

PANEL: EDUCACION MATEMATICA EN GRUPOS CULTURALMENTE DIFERENCIADOS

COORDINADOR: UBIRATAN D'AMBROSIO.

PANELISTAS: EDUARDO SEBASTIANI FERREIRA.

PAULUS GERDES.

ELADIO DOMINGUEZ.

INTRODUCCION AL PANEL

Ubiratan D'Ambrosio

Universidad de Campinas. Brasil.

O panel sobre EDUCACION MATEMATICA EN GRUPOS CULTURALMENTE DIFERENCIADOS se reuniu nos dias 24 e 27 de setembro, 2 horas em cada sessão. Na primeira sessão foi feita uma introdução ao tema e foram feitas as apresentações dos panelistas Eduardo Sebastiani Ferreira (Brasil), Paulus Gerdes (Moçambique) e Eladio Domínguez (Espanha). Na segunda sessão foram consideradas perguntas e comentários dos assistentes. Ambas as sessões contaram com uma presença média de 80 participantes.

A primeira sessão foi dedicada a apresentações dos panelistas. Os resumos estão em anexo. Na segunda sessão muitas perguntas e comentários foram dirigidos ao panel. Iniciou-se a sessão com comentários do Professor Emanuel Lizcano (Madrid) relacionando o pensamento matemático com o pensamento religioso, sobretudo no que se refere ao dogmatismo e conceito de absolutismo associado com a matemática atual. As relações entre diversas actividades humanas, tais como modos de propriedade e produção, relações de trabalho e monetarismo, e o desenvolvimento da matemática foram mencionadas. Dentre as perguntas dirigidas ao Professor Eladio Domínguez algumas se referiram a detalhes sobre a sua e outras experiências com cegos na Espanha e no exterior. Também foram feitas perguntas sobre cognição entre os chamados "menosválidos", tendo sido sugerido pelo Professor Domínguez que esta é uma área pesquisa de grande importância. Ao Professor Eduardo Sebastiani Ferreira foram feitas perguntas principalmente sobre métodos de pesquisa etnográfica e sobre algumas de suas experiências no trabalho com índios. Também foram feitos comentários sobre o papel da etnomatemática nos currículos de primeiro e segundo graus e sobre o problema específico dos grupos marginais numa sociedade industrializada, perguntas também respondidas pelo Professor Ferreira baseado nos seus trabalhos em favelas na região de Campinas. Deu-se nesse momento a intervenção do Professor Sergio Roberto Nobre (Rio Claro, SP, Brazil) que relatou sua experiência no estudo da matemática envolvida no "jogo do bicho", uma espécie de loteria popular no Brasil. Em perguntas dirigidas ao Professor Paulus Gerdes, este teve oportunidade de mencionar seus trabalhos com culturas distintas de Moçambique e o esforço para incluir nos seus cursos elementos da cultura africana que revelam preocupações, nas várias épocas, com questões de natureza matemática e mostrar como eram essas questões atacadas, muitas vezes com métodos que lembram os métodos hoje correntes na Matemática Ocidental. No curso das intervenções discutiu-se também se Etnomatemática é uma denominação adequada para designar o conjunto de pesquisas e estudos que são actualmente feitos nesse campo.

Nesse panel nos referiremos essencialmente a um programa de pesquisa que vem crescendo em repercussão e vem se mostrando uma

alternativa válida para um programa de acção pedagógica, usualmente chamado Etnomatemática, e que é um programa no sentido lakatosiano e propõe um enfoque epistemológico alternativo associado a uma historiografia mais ampla. Parte da realidade e chega, de maneira natural e através de um enfoque cognitivo com forte fundamentação cultural, à acção pedagógica. O programa encontra suas raízes nos vários enfoques mais abrangentes sobre a história das ciências, como aquele iniciado por Boris Hessen e aprimorado por J.D. Bernal, a uma insatisfação epistemológica que traçamos a Sextus Empiricus e que chega modernamente a Paul Feyerabend e Philip Kitcher, a um enfoque à cognição e cultura que tem em L. Vigotsky um de seus primeiros e mais representativos defensores. A crítica às instituições que, iniciando-se no pós-guerra cresce nos anos 60 e tem seu apogeu nos movimentos estudantis de 1968, vem focalizar o sistema escolar e destacar, como mostra Paulo Freire, que a escola tem primordialmente uma função libertadora.

