

Práticas Socioculturais e Educação Matemática

LOGO DA EDUFRRN

Índice

Editorial

Iran Abreu Mendes

Carlos Aldemir Farias

Artigos

A las matemáticas desde la antropología: algunas sugerencias didácticas,

Emmánuel Lizcano Fernandez

Reflexões sobre o desenvolvimento da prática social e a produção e sistematização do conhecimento matemático,

José Roberto Boettger Giardinetto

Cedo ou tarde, matemática: uma performance matemática digital criada por estudantes do ensino fundamental,

Ricardo Scucuglia Rodrigues da Silva

Marcelo C. Borba

George Gadanidis

Práticas de avaliação e capital simbólico da matemática: o caso da OBMEP,

Denise Silva Vilela

João Alves de Souza Neto

Etnomatemática: o aspecto sociocultural do ensino e aprendizagem em matemática,

Milton Rosa

Daniel Clark Orey

Práticas sociais da regra de três e a proporcionalidade

Renato Borges Guerra

Denivaldo Pantoja da Silva

Educação Matemática Antirracista e o Programa Etnomatemática

Cristiane Coppe de Oliveira

Editorial

Este número temático da Revista de Matemática, Ensino e Cultura (REMATEC), intitulado *Práticas Socioculturais e Educação Matemática*, tem como propósito dar visibilidade à produção acadêmica cujo objeto de pesquisa focaliza relações entre sociedade, cultura e práticas sociais, que possam oferecer possibilidades teóricas e práticas para o estabelecimento de um diálogo dessas relações com a Educação Matemática.

Abordar relações entre sociedade, cultura e práticas sociais não é tarefa muito simples, mas certamente pode se tornar em pilares de demonstração das matemáticas como manifestações das atividades humanas, reconhecidas como tal no âmbito da cultura planetária. Este número temático da REMATEC contém artigos nos quais seus autores trazem contribuições para o debate sobre estas relações. O que nos importa, no caso da Educação Matemática, é investigar como tais relações podem fomentar a pesquisa para a sociedade, a cognição, a cultura, o ensino, a aprendizagem da matemática e a formação de professores.

O tema sobre Matemática, sociedade, cultura e Educação matemática, vem sendo amplamente tomado como foco de discussões no âmbito dos estudos em Etnomatemática, investigação matemática, educação Matemática crítica, resolução de problemas e modelagem matemática, bem como os novos estudos sobre cultura e práticas contemporâneas surgidas nas investigações da cotidianidade das grandes organizações urbanas que fazem emergir novas práticas relacionadas à matemática escolar.

No âmbito da Educação, as questões referentes aos princípios socioculturais apontam a necessidade de se tomar a realidade sociocultural como um acionador do processo de criação matemática em sala de aula, de modo a criar condições de aprendizagem matemática aos estudantes, principalmente em sentido mais próximo possível de uma compreensão e explicação da relação entre Matemática, Sociedade e Cultura. Neste sentido, os Parâmetros Curriculares Nacionais de Matemática evidenciam diretrizes pedagógicas que reorientam tanto as estruturas curriculares referentes à Matemática escolar como os modos de concretizar as práticas matemáticas em sala de aula, com o intuito de travar novos caminhos para ensiná-la, mas também, para conceber esta disciplina na interdisciplinaridade com as demais áreas de conhecimento.

Esta edição temática traz artigos que explicitam relações entre Matemática, sociocognição e cultura nas suas múltiplas relações com a Educação Matemática, de modo a oferecer novas leituras da realidade como uma prática que pode oferecer novas possibilidades didáticas ao professor de Matemática, bem como uma reorientação ao modelo de sistematização do conhecimento escolar.

Agradecemos a todos os autores que encaminharam à REMATEC contribuições para esta edição temática, aos nossos colaboradores que muito REMATEC, Natal (RN) Ano 7, n.11/ Jul-Dez, 2012

tem feito para que a revista possa se tornar cada vez mais um espaço coletivo de divulgação do que a comunidade de Educação Matemática faz. Mais uma vez esperamos que este número da revista contribua para a ampliação das discussões sobre o tema que envolve *Sociedade, Cognição e Cultura* no âmbito da Educação Matemática.

Iran Abreu Mendes
Carlos Aldemir Farias da Silva

A LAS MATEMÁTICAS DESDE LA ANTROPOLOGÍA: ALGUNAS SUGERENCIAS DIDÁCTICAS

A MATHEMATICS FROM ANTHROPOLOGY: TEACHING SOME SUGGESTIONS

Emmánuel Lizcano Fernández

Universidad Nacional de Educación a Distancia – UNED - España

Resumo

El lenguaje matemático (sus conceptos, su sintaxis, sus conexiones lógicas) no cae de ningún cielo de abstracciones, sino que emana de las lenguas vernáculas y echa sus raíces en los mismos imaginarios de los que brotan los mitos y leyendas, las canciones y las artes de cada tradición cultural. Las matemáticas son parte del folklore, del saber popular. Aquí se propone, a través de algunos ejemplos elementales, un acercamiento antropológico a las matemáticas mediante el análisis del dispositivo simbólico que da forma y sentido a sus conceptos y desarrollos. En particular, por medio de las metáforas que suelen estar en el origen de muchos de sus conceptos. El estudiante o el investigador que se acerque a ellas desde esta perspectiva podrá comprender mejor no sólo los conceptos y problemas implicados, sino también –y recíprocamente- las culturas que los han creado. En particular, la singular cultura de esa *tribu europea* que creó lo que hoy se entiende sencillamente como ‘las matemáticas’.

Palabras clave: Cultura matemática. lenguaje matemático. Sociología de las Matemáticas.

Abstract

Mathematical language (concepts, syntax an logical connections) don't come down of any abstract heaven, but it sprouts out of vernacular languages and take roots into the same imageries that myths and legends, songs and arts do. Mathematics is a part of folklore, it forms part of popular knowledge. Trough several elementary examples we propose an anthropological approach to mathematics by means of an analysis of the symbolic device that models its concepts and procedures, especially by means of metaphors that usually underlie a lot of its concepts. Students and scholars who focus this perspective may have a broad understanding of concepts and problems involved and, inversely, of the cultures that have created them. Particularly, the specific culture of the *european tribe*, that created what we know today as mathematics.

Keywords: Mathematical culture. Mathematical language. Sociology of mathematics.

De mis días de estudiante de matemáticas, tanto en la escuela como después en la facultad, no pueden dejar de venirme a la memoria dos sensaciones, tan claras como imposibles de separar: sensación de fascinación, sensación de temor. La REMATEC, Natal (RN) Ano 7, n.11/ Jul-Dez, 2012

rotundidad con que los conceptos y la demostraciones caían sobre la pizarra, de la mano que empuñaba la tiza con toda firmeza, los hacía súbitamente presentes como si de auténticas apariciones se tratara. El cielo se había abierto y de él caían, primero, números racionales y raíces cuadradas; más tarde, números imaginarios y grupos abelianos. Animadas por ellos, las demostraciones se precipitaban en cascada, con la misma inexorabilidad que la fuerza de gravedad, hasta que -¡oh, maravilla!- la pizarra temblaba con el tronar del “q.e.d.” que el maestro clavaba en ella (cada uno de sus tres puntos, un clavo en mi mirada atónita). Y ¡voilà!, ahí, siempre en la esquina inferior derecha de una pizarra atiborrada de signos, aparecía el resultado.

Buena parte de mis pesquisas posteriores han estado orientadas, a menudo sin yo mismo saberlo, a ahuyentar aquel temor sin, por ello, espantar también el deleite que procura esa fascinación que tan bien conoce todo el que se ha dedicado a las matemáticas. La fórmula la encontraría mucho más tarde condensada, con esa envidiable precisión propia de las fórmulas verbales populares, en un antiguo cante gitano: “Voz del pueblo, voz del cielo”.

Efectivamente, esa multitud -que no conjunto- de operaciones, conceptos y prácticas a la que llamamos matemáticas no cae del cielo, sino que ha emergido y se ha ido modelando en ciertos momentos singulares y en ciertos lugares concretos. Y lo ha ido haciendo en las lenguas vernáculas que los matemáticos compartían con el común de sus vecinos y basándose en los mismos mitos y creencias que también compartían con ellos. Aquel cielo resultó ser el pueblo, los diferentes pueblos. El temor se trocó en confianza, en autoconfianza. Y la fascinación quedó intacta, aunque cambió el objeto que la provocaba: lo fascinante ya no era aquel asombroso autodesplegarse de un lenguaje singular, reservado sólo a algunos expertos, sino la propia lengua, el castellano que hablábamos yo y mi gente, el griego que hablaban Euclides y su gente, el chino que hablaban Liu Hui y su gente, esa lengua *corriente y moliente* que, precisamente por su correr y moler, produce maravillas de continuo: mitos, dichos, leyendas, canciones... y matemáticas.

