

NEUROLOGÍA, GEOMETRÍA Y DIDÁCTICA

José Rodríguez

Profesor Universidad de los Andes

Bogotá, Colombia

orodrig@uniandes.edu.co

Resumen

Se destaca la importancia y necesidad pedagógica de estimular un estilo de enseñanza en el cual la geometría vaya de la mano del álgebra formando un dúo rico en retos de diversos tamaños y sabores.

1. Introducción

No todas las células cerebrales son neuronas. Hay algunas células, llamadas totipotentes, que se comportan como pre-neuronas, las cuales pueden activarse y convertirse en verdaderas neuronas y especializarse según la necesidad. Este es uno de los mecanismos por los cuales el cerebro tiene maleabilidad neuronal aún a edades avanzadas y aún bajo enfermedades fuertes. Nuestra conclusión es que la capacidad de aprendizaje del cerebro es algo efectivo a toda edad y bajo toda circunstancia.

Esto debe enseñarse a todos claramente pues esto infunde esperanza. Para entender la importancia de la esperanza podemos considerar un experimento clásico: se tomó un ratón y se metió en un balde con agua, de tal manera que el ratón no pudiese salir. A los treinta minutos el ratón se ahogó. Se tomó un segundo ratón y se metió en el mismo balde con agua pero a los diez minutos se le ofreció un palito, el ratón lo tomó y tuvo descanso. Pero después se le quitó el palito. Dicho ratón no se había muerto aún a la hora y media de estar luchando contra el hundimiento. Lo que eso significa es que cuando hay una esperanza fundada, los seres vivos convierten dicha esperanza en fuerza para vivir, en poderosa energía para luchar.

Hay una esperanza muy bien fundamentada en las posibilidades de aprendizaje de todo cerebro, en toda edad y bajo toda circunstancia. Esta esperanza debe alimentarse activamente en toda persona para que ella pueda descubrir la alegría de superar toda expectativa.

Por lo tanto, vale la pena enseñar a cualquier ser humano.

Pero hay diversa maneras de enseñar, unas más efectivas que otras. Quisiera llamar la atención del lector sobre una manera trágica de enseñar matemáticas.

2. Cálculo simbólico

Uno de los grandes avances de la computación ha consistido en pasar de manipulaciones de números a manipulación de símbolos. Esto ha permitido que programas automáticos elaboren fórmulas generales para derivación, integración, manipulación de matrices y de tensores.

Paralelamente, el desarrollo formal de las matemáticas es tan alto que ahora es posible especializarse en desarrollos simbólicos, en el sentido que con sólo saber las reglas de sintaxis del tema pueden resolverse problemas, pasar exámenes y publicar artículos.

Esto demuestra que la mente humana es capaz de convertirse en un procesador simbólico de alto poder.

Me he dado cuenta de que es muchísimo más fácil programar un estudiante para que sea procesador de cálculo simbólico que aceptar la difícil tarea de motivarlo a entender y exigirle que lo haga. Esto es particularmente trágico en la enseñanza del álgebra lineal, donde entender significa unir visualizaciones geométricas a reglas sintácticas de manera natural, funcional y efectiva.

Manejar el cálculo simbólico permite pasar el parcial y produce la alegría de haber sobrevivido en este valle de lágrimas. Entender produce una alegría innata que da fuerza para seguir luchando a pesar de haber perdido el parcial. Me parece que las personas que se preocupan por entender generan entendimientos erróneos y pueden llegar a equivocarse más que los calculadores simbólicos. Pero cuando sus concepciones erróneas son clarificadas, su éxito es mayor: entienden más fácilmente, no trasnochan, no necesitan drogas para sobrepasar la tensión, aprender para rato y no temen enfrentarse a grandes desafíos.

Me parece tan importante enfatizar el papel de la geometría en el proceso de aprendizaje y de entendimiento que quisiera elaborar el tema un poco más.

3. Las dos piernas del rebusque

Uno de los grandes misterios que me intrigan es el de la supervivencia de la generalidad de los colombianos dado que hay trabajo para muy pocos. He podido notar que en este proceso de supervivencia la estrategia del caracol es fundamental. Al mismo tiempo me he dado cuenta de que la ley del rebusque implica una alta movilidad a pie: si se trata de un hombre, por hacer un pequeño negocio, vender una camiseta o un par de medias, se recorren 100 cuadras en 2 horas o 400 en unas 4 horas. Si se trata de una señora, se andan 40 o 50 cuadras para ir a limpiar el piso de alguna casa o para recoger una limosna en comida. La señora puede ser jefe de hogar y puede ir acompañada de sus dos hijos pequeños y llevar su último bebe en los brazos.