Ao procurar entender a história do conhecimento científico e do processo de desenvolvimento dos países que então se liberavam do regime colonialista, processo esse que enfatiza ciência e tecnologia, e ao procurar entender, comparativamente, nesses "novos" países da chamada periferia e nos países centrais, industrializados, os objetivos da educação matemática destacamos os aspectos socio-culturais como fundamentais para se responder a questão então e ainda essencial "Por que Ensinar Matemática?". Isto se deu há muitos anos e contraria as principais correntes de Educação Matemática. Nossa postura no panel resulta de um questionamento às prioridades científicas para os países e desenvolvimento e de um apelo a uma visão não eurocêntrica à história do conhecimento científico. A complexidade de se colocar toda a população de países altamente industrializados, como é o caso dos Estados Unidos da Europa, num nível educacional compatível com o grau de desenvolvimento do país, mostra a importância da dimensão sócio-cultural e política na educação matemática. Enquanto já se havia reconhecido essa dimensão nos programas de alfabetização, sobretudo graças aos trabalhos pioneiros de Paulo Freire, no currículo, como Michael Apple mostrou de forma clara e definitiva, na linguagem, graças sobretudo aos trabalhos de Cecil Bernstein e nas várias disciplinas das chamadas humanidades, as ciências e sobretudo na Matemática parecem pertencer a um universo educacional distinto. O pensamento dominante é a precisão absoluta, intocável, da Matemática, sem qualquer relacionamento mais íntimo com o contexto sócio-cultural e muito menos político. As demais ciências almejam essas mesmas características. Quando muito há algumas concessões do estilo "curiosidades", mais como folclore, de como tribos "primitivas" contam e medem, de como o povo inculto faz suas contas e medições, sobretudo graças às pesquisas de antropólogos, sociólogos e psicólogos. Também ao se falar em pesquisa científica, em particular Matemática, é questão fechada o posicionamento de um divórcio total do contexto socio-cultural e político. Igualmente, a complexidade de se levar ciência e criar um ambiente de pesquisa nos países do chamado Terceiro Mundo representam um notável desafio e questões como "porque ciência", e sobretudo "que ciência", passam a ser fundamentais na organização dos programas de ensino e pesquisa desses países. De que maneira criar um ambiente científico e em especial matemático, com produção de pesquisa, capaz de atrair jovens brilhantes para a carreira científica e que vá de encontro aos anseios do povo e aos projectos nacionais para desenvolvimento. Dessa maneira temos

que abordar, em paralelo, questões relativas a esse campo novo da sociologia que é hoje conhecido como "Ciência, Tecnologia e Sociedade". Nesse panel procuraremos conceituar o conhecimento da realidade global dos vários ambientes culturais e conceituar etnociência e etnomatemática como uma alternativas epistemológicas e pedagógicas mais adequadas às diversas realidades socio-culturais do que a Ciência e a Matemática estruturadas e ensinadas da maneira usual. Também abordaremos aspectos específicos para povos e grupos sem linguagem escrita e populações urbanas marginais.

Na nossa proposta de se examinar "Por que Educação Matemática?" está implícita a proposta de se perguntar "Por que Matemática?", do ponto de vista histórico, e portanto social e político, do ponto de vista cognitivo e naturalmente do ponto de vista pedagógico. Uma "aproximação" etimológica mostrou-nos que efetivamente etnomatemática é o nome mais adequado para esse programa abrangente sobre geração, transmissão, institucionalização e difusão do conhecimento. Nesse sentido, o panel conduz a uma revisão crítica de teorias correntes de cognição, epistemologia, história e política.

SOBRE A MULTI-CULTURALIZAÇÃO DA EDUCAÇÃO MATEMÁTICA

Paulus Gerdes

Universidade de Maputo. Moçambique.

Em países industrializados como a Grã-Bretanha, França e Estados Unidos, a necessidade de se reconsiderar toda a experiência escolar à luz do fracasso escolar de muitas crianças de comunidades minoritárias, é cada vez mais reconhecida. Aumenta a pressão para que o currículo escolar reflita a natureza multi-cultural dessas sociedades. Como as fronteiras coloniais herdadas raras vezes tomaram em conta as realidades culturais existentes, muitos países do Terceiro Mundo vêem-se hoje em dia, no difícil processo da construção de uma nação, confrontados com a mesma necessidade de "multi-culturalizar" seus currículos, incl. seu currículo matemático.

Para se poder falar em termos de uma "multi-culturalização do currículo matemático" parte-se da premissa fundamental de que a matemática é uma actividade pan-humana: cada povo, cada grupo cultural, cada grupo profissional, cada indivíduo cria e desenvolve a sua matemática [em certa medida particular (etnomatemática)]. Ao incorporar no currículo tradições matemáticas e outros elementos culturais de uma população para além de experiências pessoais, aumenta-se nos estudantes a autoconfiança cultural, social e individual nas capacidades matemáticas, e, deste modo, acelera-se o acesso à "matemática mundial", Com a integração do melhor de uma tradição (matemática) regional [por exemplo, da tradição dos "sona" da população Tchokwe no caso de Angola] no currículo nacional contribui-se para a valorização e desenvolvimento desta mesma tradição, revelando o seu potencial científico. O conhecimento envolvido torna-se menos monopolizado, menos regional, menos "tribal", estimulando assim o desenvolvimento de uma cultura verdadeiramente nacional, em que os diversos grupos "culturalmente diferenciados" mutuamente se respeitam, se conhecem, se enriquecem, se completam.

Para num dado país se poder avançar com a multi-culturalização do currículo matemático é necessário que, antes de mais, os responsáveis para o desenvolvimento do currículo e os professores de matemática saibam reconhecer e valorizar a

etnomatemática dos diversos grupos culturais. Neste âmbito, uma "consciencialização cultural" dos futuros professores de matemática desempenha um papel de extrema importância.

Multi-culturalizar um currículo é um processo infundável. Desenvolve-se no contexto do debate sobre como satisfazer as necessidades e as aspirações de um povo, no seio das nações do mundo inteiro. É um processo dialéctico onde se encontram, se (trans)formam e se enriquecem, mutuamente, cultura local, cultura nacional e cultura mundial. Educação Matemática multi-culturalizante pretende ser expressão de um humanismo profundo, dando valor às contribuições científicas de todos os povos do mundo, estimulando respeito e reconhecimento mútuo e aspirando ao bem estar e à paz internacionais.