Aunque esta afirmación pueda parecer una obviedad para algunos, a otros les puede sonar a puro despropósito. De hecho, no ha empezado a calar entre los profesionales (docentes o investigadores) hasta los últimos veinte años. Incluso hoy, en las aulas de nuestras escuelas y universidades es habitual que las matemáticas sigan presentándose desnudadas de cualquier arraigo en el tiempo y en el espacio, desgajadas de las ocasiones, las circunstancias y las lenguas a las que deben el ser como son, y no ser de otra manera. Y ello pese a que, como he podido comprobar en muy distintos países y públicos, al presentarlas de este modo, el estudiante no sólo suele sentir un hondo alivio, sino también una comprensión mucho más profunda y, a menudo, ve estimuladas sus inclinaciones más creativas. Alivio, pues descubre que sus dudas, perplejidades y tanteos son los mismos que los que experimentaron los grandes ‘genios’ matemáticos; que el bloqueo cognitivo o la obcecación en un razonamiento ‘erróneo’, que con tanta frecuencia le asaltan ante un desarrollo matemático, no son muy diferentes de los que han dejado sin

saber qué pensar a las mejores cabezas del álgebra o la geometría, tan cargadas de prejuicios y presupuestos como él. Comprensión y estímulo creador, pues cae en la cuenta de que son su propia lengua y sentido común los que, en vez de incapacitarle para entender el lenguaje matemático (como tan a menudo se le inculca), le ponen en condiciones de entender su lógica subyacente (que no es matemática, sino lingüística y cultural), de percibir sus límites y, en consecuencia, de poder intuir otros enfoques si es capaz de imaginar otras metáforas.

Por todo ello, atender a las circunstancias históricas, antropológicas, lingüísticas y culturales en cuyo seno han ido cobrando las matemáticas su forma actual, lejos de limitarse a aportar un mero envoltorio que las presente más adornadas, puede ofrecer un caudal de estímulos y sugerencias, tanto para el estudiante como para el investigador. Tanto uno como otro se enfrentan a cada nuevo concepto o manipulación con la misma perplejidad que ya enfrentaron quienes tuvieron que acabar forjándolos para salir del desconcierto en que también se sintieron perdidos. Conocer las dudas y tanteos de “los grandes matemáticos”, así como las razones por las que se decantaron por una solución y rechazaron otras, no puede sino darles –y darnos- confianza y ofrecerles –y ofrecernos- estrategias para poner en marcha cuando cada uno se encuentre en situaciones semejantes. El investigador, además, puede encontrar en ese distanciamiento al que obliga un acercamiento histórico o antropológico la perspectiva necesaria para reenfocar el problema desde otra perspectiva o reencuadrarlo en un nuevo marco donde adquiriera otro sentido cuando, en el marco habitual en que se había encerrado, parecía carecer de solución.

El camino (en griego, *métodos*; en chino, *tao* o *dao*) que me llevó, sin apenas quererlo, de las matemáticas como *voz del cielo* a las matemáticas como *voz del pueblo* se perfila en el que me transportó desde un estudio comparativo de las matemáticas chinas y griegas (E. Lizcano, 1993) hasta la investigación del lenguaje –y, en particular, de las metáforas que de continuo usamos sin saberlo- como creador de realidad, incluida esa realidad particular que son las matemáticas (E. Lizcano, 2006).

A título de ejemplo, presentaré aquí, sintetizadas y reestructuradas, alguna de las indagaciones que he desarrollado con pormenor en esos textos, reenfocadas ahora desde el método/camino que se fue decantando en el último de ellos y en algunos otros (E. Lizcano, 1999; 2009^a; 2009b) donde el análisis de los textos originales de los matemáticos –y, en particular, el de las metáforas latentes en ellos- nos pone en situación de percibir el marco y los presupuestos en que se inscriben sus conceptos y operaciones, de modo que su captación –o su alteración- nos permita conocer sus límites y aporías y, tal vez, aprender a re-enmarcarlos, desbordando el marco anterior.

Lo original de esta presentación estriba, pues, en que reorganiza ciertos materiales ya investigados (aunque aquí iremos introduciendo de nuevo los que vayamos a emplear), utilizando para ello un modelo de análisis antropológico, basado en el dinamismo de las metáforas, que es capaz de aplicarse así mismo al

estudio de la emergencia –y a la comprensión- de cualesquiera otros objetos, operaciones o construcciones matemáticas.

Un posible –y fructífero- acercamiento estaría en pensar los símbolos matemáticos no como esos meros signos que nos han acostumbrado a ver, sino como auténticos símbolos, en el sentido que dan al término disciplinas como la hermenéutica o la antropología cognitiva. Así, para Dan Sperber (1978), lo simbólico no consiste tanto en un repertorio de objetos (símbolos) a interpretar o utilizar, cuanto en un dispositivo de conocimiento que actúa cuando el dispositivo conceptualizador resulta insatisfactorio. Este dispositivo simbólico no actúa sobre unos símbolos predefinidos, a los que interpretaría o deconstruiría, sino sobre problemas o situaciones para los que no hay conceptos elaborados: es un dispositivo de construcción de significado.

Así, p.e., a la hora de intentar pensar un olor, para el que carecemos de un repertorio semántico y conceptual adecuado, se produce un triple movimiento, a la vez afectivo e intelectual: 1º) un movimiento de focalización en una imagen, sensación o concepto que funciona como co-relato analógico del olor que se quiere pensar; 2º) una cascada de evocaciones convocadas por el poder atractor de aquel foco, sobre el cual vienen a precipitar; 3º) un movimiento de regreso al olor inicial, que resulta así iluminado y modelado por la imagen sobre la que el olor se había focalizado: la imagen se erige así en símbolo de aquel olor que la ha evocado.

Supongamos que el olor que percibimos y que queremos conceptualizar sea el olor del incienso. La imagen sobre la que se focalizará, si nos movemos en una cultura católica, seguramente será la imagen de una iglesia. Sobre esa imagen-símbolo precipitarán sensaciones y conceptos que evocan gravedad y respeto, silencio y recogimiento, tal vez también compenetración colectiva y penetración por una fuerza especial. Todas ellas contribuirán a dar forma al olor, a ponerle nombre. Así, acaso hablemos de un olor grave (movidos por la sensación de gravedad y respeto), de un olor sordo (inducidos por el silencio evocado) o de un olor embriagador (por la embriaguez colectiva de la liturgia) y penetrante (por la experiencia de sacralidad).

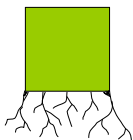
Este doble movimiento sería un dispositivo universal que involucra y entrelaza los más diferentes registros: cognitivos, emocionales, culturales, lingüísticos... Se correspondería más o menos con las operaciones de desplazamiento y condensación que considera Freud, así como con los dispositivos metafórico y metonímico que para Jakobson estructuran cualquier lenguaje. Desde esta perspectiva, es el proceso simbolizador –y no la matemática, según el proyecto leibniziano- el que está en el origen de todo lenguaje. Y, en particular, en el origen del lenguaje matemático y lógico.

La situación del matemático que se enfrenta a una situación para la que aún no tiene un concepto apropiado es, efectivamente, en todo semejante a la que veíamos con los olores. Por ejemplo, imaginemos a un geómetra de la Grecia clásica que conoce el área de un cuadrado y se pregunta por la longitud de su lado. ¿Cómo pensarla? ¿Qué imagen le resulta evocada de manera inmediata? Aunque

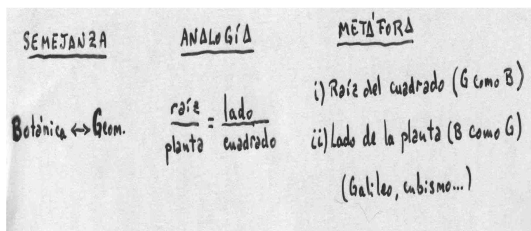
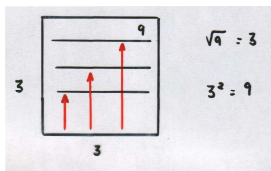
hoy nos pueda parecer increíble, la imagen que le viene a la cabeza es la de la raíz de una planta.

Focaliza el cuadrado como un vegetal y su lado como la raíz de la que el cuadrado se alimenta: la raíz-lado, al desplegar toda su potencia (*dynamis*), engendra al cuadrado: el cuadrado es la *potencia* (cuadrada) del lado, aquello que el lado-raíz *puede* llegar a dar de sí.

Extraer la raíz del cuadrado



- “Lado *criando* cuadrado” (Pero Nunes)
- Cuadrado como “la potencia (*δύναμις*) del lado” (Euclides)
- Lado como “la sustancia (*substantia*) del cuadrado” (textos latinos)
- “El lado de un número no cuadrado, el cual es imposible de poder nombrar, se dice *radice sorda*, o bien indiscreta” (Bombelli)



Por eso, para calcular el lado, hablamos todavía hoy de *extraer* la raíz del cuadrado (o, de manera abreviada, extraer la raíz cuadrada). Y así, la situación inicial que intentábamos pensar (el lado del cuadrado), al adquirir forma (forma de raíz) resulta ya pensable y el problema (calcular su longitud) se hace un problema resoluble.

En cada problema matemático aún sin resolver, en el origen de cada concepto cuando aún no lo era, fracasa la conceptualización anterior igual que fracasa nuestro repertorio enciclopédico ante los olores. Y cada una de estas situaciones puede pensarse en términos de un proceso de simbolización.