En realidad, a mi no me impresiona que a los niños les toque caminar grandes distancias. Lo que me exalta es que ellos puedan hacerlo. En todos los casos, los niños tienen sus dos piernas en perfecto estado. No he podido ver que pasa con niños con defectos en sus piernas. Indudablemente que se quedan presos en casa sin poder salir: su movilidad es inmensamente restringida aún a pesar de la posibilidad de andar con muletas.

El hecho es entonces que si un niño tiene dos piernas entonces puede recorrer a pie grandes distancias y si no las tiene es como si no existiera. Veamos ahora la contraparte de este hecho en pedagogía de la matemática.

Los seres humanos tienen cerebro con dos hemisferios. Los estudios en neurología revelan que en los varones hay especialización: un hemisferio tiene la posibilidad de llegar a ser muy bueno en geometría, mientras que el otro puede llegar a ser muy bueno en conceptos verbales y algebraicos. En las mujeres la especialización es menor, pero su capacidad verbal es buena en ambos hemisferios, mientras que su capacidad geométrica es comparativamente débil en ambos lados. El resultado es que una niña se expresa a los 6 años mucho mejor que muchos varones a los 30 o 40 años. Pero por otro lado, la imaginación geométrica y, por tanto, la habilidad mecánica de los varones es mucho mejor que la de las niñas. Como en los seres vivos hay variabilidad, sin duda que todos conocerán excepciones a estas reglas.

Me parece que ha habido una corriente cultural de cultivar en la enseñanza de las matemáticas una línea muy algebraica, muy verbal. Eso podemos explicarlo alegando que el auge de los computadores y la necesidad de programarlos da un lugar predilecto a la corriente verbal, la cual produce estudiantes mas o menos fuertes en manipular fórmulas, como quien dice, en cálculo simbólico.

El resultado de esta educación es clara: al llegar a la universidad se sufre mucho. No es por inteligencia, porque llegan muchachos y muchachas muy inteligentes. Es por formación: no tienen entrenamiento en manejar conceptos geométricos y hacen lo posible por evitarlos.

Se sufre mucho. Se sufre tanto como podría hacerlo un niño que en una sola pierna y con muletas tanga que atravesar toda la ciudad.

Qué razón tengo yo para asegurar que no saber geometría es como andar en una sola pierna? Tengamos en cuenta eso del cerebro: no saber geometría es, al menos para los varones, como usar un solo hemisferio. Es como perder medio cerebro. Aunque en realidad, no es tan claro si perder medio cerebro sea algo grave: a algunos pacientes se les ha hecho daños significativos en el cerebro pero conductualmente se comportan de manera normal, excepto en algunas condiciones extremas. Así que propongamos otras razones.

Consideremos el cálculo, materia obligada en la gran mayoría de programas de todas las ciencias e ingenierías. Aunque los matemáticos han demostrado que todos los problemas de cálculo pueden resolverse sin dibujos, en realidad no hay un solo de esos matemáticos que no se haya guiado por intuiciones geométricas al hacer sus demostraciones. Por otro lado, muchas cosas demasiado complicadas de escribir quedan exquisitamente claras al ser dibujadas: tal es el caso del cálculo vectorial. Resulta entonces que saber dibujar, o saber imaginar dibujos es algo que disminuye impactantemente la complejidad de las matemáticas usuales. A tal grado que los profesores que manejan una versión geométrica del álgebra lineal tienen que estudiar mucho menos que los profesores, generalmente novicios, que manejan sólo el formalismo algebraico.

Hasta el día de hoy nadie ha podido explicar claramente porque la combinación de verbo y geometría es tan poderosa, pero el hecho empírico es que lo es. Permítaseme proponer una explicación: En primer término, la geometría también tiene información algebraica, tal como fue explotado por Descartes en su geometría analítica. Es por eso que la geometría es ayuda para atacar problemas algebraicos. En segundo lugar, debido a que el mundo que habitamos es tridimensional y que desplazarse es tan importante para la supervivencia, una imaginación visual, geométrica, es de mucha ayuda. Hay que ver ahora que los animales son muy buenos en análisis geométrico. De hecho, son tan increíblemente buenos, que todos los expertos en computación gráfica se maravillan de sus posibilidades visuales. Como cuarto punto, las matemáticas son creaciones de humanos y por

tanto deben reflejar los dos componentes básicos de su estructura: verbo y geometría. Sumando los cuatro puntos, tenemos que los seres humanos tienen en su capacidad visual una herramienta poderosa y refinada que puede ser utilizada para resolver problemas analíticos, verbales.

