecciones pasadas respecto a que conocimientos debían ser aprendidos y a qué edad.

Pero la utilidad fue solo una de las razones históricas de la matemática escolar. Otras eran de naturaleza matética. La matética es el conjunto de principios orientadores que rigen el aprendizaje.

Algunas de las razones históricas de la matemática escolar tuvieron que ver con lo que era aprendible y enseñable en la era pre-computacional. Tal como yo lo veo, un factor fundamental que determinó que matemática se incorporaba a la matemática escolar fue lo que podía realizarse dentro del marco de las aulas escolares con la tecnología de lápiz y papel. Por ejemplo, con lápiz y papel los chicos pueden dibujar gráficos. De manera que se decidió hacer que los niños dibujaran muchos gráficos. Las mismas consideraciones influyeron en el énfasis sobre ciertas clases de geometría. Por ejemplo, en la matemática escolar la "geometría analítica" se ha vuelto sinónimo de la representación de curvas mediante ecuaciones. A consecuencia de ello toda persona educada recuerda vagamente que $y=x^2$ es la ecuación de la parábola. Y aunque la mayoría de los padres tiene escasísima idea de la razón por la que todos deben saber esto, se indigna cuando sus hijos no lo saben. Supone que debe haber una razón profunda y objetiva conocida por aquellos que entienden mejor estas cosas. Irónicamente, su matemafobia impide a la mayoría de la gente tratar de examinar aquellas razones con mayor profundidad y así la deja a merced de los autodesignados especialistas en matemática. ¡Muy pocas personas sospechan alguna vez que la razón de lo que se incluye y lo que no se incluye en la matemática escolar podría ser tan crudamente tecnológica como la sencillez de la producción de parábolas con un lápiz! Esto es lo que más profundamente podría cambiar en un mundo rico de computadoras: la gama de construcciones matemáticas producidas con facilidad se ampliaría enormemente. Otro factor matético en la construcción social de la matemática escolar es la tecnología de la calificación. Una lengua viva se aprende hablando y no necesita un maestro que verifique y califique cada oración. Una lengua muerta requiere una "retroalimentación" constante de un maestro. La actividad conocida como "sumas" cumple esta función de retroalimentación en la matemática escolar. Estos pequeños y absurdos ejercicios repetitivos tienen solo un mérito: son fáciles de calificar. Pero este mérito les ha conseguido una firme ubicación en el centro de la matemática escolar. En pocas palabras, sostengo que la matemática escolar está fuertemente influida por lo que parecía enseñable cuando la matemática se enseñaba como una materia "muerta", utilizando las tecnologías primitivas y pasivas de palitos y arena, tiza y pizarrón, lápiz y papel. El resultado fue un conjunto intelectualmente incoherente de tópicos que viola los principios matéticos más elementales acerca de lo que hace que determinado material sea fácil de aprender y otro casi imposible.

Enfrentada con la herencia escolar, la educación matemática puede adoptar dos enfoques. El enfoque tradicional acepta la matemática escolar como una entidad dada y se esfuerza por hallar modos de enseñarla. Algunos educadores emplean computadoras para este propósito. De tal modo, paradójicamente, la aplicación más común de estas en la educación ha sido la de obligar a tragar material indigerible remanente de la época pre-computacional. En la geometría de la tortuga la computadora tiene un uso totalmente distinto. Allí se utiliza como un medio matemáticamente expresivo, que nos libera para diseñar personalmente tópicos matemáticos significativos, intelectualmente coherentes y fáciles de aprender para los chicos. En lugar de plantear el problema educacional en términos de "cómo enseñar la matemática" o, más en general, como reconstrucción del conocimiento de manera tal que no se requiere un gran esfuerzo para enseñarlo.

Todo el "desarrollo de currículum escolar" podría describirse como "reconstrucción del conocimiento". Por ejemplo, la Matemática Moderna, producto de la reforma curricular de la década del 60, hizo un cierto intento de modificar el contenido de la matemática escolar. Pero no pudo ir muy lejos. Se atascó en tener que hacer sumas, bien que sumas diferentes. El hecho de que las nuevas sumas trataran de conjuntos en vez de números, o la aritmética sobre base dos en lugar de base diez, no produjo una gran diferencia. Más aún, la reforma de la matemática no ofreció un desafío a la inventiva de los matemáticos creativos y así no adquirió nunca la chispa de entusiasmo que marca los productos de un pensamiento nuevo. El hombre mismo –"Matemática Moderna"- era inapropiado. Había muy poco de nuevo en su contenido matemático: no provenía de un proceso de invención de la matemática de los niños sino de uno de trivialización de la matemática de los matemáticos. Los chicos necesitan y merecen algo mejor que una selección de fragmentos de la vida matemática. Como la ropa que se transfiere a los hermanos más pequeños, nunca les queda bien.

La geometría de la Tortuga se inició con el objetivo de adaptarse a los niños. Su criterio de diseño fue que fuera apropiable. Por supuesto que debía tener un contenido matemático serio pero veremos que la apropiabilidad y el pensamiento matemático serio no son en absoluto incompatibles. Por el contrario: terminaremos comprendiendo que parte del conocimiento más personal es también el más profundamente matemático. En muchos sentidos la matemática –por ejemplo la del espacio y el movimiento y las pautas de acción repetitiva- es lo que más naturalmente llega a los niños. En esta matemática afirmamos la raíz primaria de la geometría de la Tortuga. A medida que mis colegas y yo elaboramos estas ideas, una cantidad de principios han dado mayor estructuración al concepto de una matemática apropiable. **Primero, estaba el principio de continuidad: la matemática no debe tener solución de continuidad con un sólido conocimiento personal del cual pueda heredar un sentido de calidez y valor así como de competencia "cognoscitiva". Luego estaba el principio de poder: debe dar al estudiante el poder de realizar personalmente proyectos significativos que no podrían llevarse a cabo sin ella. Por último estaba el principio de resonancia cultural: el tópico debe tener sentido en términos de un contexto social más amplio.**

He hablado de que la geometría de la tortuga tiene sentido para los niños. Pero no lo tendrá realmente para ellos si no es aceptada también por los adultos. Una matemática digna para los chicos no puede ser algo que nos permitimos infligirles, como un remedio desagradable, aunque no veamos ningún motivo para tomarlo nosotros mismos.