De hecho, cada una de las situaciones en que el antropólogo observa la actuación de dispositivos simbólicos en sociedades primitivas apenas difiere de las análogas en las tribus de matemáticos y epistemólogos. El que se hayan impuesto las matemáticas de la ‘tribu europea’ no habla tanto de su superioridad lógica o formal, cuanto de su mucho mayor apoyo político y difusión cultural. El tratamiento que sufre el problema de los olores es análogo, como hemos visto, al

sufrido por el problema de la ‘raíz cuadrada’, y lo es también al que sufrirán los ensayos de conceptualización del cero (como veremos a continuación), de los números negativos, los irracionales o los infinitesimales, que han llenado de divertidos errores, de retórica y de poesía las páginas de los mejores matemáticos ("En matemáticas - decía Wittgenstein - son tretas gramaticales las que nos convencen"). Las paradojas que el problema de unos leopardos que les resultan ser cristianos a los *dorzé* y la negociación de sentidos que éstos llevan a cabo para preservar sus principios de clasificación, reproducen las mismas operaciones sociales e intelectuales con las que los matemáticos y lógicos abordan y negocian el sentido de las paradojas aparecidas en teoría de conjuntos (BLOOR, 1998: 205 y ss., KLINE, 1985: 295 y ss.). Así mismo, los dispositivos simbólicos que se disparan ante construcciones sintácticas sin referente empírico (como son, p.e., los centauros) apenas difieren - salvo en las circunstancias de los distintos contextos - de los que ponen en juego los mejores matemáticos, desde Diofanto hasta nuestros días. XIX, para encontrarle sentido a ese ‘centauro ontológico’ que eran -para Leibniz- las magnitudes imaginarias.

Intentaremos ahora aplicar esta metodología de análisis a aquel objeto matemático que ni siquiera el llamado *programa fuerte de sociología del conocimiento científico* (BLOOR, 1998), pese a toda su potencia, era capaz de explicar: el cero. Y lo haremos en dos contextos sociales e históricos bien diferentes, para observar cómo los dispositivos simbólicos que se ponen en marcha son, en cada caso, también radicalmente distintos.

Algo que hoy llamaríamos un ‘cero’, cuando aún estaba sin conceptualizar es un blanco ideal para la actuación de dispositivos simbólicos, pues:

- se trata de una expresión sin referente aparente (¿cuál sería el referente de nada?), de una situación aún sin nombre.

- conduce a todo tipo de paradojas (como las de dividir por cero; o la de encontrarle sentido a la expresión ‘hay cierto *número* de personas’ para significar que no había nadie: si ‘cero’ fuera un número, esa expresión tendría sentido aún cuando no hubiera nadie, aunque tal vez a quien la profiriese le dirían que no sabe lo que dice).

- no existe caracterización en el repertorio matemático durante siglos.

- incluso cuando por fin resulte definido, seguirá siendo un concepto mal comprendido (seguramente hasta la elaboración de la moderna teoría de grupos).

Cada problema que históricamente ha venido rodeando a –lo que llamamos hoy- el cero, recorre los procesos simbólicos que distingue Sperber:

1º) El problema se va focalizando, por desplazamientos metafóricos, en torno a conceptos vecinos (vacío, no-ser, caos... en Europa) o a otros símbolos ya cristalizados (Tao, Hun-tun... en China).

2º) Estas focalizaciones dispararán un complejo de evocaciones inconscientes del repertorio de significados de cada sociedad: evocaciones conceptuales (inextenso), afectivas (horror, carencia), valorativas (la falta como defecto), gramaticales

(partículas y sufijos negativos y privativos) o técnicas (suma, resta, técnicas numéricas, métodos de resolución de ecuaciones).

3º) Estas evocaciones se proyectan (de distinto modo en cada contexto social e histórico) en los diferentes ensayos de conceptualizarlo formalmente, de operar con él, o de rechazar la mismísima posibilidad de que pueda existir algo semejante...

En la Grecia clásica, el texto que más aproximadamente evoca algo como nuestro cero pertenece al libro IV de la *Physica* de Aristóteles. Este texto se encuentra entre los muchos argumentos con los que Aristóteles intenta espantar racionalmente el pánico al vacío, y dice así:

Pero no hay ninguna razón en la que el vacío (*kenón*) sea excedido por los cuerpos, de igual modo que ‘nada’ (*mèdén* = nada hay que) no está en razón alguna con un número. Pues 4 excede a 3 en 1, y a 2 en más (que 1), y a 1 en todavía más de lo que excede a 2; pero cuando llegamos a nada (*mèdenós*) no hay razón alguna en la que 4 lo exceda, pues el número que excede debe dividirse en el exceso y el número que es excedido, así que 4 debería ser la suma del exceso y nada (aquí *oudén*, no *mèdén*: no hay concepto para ese ‘nada’). Por esto, tampoco una línea excede a un punto (en ninguna razón), porque no está hecha de puntos. Similarmente, el vacío no puede estar en razón alguna con lo lleno.

En el texto podemos observar que se trata de un razonamiento por analogía y, además, por reducción al absurdo, que apela al prestigio de las matemáticas para consolidar un pre-juicio común a toda la tribu.

1º) Se trata de un razonamiento analógico: el vacío, si existiera, sería a los cuerpos lo que nada es a los números (vacío/cuerpos = nada(no) / números). Aunque Aristóteles ha denunciado repetidamente la legitimidad de las demostraciones por analogía, aquí lo hace. Todo vale si le permite dar forma aparentemente lógica a la demostración (!) de un prejuicio: ese horror al vacío que también nosotros hemos heredado de aquellos griegos.

2º) La demostración es ‘por reducción al absurdo’: si hubiera una relación (sumativa) entre el vacío y los cuerpos habría de ser como la que habría entre nada y los números. Pero, como es impensable que haya una relación entre nada y número, hemos de concluir que tampoco puede haberla entre el vacío y los cuerpos. Como tan lúcidamente han puesto de manifiesto Ortega (1979) y Szabó (1960)], todo razonamiento de este tipo va llevando al lector oyente a una situación que es *evidentemente* imposible, es decir, que éste considera incompatible con los principios compartidos por toda la tribu: lo que ‘todo el mundo sabe’. Y, como nadie querrá verse excluido del grupo, no le cabe otra opción que admitir la imposibilidad del supuesto de partida que le había llevado a tan desagradable coyuntura.

3º) El razonamiento matemático sobre el que descansa la demostración ($4 = 3+1$, $4 = 2+2$, $4 = 1+3$, $4 = \textit{mèden}+4$) no es ni siquiera un razonamiento. Se inicia una serie que, por inducción, queda frustrada: la sinrazón de *mèden* no se demuestra,

porque es evidente, es un prejuicio aún más hondo que el del horror al vacío y, por tanto, ni siquiera es objeto de reflexión: ‘nada’ no es pensable porque es lo que permite ponerse a pensar, que es como Ortega define una creencia. Al llegar ahí, el argumento toca fondo (el fondo de la evidencia colectiva, de la opinión común) y rebota: por analogía a la ‘sinrazón’ de ‘nada’ se concluye la sinrazón del vacío.

4º) Es el prestigio de un razonamiento matemático (y no el razonamiento mismo) el que lleva a una conclusión referente al mundo físico. Aristóteles no ‘ha demostrado’ la imposibilidad de la nada matemática (¿el cero?) a partir de la evidencia de la nada física (el vacío), sino al revés: es la evidencia del sinsentido de un impensable número cero (¿cómo van a ser ‘cero cosas’ un caso de ‘cierto número de cosas’?) la funda la imposibilidad física del vacío.

Podemos preguntarnos ¿y qué es lo que hay bajo esa evidencia? Y pueden ensayarse distintas respuestas. Pero lo importante ahora no es eso, sino el hecho primero y principal de que un concepto matemático (o la declaración de su sinsentido, como en este caso) y de unos modos de demostración dependan de los pre-juicios y creencias del grupo, a la vez que contribuyen a reforzarlos. Sentado esto, ya podemos pararnos a pensar en los particulares pre-juicios, aunque nos limitaremos aquí a dejar esbozados sólo algunos. Por un lado, un rasgo cultural específico: el sustancialismo o cosismo griego, el predominio del sentido de la vista que se forma ‘ideas’ (abstractos) de las cosas. El número griego es así también algo lleno, pleno, visible: tanto en su versión pitagórica (números figurados), como en la platónica (‘multitud de unidades’), como en la euclídeo-aristotélica (segmentos). Por otro lado, un rasgo socio-religioso específico de aquel mundo griego: la desazón producida por la pérdida de la fe en los dioses mueve a la especulación griega a construir un cielo de conceptos, principios y axiomas *indudables* bajo el que protegerse: y protegerse en particular del miedo al devenir, de ese brotar las cosas de la nada y volver a la nada cuando se renuncia a recursos trascendentes: ¿Cómo instalar entonces la nada en el corazón mismo de ese cielo protector que son las ideas y, en particular, las ideas matemáticas? No, para el cero *no hay lugar* (*a-topos*, ‘sin lugar’, es el término empleado por los matemáticos de entonces para declarar una conclusión como algo ‘imposible’) en el nuevo culto a la razón que estaba entonces sustituyendo en Grecia a la religión de sus mayores.