Exemplos ilustrativos deste processo e referências bibliográficas serão apresentados.

TECNOLOGIAS DE LA INFORMACION EN UN UNIVERSO MATEMATICO
ACCESIBLE A LOS CIEGOS
Eladio Domínguez
Universidad de Zaragoza. España.

Introducción. En general, las metodologías y materiales didácticos disponibles en los entornos escolares responden a unos esquemas normalizados y están dirigidos a lo que se considera un alumno medio o estandard, sin tener en cuenta las particularidades de los entornos sociales de cada escuela concreta. Sin embargo, con frecuencia conviven en un mismo entorno escolar individuos que pertenecen a distintos grupos sociales, alguno de los cuales puede ser considerado como culturalmente diferenciado por no corresponder la cultura de su entorno social a la que es considerada como normal. Este es uno de los problemas más complejos con el que se encuentran los profesionales de la enseñanza con más frecuencia de la deseada.

Al problema derivado de la existencia de estos grupos diferenciados se añade el producido por el proceso de integración, de los individuos denominados minusválidos, en entornos escolares ordinarios. Este problema es multivalente por los numerosos factores que inciden en él: la dificultad de acceso a la información y los problemas de comunicación debidos a las deficiencias físicas, síquicas y motoras, la pluralidad de deficiencias posibles, la imposibilidad de que un profesor puede prever la existencia de un minusválido en su clase y las características especiales de su deficiencia, la singularidad que representan estos hechos en un aula y colegio concreto.

El objetivo es analizar la noción de integración, proponiendo el concepto de entorno accesible del que se deriva una metodología de integración, por lo menos más humana, que potencia la inserción real del minusválido en la sociedad a través de una tecnología apropiada. Dichos análisis son el resultado de dos años de investigación y experimentación con grupos en los que convivían ciegos y videntes. La metodología está basada en la consideración de un entorno escolar como un Sistema de Información, englobando los problemas derivados de la existencia de minusválidos en los propios del sistema. Esta metodología ayuda a crear una cultura universal sin subculturas diferenciadas.

Minusvalía. Por minusválido entendemos una persona que tiene limitada o anulada la posibilidad de realizar cierta actividad, considerada como normal por la sociedad, como consecuencia de una

discapacidad (es decir, de una restricción o ausencia de la capacidad de realizar una actividad en la forma, o dentro del margen, que se considera normal para un ser humano) debida a la existencia de una deficiencia (es decir, a la pérdida o anomalía de una estructura o función psicológica, fisiológica o anatómica).

Una deficiencia es un hecho constatable físicamente, la correspondiente discapacidad es una realidad objetiva, mientras que la minusvalía es un concepto socializado. Por ejemplo, una deficiencia, como puede ser la ceguera, impide el acceso directo a la información expresada en lenguaje ordinario escrito, lo que produce en el ciego una discapacidad para aquellas actividades que utilizan dicho medio para el intercambio de la información. Por ello la sociedad suele negar a los ciegos el acceso a dichas actividades, declarándolos minusválidos. Sin embargo, existen las suficientes experiencias que prueban que, un ciego, con la cultura y los medios tecnológicos apropiados puede, en muchos casos, realizar dichas actividades.

En la actualidad, existen personas ciegas trabajando como secretarios/as, analistas, profesores, ..., cuya competencia está limitada solamente por su capacidad intelectual y grado de profesionalidad. Ello significa que, en estos casos, el correspondiente entorno social ha dominado las discapacidades de dichos individuos, invalidando el calificativo de minusválido en cuanto a dicha actividad se refiere.

Una de las orientaciones más importantes en el campo de las minusvalías es la investigación y desarrollo conducentes a que todo individuo de la sociedad, independientemente de sus deficiencias, adquiera una cultura y tenga los medios necesarios para suplir o superar su discapacidad y poder realizar cualquier actividad de forma competitiva. Todo avance en dicho sentido permitirá que, progresivamente, personas que en la actualidad se encuentran en guetos, aislados por la sociedad, puedan insertarse en ella con pleno derecho.

Integración en entornos educativos. Tradicionalmente los minusválidos adquirirían su formación, en el mejor de los casos, en colegios especiales, cuyos medios materiales y humanos estaban especialmente adaptados a un tipo especial de deficiencia. La experiencia ha probado que dicha educación especial forma personas con una cultura diferenciada y un reforzamiento del calificativo de minusválido. Es una formación de la que se deriva un conformismo, tanto de la sociedad como del deficiente, por el autoconvencimiento por parte del discapacitado de su estado de minusvalía. Aunque es cierto que se le facilita una cultura, su carácter diferenciador, en la etapa educativa más importante del individuo, crea unas barreras que dificultan el acceso a puestos laborales en convivencia natural con individuos sin deficiencia. En el mejor de los casos, la sociedad crea entornos de trabajo, especialmente adaptados a cierto tipo de deficiencias, encajonados en el entorno de producción pero no inmersos cultural y físicamente, como sería lo deseable; es decir, se crea un grupo marginal de trabajo.