4. El problema de la complejidad

La geometría es la danza, el verbo es la poesía. Con poesía y danza se tiene suficiente para ser feliz. Para ser muy feliz. Lo malo de todo es que también hay que comer y vestirse. Y eso cuesta. La solución es trabajar y lograr que uno sea respetado en su trabajo. Mi experiencia es que uno puede ganarse la vida con verbo y danza, pero para mí eso no ha sido fácil. Muchas, muchísimas, cosas me costaron y me cuestan mucho trabajo y mi disciplina de estudio y de trabajo sigue siendo dura.

La teoría de la complejidad asegura que mi caso lejos de ser único es el de todas las personas: la complejidad es inherente al quehacer humano, al quehacer pedagógico, a toda actividad de aprendizaje.

En materia de pedagogía, nuestro país ha sido gobernado en los últimos años por la idea de que la educación ha de ser didáctica, cuyo objetivo es hacer que el aprendiz se sienta en el cielo a la hora de aprender. Estudiemos esto con más calma.

En lo referente a la complejidad de la pedagogía, definitivamente ya pasamos la época del bla-bla-bla. Aunque las investigaciones son inconclusas, es claro que tenemos resultados muy concretos que dicen que la pedagogía es un arte complicado, excesivamente complicado. Vea por ejemplo:

<http://taylorandfrancis.metapress.com/index/9EF5297GNR8C6YA8.pdf>

Seguramente algunos compartan conmigo la idea de que todas las cosas pierden su complicate si uno encuentra la manera adecuada de verlas. Para el caso del análisis, de los cálculos, eso se logra desarrollando, cultivando, la visión geométrica. Pero seguramente habrá más aspectos a considerar. Por eso tenemos grandes profesores que son unos magos haciéndose entender de sus alumnos. Pero si bien tales magos existen, son muy pocos y su magia se restringe a casos por ellos muy bien conocidos y que sobra decir, son mas bien pocos.

Por lo tanto, importante como pueda ser la pedagogía, su papel es muy limitado. El balance de ambas cosas, la importancia y la limitación, es muy impresionante si uno estudia el papel de la mamá en la enseñanza del idioma: la mamá es muy importante, es trascendente, pero no es la mamá, ni el medio, ni la universidad la que le enseña a uno el lenguaje. Aprender el lenguaje es aprender a expresarse por escrito y eso sólo se logra batallando contra uno mismo en una guerra interminable.

Opino, por tanto, que es hora de terminar con esa farsa de que las aulas son pedagógicas o didácticas. Lo son siempre y cuando se restrinjan a enseñar boberías. Qué pueden ser entonces las aulas? Influenciado por los grandes profesores, hace algún tiempo pensaba que las aulas podrían ser un lugar donde uno podría aprender a esforzarse con alegría. Qué significa eso?

El otro día iba en la ciclo vía en una bajada y de pronto me pareció que yo iba muy rápido. Me sonó también el viento en las orejas que me sentí encantado. Estaba yo experimentando ese placer cuando oí un zumbido y al darme cuenta de donde venía supe que eran unos adolescentes que me pasaron a toda velocidad. Entre ellos iba una jovencita con un body rosado y pintas moradas. Cuando volví en mí, pues quedé privado del asombro, decidí perseguirlos para ver si los podía alcanzar, lo cual no me parecía improbable porque soy muy resistente. Y en efecto, yo ya iba alcanzando a la jovencita cuando apareció un semáforo aislándome para siempre de ella y de sus amigos.

Para que esos jóvenes volaran como el viento tenían que esforzarse al límite. Lo que hay que resaltar es que nadie los estaba empujando. Eso es esforzarse con alegría. Algún día soñé eso para las aulas. Pero he visto tanto sufrimiento en las aulas que definitivamente creo que eso tampoco es una ilusión realista, aparte de misteriosas excepciones. Soy consciente de que hay profesores excelentes. Pero son tan poquitos y tan exclusivos. Y lo peor de todo es que ellos jamás dicen cómo se puede ser como ellos. Pero, ¿cómo van a decirlo? si en general no lo saben!