Ante el problema del vacío, el argumento aristotélico pone en funcionamiento ejemplarmente aquel dispositivo simbólico que analizaba Sperber:

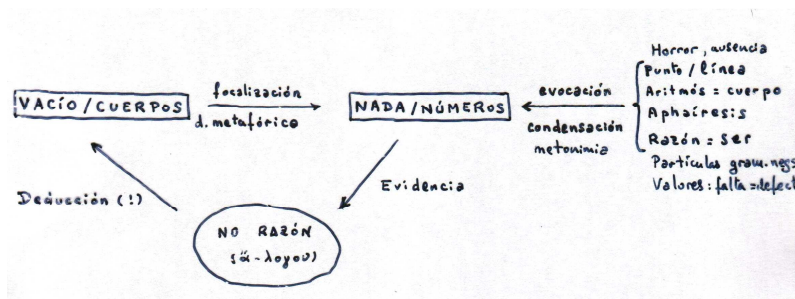
a) Existe un problema (el del vacío y los cuerpos) mal conceptualizado y fuente de todo tipo de paradojas (como las de Zenón de Elea): un problema ante el que fracasa el dispositivo conceptualizador.

b) Se produce una focalización sobre la imagen ‘nada/número’ por desplazamiento analógico (‘de igual modo que’: *hòsper*, ‘similarmente’).

c) En torno a ese foco hay una condensación de evocaciones: en no ser del no-ser (y toda la aparición de partículas gramaticales negativas o privativas); la relación entre el punto y la línea como análoga a la relación entre la (im-) posible ‘nada’ y el número; el número (*aritmós*) asociado a los cuerpos; la asociación ‘razón =

relación (sumativa) = existencia'; horror al vacío; aparición del concepto de exceso o diferencia (que implica la exigencia de una sustrato común que permita sustraer = *aphaíresis*), etc.

d) Se vuelve, por último, al problema inicial proyectando sobre él toda la cascada de evocaciones condensada en torno al foco.



Si ahora nos trasladamos a la China de la época de los Primeros Han, lo primero que choca no es ya encontrarse con el cero en el texto clásico más antiguo de la matemática China (*Los nueve capítulos del arte matemático*), sino con una multitud de ceros: unos que reciben distintos nombres según el contexto matemático en que aparecen (resolución de ecuaciones, cálculo de raíces cuadradas) y otros que aparecen en contextos que ni siquiera son matemáticos (técnicas adivinatorias, esquemas cosmogónicos). El cero está tan extendido en China como lo está en Grecia la aversión por él.

Pero vayamos de nuevo a los textos mismos. En el cap. 8º de *Los nueve capítulos* el problema 8 dice:

Al vender 2 vacas y 5 cabras para comprar 13 cerdos, hay un superávit de 1000 monedas. El dinero obtenido de vender 3 vacas y 3 cerdos da justo para comprar 9 cabras. Al vender 6 cabras y 8 cerdos para comprar 5 vacas, hay un déficit de 600 monedas. ¿Cuál es el precio de una vaca, de una cabra y de un cerdo?

Hasta aquí, no parece haber nada nuevo. Pero la primera sorpresa surge al ver representado el planteamiento del problema: no en un espacio extenso como el euclídeo sino en un espacio simbólico, como el que desarrollará el álgebra matricial europea del s. XIX. Pues bien, serán precisamente las características de estos espacios de representación las que den una realidad u otra, o incluso den o nieguen realidad, a lo que en ellos se representa. Será la re-presentación la que construya la presencia real de ciertos objetos, y no -como suele mantenerse- a la inversa.

-5	3	2	vacas
6	-9	6	cabras
8	3	-13	cerdos
-600		1000	<i>shi</i>

En la figura podemos observar una serie de características no matemáticas que, sin embargo, condicionan radicalmente cualquier intento de hacer matemática. Estas características atañen a las propiedades de cada lengua particular, a cierto modo de concebir el espacio de representación, y a la materia con la que se fabrican los números para colocarlos en el espacio de representación.

La disposición de la matriz reproduce la de la lengua china escrita: en columnas de arriba a abajo y de izquierda a derecha. Igual que la expresión de una ecuación en Occidente reproduce la estructura de las lenguas indoeuropeas (la segunda línea: $3x + 3z = 9y$ se corresponde con Sujeto-Verbo-Predicado: "3 vacas y 3 cerdos dan justo para 9 cabras"). Pero esta aparente trivialidad condiciona el que ciertas cosas puedan decirse y otras no, esto es, que ciertas cosas puedan existir entre los hablantes de una lengua y no existan para los de otra.

En la matriz, cada número (colección de palillos rojos o negros) significa en función del lugar que ocupa en el conjunto. No otra cosa ocurre con los ideogramas chinos, que son invariantes que adquieren un significado u otro según la posición que ocupan en la frase. Sólo teniendo a la vista el esquema global (como en una partitura musical) se entiende cada frase o cada palabra.

El 'cero' de la segunda columna es, en el original, un hueco: en ese lugar no hay palillos (números). En nuestras lenguas, el hueco en la escritura es insignificante: se limita a separar dos significados, dos palabras (como hace también el hueco-silencio entre dos palabras habladas). Pero ese hueco en la escritura china es un hueco que significa: y significa lo que significa por ocupar precisamente ese lugar y no otro. (Por cierto, el que sea el lugar el que signifique y, por lo tanto, no haya la menor necesidad de atribuir un nombre especial –'cero'– al lugar vacío, ha llevado en ocasiones al flagrante etnocentrismo de decir que la China antigua desconocía el cero).

Si intentamos escribir esa columna en nuestra álgebra simbólica (!) actual, resultaría: $3x - 9y + 3z = 0$. Pero no encontramos expresiones así hasta nuestro s. XVII. Ni para los griegos, ni para el álgebra alejandrina, ni para la potente matemática árabe, ni para el álgebra renacentista, tiene el menor sentido que 'algo' (el lado derecho de la ecuación) sea igual a 'nada' (el lado izquierdo), es un absurdo que 'nada' pueda predicarse de 'algo'.

Junto a las características lingüísticas y a las del espacio de representación, el tercer elemento que permite al imaginario chino pensar el ‘cero’ es el singular tipo de materialidad en que se expresa su sistema de numeración. El hecho de que los números no sean trazos-segmentos (como los de la geometría griega) ni piedras-cálculos (como los de la aritmética griega), sino que se pongan al poner palillos en el tablero de cálculo, permite que (al operar los números entre sí) los palillos vayan cambiando de un lugar a otro, y que -en determinados momentos-determinados lugares se queden vacíos de forma ‘natural’.

Pero si estos tres elementos (lenguaje, espacio simbólico de representación y palillos numerales) posibilitan el que pueda emerger algo como el cero, no determinan necesariamente esa emergencia. Son sólo un camino para que la nada pueda decirse: un camino que en el álgebra geométrica griega ya estaba bloqueado precisamente por las características específicas de esos tres elementos: 1º) un lenguaje lineal (S-V-P), donde las palabras se remiten a conceptos externos (significados) en lugar de significar por sí mismas y por su situación en el contexto, 2º) un espacio extenso y homogéneo de representación, y 3º) numerales alfabéticos que corresponden a medidas de segmentos o a cantidad de piedras o cuentas.

¿De dónde sacan entonces los matemáticos chinos la inspiración y el material con los que construir esos procedimientos y esos objetos que son *imposibles* para otros matemáticos, como los griegos o los renacentistas o incluso los de la Ilustración europea, tan sabios al menos como ellos? Ese manantial no es otro que la sociedad china de la época, con su peculiar estructuración social y conformación mítico-simbólica.

Una buena pista para adentrarnos en ese universo imaginario de la China anterior a los Han nos la suministran los propios palillos numerales. Los mismos palillos que se usan en álgebra son también los empleados en multitud de otras operaciones, pero operaciones no matemáticas sino populares. Arrojando esos palillos se lee el futuro y se reflexiona sobre la propia historia y la historia del pueblo chino mediante las técnicas del *I Ching*, con ellos hacen los comerciantes sus cálculos, con ellos se juegan juegos siguiendo reglas no menos intrincadas que las del álgebra, y con ellos hasta se come. En esos palillos está, precipitado, materializado, buena parte del imaginario social y de la memoria colectiva del pueblo chino. Por medio de los palillos la actividad matemática se funde, y se confunde, con otras mil actividades cotidianas.

Pues bien, en su uso algebraico, esos palillos son de dos colores (negro y rojo) o de dos formas (sección cuadrada o triangular), que se corresponden con lo que nosotros llamaríamos números negativos y positivos, respectivamente. Números que, como el cero, tampoco tienen el menor sentido ni para el álgebra geométrica griega ni para la potente álgebra simbólica árabe. No tiene el menor sentido afirmar, como hace algún ilustre historiador de la matemática como Boyer, que “la idea de los números negativos no parece haber ocasionado muchas dificultades a los chinos, puesto que estaban acostumbrados a calcular utilizando dos grupos de palillos”. No tiene el menor sentido, pues una de dos: o la ‘idea de

números negativos' es distinta de los grupos de palillos y los pre-existe en algún olimpo matemático, o ambas cosas - idea y palillos - son la misma cosa (lo que parece más acorde con el modo de pensar chino, para el que las ideas son directamente lingüísticas). En cualquiera de ambos casos el problema queda intacto: ¿por qué los chinos, y sólo los chinos, operan con palillos de dos colores, que nosotros podemos hoy identificar con nuestra idea de números positivos y negativos?

La respuesta la obtenemos observando atentamente cómo trabajan estos palillos en el álgebra *fang cheng* para la resolución de sistemas de n ecuaciones con m incógnitas (un método que no se conocerá en Europa hasta el s. XIX bajo el nombre de método de Gauss).