Recientemente, la sociedad ha tomado la decisión de formar y educar a los minusválidos en colegios ordinarios, conviviendo con individuos sin deficiencias notables. Según el tipo de deficiencia, estos minusválidos necesitarán un apoyo especial, más o menos intenso según sea el caso, con objeto de disminuir los efectos de su discapacidad o enseñarle los medios alternativos de acceso a su entorno. Es conveniente que también esta enseñanza de apoyo se realice en el mismo entorno escolar, en el que el

minusválido esté inmerso, para conseguir una cultura común, acostumbrando a la sociedad a que la necesidad de un apoyo educativo es comparable a la de aquellos alumnos que sufren un retraso escolar por problemas derivados de otras causas.

Tecnología alternativa/adaptadora. Las tecnologías que se utilizan para paliar los efectos de una deficiencia se pueden dividir en dos grandes grupos:

Alternativas, que están orientadas a sustituir los medios de comunicación, para los que un individuo tiene una discapacidad funcional, por otros para los que tiene capacidad. Por ejemplo, para los ciegos existe la escritura Braille como medio alternativo a la escritura ordinaria.

Adaptadoras, dirigidas a paliar, o anular, los efectos de una discapacidad funcional. Por ejemplo, unas gafas para los que tienen resto visual, un bastón o un perro guía para los ciegos.

Dicha clasificación de las tecnologías induce una clasificación análoga de las metodologías de investigación y desarrollo. En general, una persona discapacitada necesitará de ambos tipos de tecnologías. El grado de discapacidad viene determinado por el conjunto de tecnologías que necesite para acceder a su entorno social, mientras que el grado de minusvalía se determina por el número de barreras que existen para acceder a los agentes de su entorno, debido a la inexistencia de unos medios apropiados.

Entornos accesibles. La utilización de una u otra tecnología en un entorno escolar introduce el calificativo de entorno con medios adaptadores y/o alternativos. Para que el deficiente pueda convivir en igualdad de condiciones con el resto de los individuos de su entorno es necesario que todos los integrantes puedan acceder simultáneamente a la información e intercambiarla sin ralentizar apreciablemente el tiempo de acceso o intercambio. Hacia dicho objetivo tiene que ir dirigida la investigación sobre la inserción de los minusválidos en la sociedad.

Por ejemplo, existen teclados braille, como periféricos de entrada de datos, alternativos a los teclados alfanuméricos, líneas braille que sustituyen, en código Braille, la visualización de la información contenida en una pantalla de ordenador e impresoras braille que imprimen en relieve el código Braille. Un entorno escolar podría tener en su aula informática dos puestos de trabajo totalmente diferenciados. El orientado a las personas sin deficiencia visual y el dirigido a un ciego en el que la pantalla se ha sustituido por una línea braille, el teclado alfanumérico por un teclado braille y la impresora ordinaria por una impresora braille. Aunque estos medios permitirían que el ciego tuviera acceso a gran parte de la información generada por el resto de los individuos de su entorno, únicamente podría trabajar interactivamente con los que conocieran el código Braille. A pesar de la dificultad indicada, un entorno con dichas características podría considerarse como un entorno integrador.

La integración como proceso mediante el cual un individuo o su entorno cambian su estado para ser copartícipes de los conocimientos que les son propios, no debe ser el objetivo final de la sociedad, desde el punto de vista de la tecnología, pues con ello no se logra eliminar la existencia de grupos culturalmente diferenciados. Es necesario investigar más profundamente en dicho proceso.

En nuestra opinión el objetivo tecnológico debe ser el construir entornos accesibles. Un entorno accesible es aquél que

permite la incorporación de un individuo sin que ninguna de las entidades humanas que lo constituyen cambie sustancialmente su estado, de modo que los individuos puedan realizar conjuntamente las actividades que son consideradas como normales.

Este calificativo de accesible se puede dar de modo similar a los agentes no humanos de la información que forman parte del entorno. Desde este punto de vista, el puesto informático orientado a los ciegos, descrito anteriormente, no es un puesto accesible pues una persona sin deficiencia visual, para trabajar conjuntamente con un ciego, está obligada a conocer el código Braille con lo que debe cambiar sustancialmente su estado.

Las líneas braille actuales únicamente acceden al software con un interface de usuario no gráfico. Sin embargo cada vez es más común el desarrollo de software con un interface gráfico al que el ciego no puede acceder a causa de las limitaciones de las líneas braille. Una solución a este problema puede ser la construcción de una vista especial para el usuario ciego consistente en una presentación alternativa por pantalla en modo ASCII. Es decir el usuario, según la existencia o no de su deficiencia, podría escoger la vista apropiada. Esta solución, aunque es integradora, no podemos considerarla como accesible pues, el trabajo simultáneo de un ciego con uno que no lo sea, obliga a utilizar la vista ASCII por lo que la persona sin deficiencia visual cambia sustancialmente su estado de acceso a dicho software, perdiendo la ergonomía y amigabilidad del interface que son propias del software con presentación en pantalla en modo gráfico.

Una solución más profunda, y más cercana al concepto de accesibilidad, sería que dicho software tuviera un interface oculto en modo ASCII al que se accediera a través de la línea braille en modo simultáneo a la presentación a través de la pantalla.

La construcción de un software accesible, aunque es posible y no encarecería significativamente el producto, es difícil de conseguir pues no está en consonancia con los intereses comerciales de los productores de software.