En el momento actual, las aulas son para mí un lugar donde se ofrecen oportunidades de mejorar la lucha consigo mismo. Para lograr eso, soy partidario de que haya libertad de cátedra, variabilidad de niveles de exigencia, riqueza de modos de ser, diferencias en el tipo y cantidad de motivaciones. Consignado todo en un slogan podemos decir: de la variabilidad de los constituyentes sale la magnificencia de las instituciones. Hallar un balance es casi que imposible, y uno tiene que aceptar que a veces uno se ladea hacia un lado o hacia el otro. De momento creo que hay un sesgo hacia la pedagogía dominada por el trabajo fácil o bien por

un nivel de exigencia que no tiene respuesta: nadie tiene suficiente inteligencia para entender tantas cosas que hoy en día se enseñan en tan poco tiempo. Ambos extremos, el fácil y el difícil, producen el mismo resultado: la proliferación de oficinas de asesoría para la elaboración de trabajos y sobre todo de tesis. Incluso ha llegado a ser posible encargar la elaboración total de una tesis. Qué podemos hacer para mejorar? Mucho, sigue un ejemplo.

5. La trascendencia del jardín infantil

Usualmente al jardín se le asigna la tarea de ocupar a los bebés mientras que los papás trabajan. Quisiera proponer un papel básico y natural para el jardín cuando la problemática de la pedagogía se ve a la luz de la teoría de la complejidad.

Como he dicho, he visto muchísimo sufrimiento en las aulas. Incluso algunos suicidios se asocian con la tensión académica sobre todo cuando se amplifica en el seno de una familia intransigente, que puede ser aquella a la que le cuesta cada centavo que invierte en la educación de los hijos.

Creo que buena parte del dolor puede minorizarse con un simple cambio en la mentalidad estudiantil: hay retos alcanzables que el estudiante debe conseguir no importa lo que tenga que esforzarse. Para lograr que un esfuerzo continuado se convierta en algo agradable, uno debe saber que después de haber cumplido con el reto hay una gran satisfacción personal. Un sentido de realización. Una alegría de llenura. Ese sentimiento debe aprenderse en el jardín infantil.

Para lograr su cometido, la profesora del jardín debe poner, además de tareas, retos a sus estudiantes. Esto está de acuerdo con la psicología del niño pues he visto que los niños se ponen retos a ellos mismos por rutina: el otro día vi a un sobrino que se propuso pasar una banquita por entre la pata de una mesa y la pared. Desde que empezó su trasteo yo ya sabía que no podría, pues la medida más angosta de la banquita tenía un sobrecupo de algo así como un centímetro. El niño trato de una manera, de otra, exploró toda las variantes que a mí no se me hubiesen ocurrido, volvió a tratarlas, no pudo pero no se dio por vencido: palanqueó ligeramente la pata de la mesa y logró pasar.

Cuando los niños cumplan los retos, la profesora podrá felicitarlos, abrazarlos, darles un beso, aplaudirlos, pasarlos adelante. Cuando el niño madure, introvertirá ese refuerzo y quedará condicionado para ponerse y cumplir retos personales en la dirección de la cultura matemática, lo cual le generará una alegría que lo

capacitará para luchar por retos cada vez mayores.

Tengo la tentación de decir que si este trabajo de condicionamiento no se hace en el jardín, después es demasiado tarde. Pero eso es falso: entre mis alumnos tengo demasiada gente que con muy malas bases se ha puesto las pilas y se ha propuesto ganar su materia. En muchos casos lo han logrado. En otros no. Pero lo que queda claro es que el estudiante que es desafiado tiene la opción de responderle al reto. Veo bien que el profesor celebre esos éxitos y que, si lo desea, los celebre gloriosamente. En realidad no es para menos. Con todo, mi propia ceremonia no es muy exuberante: subo la nota de quien mejora sensiblemente y lo hago públicamente.

6. Conclusión

Las matemáticas son intrínsecamente complicadas y lo son tanto que ofrecer una educación tipo paraíso resulta muy sospechoso. Con todo, parte de la complicación es semejante a la que podría percibir un niño al recorrer a pie toda la ciudad. Es maravilloso que los niños puedan recorrer a pie grandes distancias y todo se debe a que tienen dos piernas. De igual modo, todo aprendiz de las matemáticas tiene el equivalente a sus dos piernas: ataque geométrico y ataque verbal. Combinando esas dos formas de atacar los problemas, todo estudiante, sin distinción de sexo o raza o formación, puede llegar muy lejos o de lo contrario correr el riesgo de no poder salir a ninguna parte.