El objetivo del método es ir emparejando (*dui ze*) y equilibrando (*qi tong*) entre sí palillos negros y rojos, de modo que se vayan destruyendo mutuamente (*xiang xiao*), hasta conseguir que determinados lugares queden vacíos, que en ellos los palillos desaparezcan (*jin*) (lo que en matemática moderna se llamaría diagonalizar la matriz). Literalmente, se trata de un sofisticado método para producir nada, para obtener el vacío, un método que pondría los pelos de punta a los griegos.

Si ahora enfrentamos esto con toda la batería de argumentos con que Aristóteles, y toda la tradición occidental (matemática, estética, física, teológica), intenta expulsar al vacío del ámbito de lo pensable y de lo existente, acaso tenga sentido pararse a pensar en que estamos no sólo ante dos matemáticas inconmensurables, sino ante dos modos de pensar que no admiten común medida (y soy consciente del rechazo general que producen tesis como éstas, un rechazo que también sería interesante analizar en el marco de una antropología simbólica de los mitos modernos de Occidente).

Pero lo realmente interesante (aunque ahora no podamos ya pararnos en ello) es observar la perfecta homología que entrelaza a la terna matemática *zheng/fu/wu* (palillos-rojos/palillos-negros/hueco-en-el-tablero) con la terna simbólica *yang/yin/tao*. Una terna en torno a la que se anuda todo el complejo de significaciones imaginarias chinas y que alimenta tanto el vocabulario como los modelos teóricos de todos los saberes chinos: filosofía, física y química, geografía, astronomía, etc. Una terna que Granet ha estudiado magistralmente en su doble dimensión de dar forma a - y también expresar - las distintas dimensiones y dinamismos de la vida social en China: fiestas populares, disposición de las habitaciones de la casa, formas de gobierno de las comunidades locales, etc. El *tao*, como el hueco en el tablero de cálculo, se nombra siempre negativamente (bien mediante imágenes contradictorias, bien diciendo lo que no es). El *tao* divide -a la vez que enlaza- a las oposiciones en que consiste toda realidad (y, en particular, la realidad del número). Es el gozne que articula y permite el tránsito y la operación entre los opuestos, es el manantial del que emergen las alternancias y las oposiciones y el lugar sin marca en el que se remansan. Un estudio filológico detallado de esta homología (como el que ensayo en mi libro) confirma

rotundamente el singular arraigo de la matemática china - y también de su lógica - en las mismas formas de memoria compartida que estructuran y dinamizan toda su vida social (p.e. los significados de *zheng* y *fu* en el lenguaje ordinario, o el carácter no-marcado de lo negativo respecto de lo positivo).

Todo este complejo es el que resulta focalizado cuando el algebrista chino se enfrenta con lo que nosotros hoy llamaríamos el ‘cero’. Ahora bien, aunque puede decirse que, en cierto sentido, tanto Aristóteles como Liu Hui afrontan el mismo problema (el de encontrar un equivalente numérico de un vacío físico, sea éste un no-ser o un hueco en el tablero), no es menos cierto que tanto el propósito como el magma imaginario de cada uno es muy distinto. En cuanto al propósito, el griego trata de mostrar que tal vacío es imposible y, para ello, parte de la *evidencia* de que su equivalente matemático no tiene ningún sentido. Para el chino, por el contrario, *lo evidente* es el hueco vacío que él observa en el tablero de cálculo pero, como ese hueco pertenece a un tablero *de cálculo*, debe tener necesariamente un sentido en el cálculo: debe ser también un número como todos los demás que están en el tablero. El *quid* de la situación está, por tanto, en lo que a cada uno se le presenta como *evidente*, lo que cada uno da por des-contado y le permite –o le impide- ponerse a contar. Eso que se da por des-contado afecta a los dos dominios que aquí están en juego: lo que se cuenta, es decir, los números (dominio aritmético) y lo que se cuenta, es decir, las narraciones (dominio lingüístico). Por eso el primero no puede decir nada sobre lo que nada es (el ‘cero’/vacío), mientras que el segundo *ve* el hueco como un número con la misma plasticidad con que tantas narraciones taoístas que él ha oído hablan de la potencia del vacío y de su papel como gozne o quicio que articula los opuestos.

Esas evidencias (lo que se da por des-contado), pre-su-puestos (lo que se pone previamente debajo) o pre-juicios (lo que es previo a la emisión de cualquier juicio) son las que se han movilizadas ante el problema inicial y han resultado evocadas al focalizar éste sobre la imagen que lo simboliza. Ya vimos cómo se concretaba en Aristóteles es proceso de simbolización. En el caso de Liu Hui pueden observarse los mismos pasos, pero ahora modelados por el imaginario de su cultura:

- a) Se parte de un problema semejante: cómo conceptualizar y manipular el vacío.
- b) Se focaliza también sobre un posible correlato matemático de ese vacío: el que nosotros podríamos llamar ‘cero’.
- c) Se condensa una cascada de evocaciones sobre éste foco.
- d) Se desplazan de nuevo al problema inicial estas evocaciones, lo que permite dar al problema cierta forma y cierta posibilidad de manejo.

La diferencia radical entre uno y otro matemático se da en el paso (c) de este proceso simbolizador, pues las evocaciones que el imaginario de Liu Hui le trae a la mente hablan de: la asociación del vacío o el no-ser (*wu*) con el *tao* (al que los clásicos siempre se refieren mediante partículas gramaticales negativas) y del *tao* con el poder-ser; la capacidad de significación del lugar (aunque ese lugar esté

vacío); la disposición matricial de los números análoga a la disposición de las frases en la escritura china; la atracción –y no horror- hacia un vacío que incluso se intenta provocar (hacer desaparecer (*jin*) palillos); etc.

Restar: ¿Aphaíresis o *xiang xiao*?

	Analogía pral.	Material	Número 'natural'	Metáforas corrientes
Occidente ?	Restar? = <u>Extraer</u> Números Multitud	Piedras ● ● ● ● ● Trazos _____	$\mathbb{N}$ $n = +n$	• aphaíresis • restar, sustraer... • residuo, diferencia... • ôter, retrancher... • to take out...
China ○	Restar? = <u>Oponer</u> Números Contrincantes	Palillos/huecos 	$\mathbb{Z}$ zheng fu wu	• <i>dui ze</i> (emparejar) • <i>qi tong</i> (equilibrar) • <i>jin</i> (aniquilar) • <i>xiang xiao</i> (destrucción mutua) • <i>wu</i> (no hay, vacío)

Para desentramar estos nudos del imaginario es donde el recurso al análisis de las metáforas presentes en los textos matemáticos (y en los posibles comentarios o dudas que susciten en los estudiantes) se revela en toda su capacidad heurística. En última instancia, todo el análisis anterior casi puede derivarse de percatarse de un par de metáforas básicas y, a continuación, ir sacando todas las consecuencias que se sigan de ellas. Además, el análisis a partir de las metáforas viene a coincidir con el hasta aquí hemos desarrollado utilizando el dispositivo de simbolización que plantea Sperber. Efectivamente, los movimientos de focalización, condensación y regreso al problema inicial son otros tantos movimientos metafóricos, donde los significados –y los valores, emociones y asociaciones a ellos vinculados- circulan de un ámbito a otro, que es la característica específica de los significados metafóricos.

La ventaja didáctica y heurística del acercamiento a través de las metáforas es que, en muchos casos, las metáforas originales suelen tener sus correspondientes en nuestro lenguaje ordinario. Bastará entonces con pararnos a pensar despacio cómo hablamos cuando hablamos de matemáticas (pero no sólo de matemáticas) para poder ir desentrañando esas redes imaginarias que dan forma los conceptos y razonamientos.

El término que los matemáticos griegos usan para la operación que nosotros llamamos ‘resta’ o ‘sustracción’ es el *aphaíresis*, y tiene el mismo significado que en nuestra lengua: sacar, extraer, sustraer, arrancar... Los números o las magnitudes (recordemos la radical existente en Grecia entre la aritmética y la

geometría) se sustraen entre sí *como si* (y en este ‘como si’ está precisamente la metáfora) fueran cosas materiales las que se extrajesen (por eso habla Ortega del *cosismo* griego): restar un número de otro es la misma operación que extraer piedrecitas (*calculos*, les llaman los matemáticos latinos; *psofoi*, los griegos) de una colección de ellas o extraer mármol de un bloque para modelar una estatua (la estatua sería el *resto* o *residuo* que queda tras efectuar la sustracción).