Otro ejemplo en el que la solución es más factible es el de los libros o información impresa. Un libro impreso en relieve, utilizando el código Braille, como alternativa al libro ordinario, es un elemento integrador pero no es accesible pues el compañero que desconozca el lenguaje Braille no puede comprobar por sí mismo el contenido de la lectura que está realizando el ciego. Un libro accesible sería un libro en Braille en el que debajo de cada línea (párrafo, o página adyacente) estuviera impreso el contenido de su información en el lenguaje ordinario. Un ejemplo notable es el cuento "Roy sale a explorar" de Philip Newth, publicado por el Ministerio de Educación y Ciencia.

Braille matemático. Un carácter Braille es una lista ordenada de seis unidades cuyos valores son booleanos; es decir, los posibles valores de dichas unidades son SI o NO, o bien, por ejemplo, VERDADERO o FALSO. El carácter braille impreso se dispone en modo espacial como una matriz de dos columnas y tres filas, cuyos elementos se representan por la presencia o ausencia de un punto en relieve. La gramática que se utiliza es la del lenguaje ordinario según sea el caso (castellano, francés, inglés, ...) por lo que el lenguaje braille no es más que el lenguaje ordinario escrito en el que se utiliza un código especial para representar el alfabeto, los dígitos, los signos de puntuación y otros símbolos.

Puesto que el número de configuraciones distintas es de sesenta y cuatro, representando las letras minúsculas y mayúsculas no tendríamos configuraciones libres suficientes para representar los números y, por supuesto, tampoco los símbolos de puntuación. Dicho problema se soluciona utilizando varios caracteres braille para representar un único carácter ordinario.

Esta solución no es apropiada por varias razones de las que solamente señalaremos tres:

El código interno más usualmente utilizado en los ordenadores es el código ASCII cuya unidad básica de información es un byte, es decir, una lista ordenada de ocho unidades cuyos valores son booleanos. Ello dificulta extraordinariamente el desarrollo de periféricos de salida de datos alternativos para los usuarios ciegos.

Para obviar la falta de configuraciones se utilizan caracteres especiales que cambian el significado semántico de otros. Ello conlleva la necesidad de una metodología de enseñanza para los ciegos muy diferenciada de la utilizada para las personas sin deficiencia visual.

La utilización de varios caracteres braille para representar un carácter en vista tiene como resultado que la estructura de las fórmulas matemáticas sea muy compleja, lo que dificulta excesivamente el acceso a la información.

En resumen, el código braille tres por dos es un lenguaje alternativo que no puede considerarse accesible pues, al no estar en correspondencia con el lenguaje ordinario, utiliza una semántica especial que no está en consonancia con la utilizada habitualmente. Por ello se plantea la construcción de otro código braille más apropiado.

Recientemente han aparecido periféricos de salida de datos que utilizan un código braille cuatro por dos. Dichos códigos, presentados unilateralmente por las casas comerciales, no están normalizados y, como máximo, codifican el código ASCII, por lo que no resultan apropiados para el lenguaje matemático escrito. Pero lo que es más importante, no son el resultado de una investigación sobre la semántica externa de los símbolos matemáticos, utilizada en la enseñanza de las matemáticas. Por ejemplo, el símbolo "flecha" tiene un significado de dirección que es utilizado cuando dicho símbolo representa una función entre conjuntos; de hecho, es utilizado con dirección hacia la derecha o hacia la izquierda según la situación física del dominio de la función. Si el símbolo "flecha" se codifica mediante un carácter braille en el que no se puede percibir el sentido de la dirección, se tratará de un código alternativo que no recoge toda la semántica asociada al código en vista, por lo que se añaden aspectos diferenciadores en partes fundamentales de la enseñanza de las matemáticas.

Un braille matemático, construido bajo una metodología accesible, tendría que cumplir las siguientes características::

- 1) Adaptarse a las telecomunicaciones.
- 2) Transcribir uno a uno los caracteres en vista.
- 3) Recoger tanto la semántica puramente matemática como la semántica externa; es decir, la derivada de su posición, forma, tamaño, color, ...

Un braille cuatro por dos, con sus doscientas cincuenta y seis configuraciones posibles, podría cumplir los requerimientos del primer punto y tiene la capacidad suficiente para que cumpla los señalados en el punto dos y parte de los del punto tres. Sin embargo, la variedad de atributos utilizados en vista supera las posibilidades. Aunque es imposible definir un código braille cuatro por dos que cumpla completamente las condiciones de los

puntos dos y tres, es posible construir un código que los cumpla con un cierto grado de satisfacción.

En la Universidad de Zaragoza estamos desarrollando este proyecto teniendo presente los agentes que intervienen en un Sistema de Información, incorporando en lo posible la semántica externa de los elementos en vista representados. Por ejemplo, el símbolo inclusión.

En dicho proyecto, también se tiene presente que la información matemática puede ser: atendiendo a los signos utilizados, textual, simbólica y gráfica; según el medio, oral o escrita; dependiendo del soporte, permanente, semipermanente o volátil; atendiendo a la disposición física, secuencial o espacial; según el uso, formal o informal; y, dependiendo de la existencia de semántica externa, con o sin atributos.