El razonamiento de Aristóteles que reproducíamos al comienzo podría exponerse entonces en términos sustractivos (es decir, en términos de *aphairesis*) en lugar de hacerlo en términos sumativos (es decir, en términos de *próthesis*, como él hace, que es la operación opuesta a la *aphairesis*) de la siguiente manera. Si tenemos una bolsa con 4 piedras y extraemos 1, quedan 3; si extraemos 2, quedan 2; si extraemos 3, queda 1; y si extraemos 4, queda... ¡nada! Luego es imposible, es una operación sin sentido. Este sinsentido es aún más evidente si de lo que partimos no es de una bolsa sino de un bloque de mármol: podemos ir extrayendo material e ir obteniendo distintas formas, pero ¿a qué escultor se le ocurriría llegar a pulverizar todo el bloque? Ha de ser un escultor que haya perdido el sentido, que haya *extraviado la razón*. Y aquí esta expresión tendría también el doble sentido que tiene entre nosotros: a) volverse loco, y b) llegar a un resultado en el que no hay ninguna relación (*logos*) entre los términos que se han puesto en juego (el bloque inicial y el resultado de la extracción: nada). Nuestro mismo lenguaje aritmético llama razones o proporciones a esos números (quebrados, también decimos) que indican una relación entre el numerador y el denominador: los números *racionales*. Si no hay tal razón o proporción nos salimos del campo de la racionalidad para adentrarnos en terrenos de la locura, como se diría de nuestro escultor insaciable. Es significativo que las leyendas griegas que atribuyen a Hipaso de Metaponto la propuesta de posibles magnitudes sin razón o relación entre ellas (los que hoy hemos construido como ‘números *irracionales*’) le asignen también los más crueles destinos: muerte horrible en un naufragio, erección de un monumento funerario a su nombre (estando aún vivo)...

La metáfora de la sustracción impone así, como toda metáfora, un ‘marco’ (*frame*, dicen los anglos) desde el cual la operación enfocada actúa de cierta manera y, en consecuencia, tiene unos límites bien marcados. En este caso, tales límites vienen dados por la necesidad de concebir el objeto como una materia o sustancia (de ahí el ‘sustancialismo griego’ del que habla Ortega) de la que se extrae una parte. Lo que la matemática posterior construirá como ‘número *cero*’ queda así excluido y, con mucha más razón, los que también mucho más tarde se definirán como ‘números *negativos*’: ¿qué diríamos de nuestro escultor si, no satisfecho con haber pulverizado por completo el bloque inicial, siguiera aún golpeando en el vacío intentando extraer aún más materia?

A los matemáticos chinos les bastó con focalizar la misma operación sobre otra metáfora para cambiar por completo el marco y desbordar los límites que imponía el anterior. Apoyados en que la materialidad del número no se enfoca ahora como una sustancia sino como unos palillos móviles (que, a su vez, se

interpretan desde la metáfora del *yin* y el *yang*, tan arraigada en su imaginario), entienden la operación en términos de emparejamiento o enfrentamiento (*dui ze*) de contrarios que se destruyen mutuamente (*xiang xiao*) hasta la aniquilación (*jin*) de uno de ellos. Ahora, el razonamiento que proponía Aristóteles se vería como el enfrentamiento de 4 palillos rojos con –sucesivamente- 1, 2, 3 y 4 palillos negros. Los resultado de operar $4 - 1$, $4 - 2$ y $4 - 3$ serían, respectivamente 3, 2 y 1 palillos rojos ‘vencedores’, respectivamente. Y el resultado de $4 - 4$ sería un empate, pues los dos ‘ejércitos’ de palillos se habrían aniquilado mutuamente. Lo cual no ofrece ninguna dificultad, pues el hueco que resulta es un número con el que se puede operar como con cualquiera de los restantes. No actúa ahí ningún *horror vacui* pues el vacío obtenido está preñado también de significado, un significado también positivo pues se asocia al *tao*, esa articulación del *yin* (palillos negros) y el *yang* (palillos rojos) en la que descansa todo el juego de los números (lo que hoy, en *teoría de grupos*, llamaríamos ‘elemento neutro’).

La operación zheng / fu

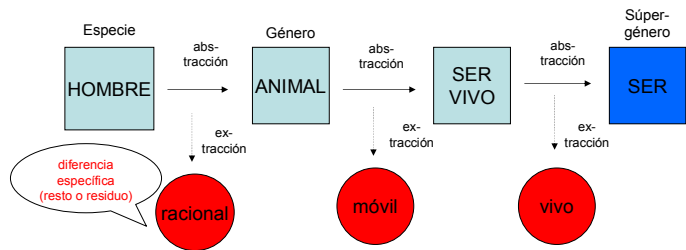
	dui ze (emparejar)	xiang xiao (destrucción mutua)	RESULTADO
4 - 3			 + 1
3 - 4			 - 1

Pero más asombroso aún es que, desde este nuevo marco metafórico, tanto sentido tiene efectuar $4 - 3$ como $3 - 4$. En el primer caso *sobreviviría* un palillo rojo (+1 diríamos nosotros), en el segundo sería un palillo negro el *superviviente* (nuestro -1). Y los que hoy hemos construido como números positivos y negativos tienen así para el algebrista chino la misma *naturalidad*; tanto unos como otros podrían llamarse, con toda propiedad, ‘números *naturales*’.

Pero este enfoque metafórico presenta, además, otra potente ventaja. Las metáforas suelen en-redarse entre sí como las cerezas en un cesto y, al tirar de una, con frecuencia salen un buen número de ellas entrelazadas. Así, cuando uno observa que el mismo verbo (*aphaíresis*) que Euclides utiliza para la sustracción de números es el que emplea Aristóteles para la abstracción (*aphaíresis*) como operación mental que consiste en sustraer unas ideas de otras, se puede empezar a

intuir que el pensamiento por abstracción imponga un marco con unos límites tan marcados como lo hace en la resta de números.

Aphaíresis



aphaíresis

Especie -	Género =	Residuo
Hombre -	Animal =	Racional
4 -	3 =	1

prósthesis

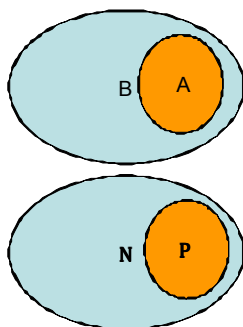
Especie =	Género +	Residuo
Hombre =	Animal +	Racional
4 =	3 +	1

3 - 4 =	?	3 = 4 +	?
A - H =	?	A = H +	?

No es este lugar para adentrarnos en esos límites (Lizcano, 1993: 194-212), baste dejar aquí otro apunte de cómo la potencia de la metáfora extractiva en nuestro imaginario condiciona nuestro razonamiento matemático. Cuando la teoría de conjuntos parecía poder venir a sacar a las matemáticas de la fragmentación a que la habían abocado tantas especialidades desconectadas entre sí, la aparición de las famosas paradojas amenazó con arruinar ese precioso edificio formal unificador (Kline, 1985: 295 y ss.). Una de estas paradojas es la que resulta de observar que si del conjunto de los números naturales $\mathbb{N}$ extraemos el conjunto de los números pares $\mathbb{P}$, el conjunto resultante es estrictamente menor, pues ese resto está formado por el conjunto de todos los números impares $\mathbb{I}$. Pero, por otro lado, si en vez de apelar a ese modelo extractivo, apelamos al modelo de emparejamiento propio de un imaginario como el chino, nos encontramos con que puede establecerse una correspondencia biunívoca entre $\mathbb{N}$ y $\mathbb{P}$, por lo que ambos conjuntos tendrían el mismo número de elementos.

Así, según enfoquemos el problema desde el marco impuesto por una u otra metáfora, obtenemos conclusiones incompatibles. D. Bloor (1988: 205-208) ofrece un bello análisis de cómo se evitó el desastre recurriendo a un expediente tan poco formal como es la negociación de una nueva definición de conjunto que integrara ambos marcos y disolviera la paradoja.

El todo, ¿mayor que la parte?



$A \subset B$

N	1	2	3	4	5	6	7	8	9	...		P	?	N
P		2	4	6	8	...						card P	?	card N

(extracción)

N	1	2	3	4	5	6	7	8	9	...	n			
	?	?	?	?	?	?	?	?	?		?			
P	2	4	6	8	10	12		2n					card P = card N	

(emparejamiento)

El análisis metafórico de los conceptos y problemas matemáticos nos ofrece así una doble vía para insertarlos en el lenguaje y el mundo cultural del estudiante. Por un lado, permite a éste abordar las matemáticas en un contexto del que él forma parte, evitando la sensación de extrañeza que tan a menudo le paraliza. Por otro, puede percibir que las matemáticas no sólo forman parte de mundos más amplio, sino que son un instrumento privilegiado para comprender mejor esos otros mundos, como hemos podido hacer aquí con los mundos griegos y chino, a los que espero que estas líneas hayan ayudado a conocer un poco mejor.

Bibliografía

- BLOOR, D. **Conocimiento e imaginario social**. Barcelona: Gedisa, 1998.
- KLINE, M. **Matemáticas**. La pérdida de la certidumbre. Madrid: Siglo XXI, 1985.
- LIZCANO, E. La economía como ideología. Un análisis socio-metafórico de los discursos sobre la crisis. **Revista de Ciencias sociales**, segunda época, 1(2009):85-102, Universidad de Quilmes. (2009a).
- LIZCANO, E. Hablar por metáfora. La mentira verdadera (o la verdad mentirosa) de los imaginarios sociales. **Sociedad**, 28(2009):167-190, Facultad de Ciencias Sociales de la Universidad de Buenos Aires. (2009b).
- LIZCANO, E. **Metáforas que nos piensan**. Sobre ciencia, democracia y otras poderosas ficciones. Madrid: Traficantes de Sueños, 2006 (reed. en Biblos, Buenos Aires, 2009).
- LIZCANO, E. La metáfora como analizador social. **Empiria**, 2(1999):29-60.
- REMATEC, Natal (RN) Ano 7, n.11/ Jul-Dez, 2012

LIZCANO, E. **Imaginario colectivo y creación matemática**. La construcción social del número, el espacio y lo imposible en China y en Grecia. Barcelona: Gedisa, 1993 (reed. 2009).

ORTEGA y GASSET, J. La idea de principio en Leibniz. **Revista de Occidente**. Madrid: Alianza Editoril, 1979.

SPERBERG, D. **El simbolismo en general**, Barcelona: Anthropos, 1978.

SZABÓ, A. The Transformation of Mathematics into Deductive Science and the Beginnings of its Foundation on Definition and Axioms. **Scripta Mathematica**, XXVII (1960) 1: 27-48a y 2: 113-139.

Emmánuel Lizcano Fernández

Universidad Nacional de Educación a Distancia – UNED - Espanha

E-mail: elizcano@poli.uned.es

REFLEXÕES SOBRE O DESENVOLVIMENTO DA PRÁTICA SOCIAL E A PRODUÇÃO E SISTEMATIZAÇÃO DO CONHECIMENTO MATEMÁTICO

REFLECTIONS ABOUT THE SOCIAL PRACTICE DEVELOPMENT AND PRODUCTION AND SYSTAMTIZATION OF THE KNOWLEDGE ABOUT MATHEMATICS

José Roberto Boettger Giardinetto
Universidade Estadual Paulista – UNESP/Bauru – Brasil

Resumo

O objetivo deste artigo é refletir sobre a questão cultural na Educação Matemática a partir da relação entre o desenvolvimento da prática social e a produção e sistematização do conhecimento matemático. Neste sentido num primeiro momento reflete-se sobre o nível de produção do conhecimento matemático em contextos sociais diversos em face ao nível de complexidade da realidade investigada. Em um segundo momento, tece-se considerações sobre a necessidade de se compreender o fenômeno da cultura numa perspectiva totalizadora e as implicações diante da atomização da cultura em pesquisas de caráter etnográfico sobre a produção da matemática em contextos sociais específicos.

Palavras-chave: Marxismo, Cultura, Educação Matemática, Matemática Escolar.

Abstract

The aim of this study is to reflect about the cultural aspects concerning Mathematics Education, from the relationship between the development of the social practice and the production and systematization of knowledge about Mathematics. Thus, in first instance, there is a reflection about the producton level of mathematics knowledge in diverse social contexts, facing the level of complexity of the investigated reality. In a second instance, considerations are made about the necessity of understanding the culture phenomenum, in a totalizing perspective and the implications facing the atomization of culture in researches of ethnographic aspects about the production of mathematics in specific social contexts.

Keywords: Marxism, Culture, Mathematics Education, Scholastic Mathematics.

Introdução

O objetivo deste trabalho é tecer algumas considerações sobre a relação entre o desenvolvimento da prática social e a produção e sistematização do conhecimento matemático. Tal relação traz importantes implicações para o entendimento da questão cultural no ensino da matemática diante da

constatação da existência de “matemáticas esquecidas” em face à tarefa de realização da prática educativa escolar.

O termo aqui empregado “matemáticas esquecidas” denota uma compreensão do processo histórico de desenvolvimento da matemática em que co-existem diferentes manifestações do conhecimento matemático consideradas por muitas pesquisas, como conhecimentos distintos do conhecimento matemático em sua versão escolar, conhecimentos não considerados na atividade pedagógica de se ensinar matemática. O termo também é aqui empregado no sentido específico de casos em que conhecimentos matemáticos desenvolvidos em contextos sociais diversos são preteridos pela história processual do desenvolvimento matemático, história objetivamente realizada.

Para tanto o trabalho se divide em dois momentos de reflexão: Num primeiro momento, discorre-se sobre o nível de produção do conhecimento matemático em contextos sociais diversos, em face ao nível de complexidade da realidade investigada no tocante ao grau de complexidade atingido dada a transformação da realidade natural em realidade humanizada. Tais considerações necessariamente remeterão para uma reflexão da relação entre a matemática escolar e as “matemáticas esquecidas”. Num segundo momento, que se relaciona ao primeiro, trata-se de tecer considerações sobre a necessidade de se compreender o fenômeno da cultura numa perspectiva totalizadora e as implicações daí decorrentes diante da atomização da cultura em contextos sociais específicos.

Cada um dos momentos enunciados apresenta como epígrafe uma determinada citação que serve como elemento instigador para cada reflexão pretendida.

2. Prática social e produção da matemática: as “matemáticas esquecidas”

Quando mais progride a humanidade, mais rica é a prática sócio-histórica acumulada por ela, mais cresce o papel específico da educação e mais complexa é a sua tarefa. Razão por que toda a etapa nova no desenvolvimento da humanidade, bem como no dos diferentes povos, apela forçosamente para uma nova etapa no desenvolvimento da educação: o tempo que a sociedade consagra à educação das gerações aumenta; criam-se estabelecimentos de ensino, a instrução toma formas especializadas, diferencia-se o trabalho do educador do professor; os programas de estudo enriquecem-se, os métodos pedagógicos aperfeiçoam-se, desenvolve-se a ciência pedagógica. Esta relação entre o progresso histórico e o progresso da educação é tão estreita que se pode sem risco de errar julgar o nível geral do desenvolvimento histórico da sociedade pelo nível de desenvolvimento do seu sistema educativo e inversamente. (LEONTIEV, 1978, p. 273)

A prática social decorre de um constante processo de transformação da realidade natural em realidade humanizada mediante o trabalho (Cf. MARX, REMATEC, Natal (RN) Ano 7, n.11/ Jul-Dez, 2012

1985; MARX, ENGELS, 1980). Os produtos da realidade humanizada são as objetivações que dado o nível de transformação obtida, se apresentam aos indivíduos singulares segundo relações espontâneas (não-intencionais) ou não-espontâneas (intencionais). Segundo Heller (1977, p. 227), as objetivações, cuja relação com cada indivíduo é de forma espontânea (não-intencionais) são denominadas de objetivações em-si; já as objetivações cuja relação com cada indivíduo é de forma não-espontânea (intencional) são denominadas de objetivações para-si.

As objetivações em-si são a linguagem, o costume e os objetos (utensílios). Tais objetivações compõem a vida cotidiana de cada indivíduo. As objetivações para-si são a ciência, a política, a moral, a ética, a filosofia e a arte. Segundo Heller (1977) fazem parte da denominada vida não-cotidiana. Cada indivíduo para se apropriar de uma objetivação para-si deve superar a relação espontânea presente na vida cotidiana e se relacionar de forma intencional num processo de consciência da consciência.

A escola se constitui em espaço próprio em que se realiza o processo de ensino-aprendizagem dos conteúdos das objetivações para-si, as ciências, a sensibilidade artística, a postura filosófica, a análise das questões políticas, morais e éticas (pelo menos, deveria cumprir este papel).

Considerando a época atual, o capitalismo se revela como a estrutura sócio-econômica que determinou o avanço das forças produtivas em escalas inimagináveis frente a outros modos de produção anteriores. Entretanto, se por um lado o gênero humano tem atingido níveis altíssimos de complexidade, por outro lado essa conquista tem sido feita a custa da exploração da grande maioria da população mundial.

A história social humana se desenvolve através de uma dinâmica passível de ser entendida pela relação entre humanização e alienação. Trata-se de um processo contraditório que se dá por relações sociais de dominação presente na história humana até hoje. Entende-se que as forças de dominação são características históricas superáveis. Essa superação não se dá por ruptura, mas por superação via incorporação daquilo que apresenta um caráter essencialmente humanizador, aquilo que na cultura tem apontado para a universalidade e liberdade humanas. E essa superação por incorporação deve ocorrer em todas as instâncias da estrutura social, inclusive, na instituição escolar. Duarte (1994, p. 133) esclarece:

Ao longo do contraditório e heterogêneo processo histórico, o gênero humano tem se enriquecido, isto é, tem adquirido forças, faculdades e necessidades qualitativamente superiores, que passam a constituir parte ineliminável do ser da humanidade no seu conjunto, ainda que, em decorrência das relações alienadas, essas forças, faculdades e necessidades não se efetivem na vida da maioria dos indivíduos. Em outras palavras, é preciso distinguir, no processo histórico, aquilo que consideramos como algo a ser superado juntamente com o capitalismo e

as relações sociais alienadas, daquilo que, tendo surgido no interior dessas mesmas relações sociais alienadas, nós entendamos que deva ser preservado por uma sociedade socialista e elevado a um nível superior de desenvolvimento.

Trata-se da necessidade de se captar, nas objetivações criadas, o aspecto humanizador diferenciando de seu aspecto alienador. O conteúdo de caráter humanizador pode apontar, dados os interesses dos dominantes, para uma não-humanização dos homens (Cf. DUARTE, 1996, p. 24). Deve-se sim fazer a crítica, mais abstraindo aquilo que permanece como legado possível para a humanização do homem.

No tocante ao saber escolar, trata-se de apontar e defender a apropriação das objetivações para-si em sua forma escolar sem cair no viés de uma interpretação reprodutivistas em que associa tais objetivações como representantes dos interesses da classe burguesa em detrimento de um conhecimento popular pretensamente considerado “autêntico”.