Por ejemplo, para el aprendizaje de la suma aritmética, en vista se suele utilizar una disposición espacial. En este caso, el código braille cuatro por dos que se está construyendo, dentro de una metodología accesible, permite presentar una disposición espacial que tiene exactamente la misma semántica asociada que en el caso del lenguaje ordinario.

Metodología para la investigación y desarrollo de un entorno escolar accesible. Los entornos escolares tienden, o deben tender, a ser mundos de la información constituidos por entes (humanos o máquinas) que son capaces de procesar, transformar, transmitir y conservar información, ligados por un conjunto de relaciones de proximidad, situación y movilidad. Por lo que consideramos procedente que en la investigación y desarrollo de este tipo de entornos se utilicen las Tecnologías de la Información.

Un paso previo que hay que resolver es el de encontrar un modelo que represente, lo más fielmente posible, la accesibilidad, o por lo menos alguno de sus aspectos, de un entorno escolar respecto de ciertos posibles miembros con alguna deficiencia concreta. La existencia de este modelo nos permitiría, construir un sistema de información al servicio de entornos escolares que potencialmente van a integrar a deficientes, detectar anomalías o ausencias en los medios tecnológicos existentes, respecto de la concepción de un entorno escolar accesible, y sobre todo constituiría una metodología de trabajo.

Algunos ejemplos. El considerar, por un lado, que un entorno escolar es un sistema de información, utilizando por lo tanto las técnicas que son propias de las nuevas tecnologías y, por otro, la concepción de entorno accesible, nos ha hecho concebir una metodología especial de trabajo y la definición de unos requisitos especiales en la construcción del braille matemático cuatro por dos. Estas concepciones nos han llevado, a su vez, a construir una metodología accesible de diseño del interface con el usuario en bases de datos que presentan la información por pantalla en modo ASCII. Dicho interface se enmarca dentro de la metodología de diseño WIMPS (es decir, utiliza el sistema de ventanas, menús desplegables, ratón, ...), con lo que conserva las especificaciones amigables que requiere un usuario sin deficiencia visual.

Un entorno escolar como sistema de información. Bajo este punto de vista consideramos que existen unos agentes que conservan y transforman la información, transmitiéndola a través de ciertos puertos de comunicación. Desde el punto de vista conceptual no establecemos diferencias entre un agente humano y una máquina que

realicen el mismo tipo de funciones, diferenciándose solamente en los puertos de comunicación y las acciones que autónomamente pueden realizar en función de sus órganos de comunicación.

Para representar entornos accesibles hemos considerado un modelo que generaliza las redes conceptuales. Las redes conceptuales son grafos dirigidos bipartitos en los que un tipo de nodos representan entidades y otros representan conceptos que ligán estas entidades. La generalización considera una jerarquía en los nodos entidad para poder representar los puertos de comunicación de un agente de la información así como las comunicaciones entre entidades. Dicho de otro modo, nuestro modelo es un grafo orientado con dos tipos de nodos bien diferenciados: unos que representan conceptos y sirven para representar, por ejemplo, acciones del usuario (como leer, escribir, ...) y otros que representan entidades como periféricos (impresora, teclado, ...), órganos humanos de comunicación (manos, oídos, ...) o entidades jerárquicamente relacionadas con los anteriores (ordenador, procesador humanos, ...).

Este tipo de modelos nos permite representar y gestionar los entornos escolares, utilizando las técnicas ordinarias de representación del conocimiento, y estudiar el grado de accesibilidad de dicho entorno, utilizando las técnicas ordinarias de la teoría de grafos.

Un ejemplo. A continuación vamos a representar parcialmente, y de un modo simplificado, un entorno escolar de la Universidad de Zaragoza en el que existe una alumna ciega estudiando la carrera de Matemáticas. Utilizaremos para ello nuestro modelo de representación con una breve descripción de cada subentorno, donde Alumno1 representa a un alumno sin ninguna deficiencia y Alumno2 a un ciego.

En la figura 1 se modeliza el entorno de aprendizaje que consta de tres subentornos: Clase Ordinaria, Apoyo, y Trabajo Externo. En él se refleja la situación real existente en las clases en las que se trabaja con información matemática simbólica y gráfica. El Apoyo es necesario en las clases que se va a utilizar dibujos geométricos. El Trabajo Externo representa el modelo de aprendizaje de nuestra alumna trabajando con sus compañeros de clase.

Se puede observar, por una parte, que el grado de accesibilidad está muy limitado, especialmente en el caso de información geométrica e información simbólica espacial y, por otra, que las acciones que debe realizar el profesor, en el caso de la información geométrica, llevan consigo un cambio sustancial en el estado del profesor.

El trabajo particular con los compañeros de clase es bastante satisfactorio. Las limitaciones de accesibilidad están producidas por la falta de uso de medios tecnológicos adecuados.

En la figura 2 se representa el entorno de confección, realización y calificación de exámenes. La Confección constituye un entorno accesible por la utilización de un software de apoyo desarrollado por nuestro grupo de investigación. El profesor, una vez ha confeccionado el examen con su procesador de textos, se limita a pulsar una nueva tecla de función para obtener una salida en código braille. Sin embargo, por no tener acceso a una impresora braille, es necesario un entorno de apoyo para obtener el enunciado en braille-relieve.

El entorno Examen es parcialmente accesible pues el profesor, al desconocer el código braille, no puede leer directamente lo que la alumna ciega está escribiendo. El entorno Calificación es

totalmente no accesible pues el profesor cambia completamente su estado para calificar al alumno.

Si nos independizamos de las informaciones simbólica y gráfica, dichos entornos podrían ser accesibles si dispusieron de los medios tecnológicos que actualmente existen en el mercado.

Finalmente, en la figura 3 se representa un modelo del entorno de desarrollo de software en el que, experimentalmente, ha participado la alumna mencionada. Este entorno ha tenido un alto grado de accesibilidad, mermado solamente por la restricción del software de desarrollo utilizado.

Agradecimientos. Los desarrollos de estos proyectos han sido realizados con la financiación de la Universidad de Zaragoza y la ONCE, con la colaboración de I. Escario, A. Francés, M.J. Lapeña y M.A. Zapata.

ETNOMATEMATICA

Eduardo Sebastiani Ferreira
Universidade de Campinas. Brasil.

A Etnomatemática surge hoje como uma das correntes mais promissoras na educação matemática, apesar de ainda ser considerada como um "movimento" ou um "acento" segundo Paulus Guerdes. Varios autores dão a esta nova corrente sinónimos como matemática espontânea, informal, oral, oprimida, não-estandardizada, escondida, congelada, popular ou do povo. Eu mesmo já a chamei de a matemática codificada no saber-fazer. Entretanto pelos varios congresos e reuniões internacionais recentes e principalmente depois da criação em 1983 do Grupo Internacional de Estudos de Etnomatemática (ISGEM), este movimento toma seu lugar no meio das pesquisas educacionais em matemática. Apesar de todo seu reconhecimento internacional não acredito que já temos uma definição desta corrente que contemple toda gama de pesquisas que a ela se dedica. Sendo mais uma postura de trabalho, ou uma filosofia de acção, colocá-la numa definição restrita seria limitar seu entendimento, e numa outra muito ampla não daria aos leitores a ideia exacta a que ela se propõe. São as definições que temos até hoje da etnomatemática nos artigos que lhe são dedicados, no meu ponto de vista. Necessita-se ainda de algum tempo e maior estudo sobre o assunto para se chegar a uma definição coerente. No primeiro número do ISGEM, quando se discutia: "Etnomatemática: o que pode ser?", foi colocada na zona de confluência da matemática e da antropologia cultural, ou seja, parte da etnociência, um conceito já estabelecido desde o fim do século passado. Para mim ela está bem próxima da sociologia matemática de Struik: "A Etnomatemática tenta estudar a matemática (ou ideias matemáticas) nas suas relações com o conjunto da vida cultural e social".

Mas como pensar em etnomatemática somente como uma pesquisa etnográfica, se ela foi introduzida e está sendo trabalhada como parte da educação matemática?

Para responder esta questão, darei um pouco da história de como cheguei a ela. Minhas primeiras pesquisas eram etnográficas, um levantamento deste conhecimento em grupos sociais, que na maioria das vezes não tinham, ou tinham pouco escolarização: o pedreiro, a dona de casa, o pequeno agricultor, a criança brincando, etc, onde eu procurava no seu fazer estudar onde os conceitos matemáticos estariam codificados. Uma análise desta pesquisa (etnologia) me desvendava (decodificava) à luz da

matemática institucional, que estes conceitos correspondiam a conteúdos matemáticos, muitas vezes sofisticados, como é o caso da costureira que usa uma topologia orientada.

Uma segunda preocupação então me foi trazida da pesquisa antropológica: Como retornar a pesquisa ao pesquisado? Minha formação de Professor de Matemática me apontou a saída para a educação. Iniciei então a usar a etnografia do grupo para criar módulos de ensino para estes grupos específicos. Trazer este conhecimento social para a escola formal como método de ensino de matemática, me fez perceber o alcance da etnomatemática na escola. Quando se parte do conhecimento da criança, os conceitos matemáticos fazem sentido e têm um significado. Era o caminho para o tão falado "trazer a realidade do estudante para a sala de aula". Desta maneira a Etnomatemática passou a ser não mais somente uma etnografia, mas além disso um método de ensino. Foi implementado por mim em escolas da periferia de Campinas (S.P., Brasil) e em algumas aldeias indígenas brasileiras, onde venho actuando como assessor educacional.

Como este trabalho etnográfico, etnológico e criando módulos de ensino, percebi que a cada grupo social estudado se encontrava num estágio sem evolução histórica da própria matemática, assim algumas tribos indígenas têm contagem que não vai além do cinco, pelas suas próprias necessidades sociais, outras onde esta necessidade impôs uma contagem além deste número, os números estão associados com o sujeito a que se referem, isto é, os números têm uma oralidade diferente quando se referem a homem, animal, pedra, árvore, objecto redondo ou quadrado, etc. Uma etnologia aos nossos olhos de matemático diria que estas tribos não têm ainda a abstracção do número. Em sociedades rurais aparecem diferentes unidades de medidas de comprimento, área e volume. Como foi dito anteriormente um etnólogo sempre analisa sob sua óptica, é muito difícil se disvincular de sua formação, se abstrair de toda sua história de vida e fazer uma análise imparcial. Vista sob este ângulo podemos dizer que a Etnomatemática é uma pesquisa da história da matemática, principalmente de povos não letrados, onde não se tem registros desta história.

Cheguei então actualmente na concepção de Etnomatemática em três aspectos: num primeiro momento ela é uma etnografia no sentido antropológico, é também uma pesquisa histórica e aí ela está incluída na própria matemática, finalmente é um ato pedagógico quando é utilizada como método de ensino da matemática nas escolas. Mas seu processo é único: parte de uma realidade, seguida de uma pesquisa etnográfica, uma etnologia, a criação do modelo educacional, onde é formulado os problemas, a procura de solução (soluções, ou não solução) e finalmente as respectivas testagens a cada passo.

Foi dito que a etnomatemática cria modelos de ensino, então outra pergunta que se impõe é qual a relação entre Modelagem Matemática e Etnomatemática?

A Modelagem Matemática para mim é um processo em espiral, onde cada passo se baseia na abordagem diferente de realidade que a pesquisa deve contemplar. No primeiro passo a realidade é vista como a "realidade espontânea" o a "realidade saber-fazer" de uma sociedade específica. A etnografia e a etnologia aí se destina em desvendar (decongelar, decodificar) o saber matemático desta sociedade, que se manifesta no cotidiano quando o social dependente dele face a sobrevivência. Assim o pedreiro na construção de uma casa usa este conhecimento para poder desempenhar sua função a mesma coisa acontece com o agricultor, a dona de casa, etc. Parece também não só em problemas de

sobrevivência mas também em brincadeiras infantis ou em manifestações religiosas. De posse deste conhecimento analisado o professor com os alunos criam então os módulos matemáticos através de problemas que tenham significado para a sociedade. Por este motivo muitas vezes a Modelagem Matemática é confundida com outra área de pesquisa em educação matemática chamada de "Resolução de Problemas". Mas se olharmos a Modelagem Matemática sob esta óptica estaríamos restringindo seu proposto, ela se propõe ir muito além da simples resolução de problemas, existe toda uma análise da realidade, os problemas devem ter algum significado para uma sociedade dada num momento preciso além disso, a Modelagem Matemática se propõe também que a solução (ou soluções) traga algum significado para esta sociedade, que com esta solução (ou estas soluções) de alguma maneira o meio pesquisado possa crescer naturalmente. Na tentativa de achar solução para o problema aparece a necessidade de novas técnicas e estratégias matemáticas, neste momento o professor que é quem detem tal conhecimento terá que usar os procedimentos pedagógicos que ele achar mais convenientes para transmitir à classe estes procedimentos.

Se faz necessário muitas vezes a introdução de conceitos novos, técnicas matemáticas e resultados desconhecidos da classe. A motivação é muito grande neste instante porque os alunos estão dispostos a conhecer novos conceitos matemáticos para resolver um problema por eles elaborados e que tem significado para seu dia-a-dia.

O procedimento pedagógico neste instante depende do professor, aquele no qual ele acha mais eficaz para sua classe. Eu em particular uso neste instante o "Princípio Genético", ou seja na introdução de novos conceitos eu faço com que a classe passe pelas etapas mais importantes que a humanidade passou para chegar neste conceito. Nunca se deve perder de vista o problema básico, e como Princípio Genético muitas vezes isso é fácil porque na maioria das vezes, principalmente em classes no início de aprendizagem, porque os problemas que são elaborados no modelo são análogos os que a humanidade encontrou na sua história.

Em traços gerais este primeiro passo de modelagem se faz como foi descrito acima e este primeiro passo da Modelagem Matemática, o que chamo de Etnomatemática.

Num segundo momento há a necessidade de se estender os conceitos introducidos por uma outra realidade, digamos uma realidade mais envolvente. Então se inicia outra vez a etnografia contemplando agora uma realidade diferente, a realidade que engloba o social mas que também recebe influência de outras sociedades. Os meios de comunicação são os responsáveis por esta troca de conhecimento, transformando a realidade social em algo mais abrangente. A etnografia mais propícia aqui seria através de jornais, rádio, T.V., etc, ou seja os meios de comunicação. Um grupo social não é uma ilha isolada, mesmo em sociedades indígenas, ela está sempre recebendo informações de outras sociedades e com isto crescendo culturalmente. Então o processo se repete agora com uma etnografia contemplando aquelas vias de todo conhecimento entre grupos sociais.

Logo a cada passo da Modelagem Matemática ela vai crescendo em abordagem tanto no estudo da realidade da sociedade como na abstração dos conceitos que estudamos, ainda mais aparecendo novos conceitos necessários para a solução dos novos problemas propostos no modelo.

Acredito que o último estágio desta espiral de Modelagem Matemática seria a própria criação em pesquisa matemática. Este processo construtivista de conhecimento é o que o pesquisador usa

em seu trabalho e chega na abstração máxima de conceitos o mesmo em criação de conceitos novos.

Este processo construtivista de conhecimento é no que actuam os pesquisadores educacionais, que trabalham com a Modelagem Matemática e em particular com a Etnomatemática.

BIBLIOGRAFIA:

- P. Guerdes: "Estudos Etnomatemáticos" ISP (Maputo) KMU (Leipzig) (1989)
- D. Struik: "The Sociology of Mathematics. Revisited: a personal note", Science and Society L. 3, 280-299 (1986)
- M.A. Queiroga: "A Modelagem Matemática no ensino da matemática vivida pelo aluno". Dissertação de Mestrado, UNESP, Rio Claro (1990)