Ao se recuperar a função humanizadora da escola, está-se apontando para a defesa de uma rica formação cultural como instrumentalização crítica para se entender a realidade visando sua transformação. Essa criticidade possível de ser implementada via trabalho escolar denota que não é possível ser crítico à margem de apropriação do saber (Cf. SAVIANI, 2003) e o acesso aos conteúdos escolares não constitui uma ameaça à autonomia intelectual dos indivíduos mas, sim, elemento imprescindível para a formação cultural do educando. Por conta da criticidade possível, a apropriação do saber escolar torna-se uma necessidade já que mediante a elevação cultural dos indivíduos, está-se implementando a possibilidade de transformação da sociedade por meio da transformação das consciências. Daí a defesa da universalização da educação escolar (Cf. OLIVEIRA, In SILVA, Jr., 1994, p. 109).

Considerando que na sociedade capitalista hodierna é o modo de produção em que a transformação da realidade natural em realidade humanizada atinge nível altíssimo de complexidade, a prática social corresponde a esse nível de complexidade. Consequentemente, os conhecimentos daí decorrentes dessa transformação apresentam-se em suas formas mais complexas.

Independente do nível de complexidade atingido por uma determinada sociedade compete à criança a apropriação das objetivações desta determinada sociedade:

Para a criança, o ambiente humano é algo dado, mas não os objetos em sua qualidade humana: esses, enquanto objetos humanos, são apenas indicados como uma tarefa a levar a cabo. Para que o menino possa entrar em relação com esses objetos enquanto objetivações das forças essenciais do homem, para que possa portanto utilizá-los de um modo humano, deve desenvolver também em si próprio as mesmas faculdades

e as mesmas forças. Naturalmente, nesse caso, ocorre um processo que já não é mais espontâneo, pois se realiza apenas através da mediação dos adultos e, por conseguinte, da sociedade: o que explica o tempo inacreditavelmente breve no qual esse processo pode ocorrer (MARKUS, 1974, p. 54).

Pensando na sociedade capitalista hodierna e uma determinada sociedade indígena, por exemplo, a tarefa de apropriação das objetivações por parte de uma criança na sociedade capitalista e de uma criança na sociedade indígena é de níveis de complexidade distintos. Como se trata de sociedades cujo nível de transformação da realidade natural em realidade humanizada são qualitativamente distintos, distintos são o grau de “tarefa a levar a cabo” no dizer de Markus (1974).

Uma habitação indígena é menos complexa que a uma casa na sociedade capitalista industrializada. Os conhecimentos aí envolvidos são ambos complexos. O indígena deve se apropriar de um conhecimento específico que engloba saber qual folhagem de qual árvore é pertinente para a confecção do telhado da habitação, que tipo de madeira e de qual árvore é necessário para a construção das paredes etc. Uma casa na sociedade moderna abrange vários conhecimentos como os materiais necessários e cálculos estruturais para sua manutenção de forma a não desabar. Entretanto, se comparados no âmbito das transformações processadas pela intervenção humana na realidade natural transformando-a em realidade humanizada, a casa retrata um domínio de conhecimentos muito maior que o necessário para a construção de uma habitação indígena. A sociedade mais complexa é a referência para se entender o papel transformado do homem sobre sua realidade: “este mundo, o da indústria, das ciências e da arte, é a expressão da história verdadeira da natureza humana; é o saldo de sua transformação histórica” (LEONTIEV, 1978, p. 268).

Importante observar que no âmbito da relação entre o indivíduo singular e as objetivações que se colocam à sua vida, não importa de qual indivíduo estejamos falando, quer seja de uma sociedade mais complexa que de outra, a particularidade da “tarefa a levar a cabo” exigirá o desenvolvimento de ‘faculdades’ e de ‘forças’ complexas para a apropriação da função social implícita às objetivações.

É claro, portanto, que o termo “mais complexo” não está aqui empregada para denotar uma tentativa de depreciar o grau específico de complexidade atingido pela sociedade indígena (as relações entre os indivíduos, seus produtos, sua linguagem, seus costumes etc.). É ‘menos’ complexa com referência à transformação de realidade natural em realidade humanizada.

Pensando na escola, para o aluno inserido na sociedade globalizada, a formação escolar aí necessária é aquela que responde às necessidades desta sociedade já que

Está fora de questão que a experiência individual de um homem, por mais rica que seja, baste para produzir a formação de um pensamento lógico ou matemático abstracto e sistemas conceptuais correspondentes. Seria preciso não uma vida, mas mil. De facto, o mesmo pensamento e o saber de uma geração formam-se a partir da apropriação dos resultados da actividade cognitiva das gerações precedentes. (LEONTIEV, 1978, p. 266).

No caso do indígena, a escola aí é a escola da vida, das práticas próprias da vida cotidiana através da inserção da criança nas atividades dos adultos. E disto se dá, porque a sociedade do indivíduo indígena lhe faz exigências próprias de seu modo de produção, dado o nível de transformação das forças produtivas alcançado. Na sociedade capitalista hodierna, “a escola da vida” se diferencia da escola como “instituição social” em decorrência do nível exigido da relação do indivíduo para com as objetivações já atingidas. Daí, a institucionalização da escola (Cf. SAVIANI, 2003).

Dada a complexidade da sociedade capitalista, o conhecimento escolar aborda parte das “formas mais desenvolvidas em que se expressa o saber objetivo produzido historicamente” (SAVIANI, 2003, p. 09).

No caso da matemática escolar, esta retrata as formas mais desenvolvidas, complexas, de conhecimento matemático atingido pelo gênero humano dada a história objetivamente realizada.

Por exemplo, a apropriação da lógica do sistema numérico de origem hindu-arábico justifica-se por ser a expressão mais desenvolvida de sistema numérico. Sua lógica processual abrange as propriedades de ser base decimal, posicional, com nove símbolos numéricos além do zero. Sistemas numéricos anteriores abrangeram parcialmente tais propriedades. A lógica processual da gênese do sistema numérico hindu-arábico compreende um processo ocorrido ao longo da história humana em que se superou, por incorporação, a base dez, o cálculo digital, o cálculo via ábaco, os diferentes registros a partir do cálculo pelo ábaco, a criação do zero para representar a casa vazia do ábaco etc. (Cf. IFRAH, 1989).

Os demais conteúdos que compõem a grade curricular de matemática também expressam parte das formas mais desenvolvidas de conhecimento matemático até o momento atual. Tais considerações remetem a uma reflexão sobre as pesquisas que resgatem “matemáticas” até então “esquecidas”.

Muitas pesquisas de caráter etnográfico têm caracterizado a produção da matemática em contextos sociais distintos. Um exemplo em que se verifica uma descrição de pesquisas desse tipo é o trabalho de Gerdes (2007, p.197-213).

Gerdes (2007) apresenta o que denomina ser “uma breve visão panorâmica de literatura etnomatemática, continente por continente”: nas Américas (ibidem, p. 197-200), na Ásia, Oceania e Austrália (ibidem, p. 200-202), Europa (ibidem, p. 202) e África (ibidem, p. 203-p. 206). Tais pesquisas

referem-se na ampla maioria a aritmética, geometria (formas e medidas), jogos e outras atividades da vida cotidiana da comunidade pesquisada.

Para não alongar por demais o presente trabalho esmiuça-se aqui apenas as pesquisas realizadas nas “Américas” em que este autor explicita claramente no texto os conteúdos matemáticos investigados: a tradição numérica peruana dos Quipus; pesquisa sobre sistemas numéricos, representações numéricas em pedra, sistemas de calendários e alguma geometria em nativos americanos; pesquisa sobre a visão geométrica do mundo Navajo; sobre figuras feitas de fios por nativos americanos; sobre a geometria índia americana sistematizada pelo autor da pesquisa em um atlas; sobre jogos de fios em índios Tapirapé; sobre a matemática demandada pela vida cotidiana de uma favela do Estado de São Paulo; sobre a matemática (operações aritméticas, cálculo de cubagens) presente numa comunidade do movimento sem-terra no Rio Grande do Sul; sobre jogos espontâneos de crianças brasileiras dos 5 aos 8 anos de idade; sobre a matemática utilizada pelos aprendizes de capinteiros; sobre a matemática da rua em comparação com a matemática da escola; comparações entre a matemática oral com a matemática escolar; sobre a matemática da venda de doces; sobre aspectos da geometria ritual das populações índias; sobre a aritmética e decoração geométrica dos cestos de índios do Brasil e, finalmente, sobre os conhecimentos matemáticos de grupos profissionais.

O mesmo ocorre nos demais lugares do Planeta: pesquisas sobre contagem, sistemas de contagem, geometria em práticas sociais diversas (designs em artesanatos, especial tema de interesse dos trabalhos do próprio Gerdes), a matemática presente na diversidade de contextos cotidianos, formas de medição, jogos. Tratam-se, portanto, de pesquisas inseridas num mesmo universo: a produção da matemática em contextos sociais diversos no âmbito da esfera da vida cotidiana.

A vida cotidiana, além de ser pragmática, exigindo particulares forma de pensamento e de comportamento (Cf. HELLER, 1977), é tanto mais complexa quanto complexa é a realidade natural transformada pelo homem. A uma sociedade com baixo grau de transformação das forças produtivas, corresponde um baixo grau de desenvolvimento de conhecimento daí decorrente (citação de Leontiev em epígrafe neste item).

No caso do trabalho de Gerdes (2007), o resgate de tais conhecimentos ilustra exemplos da diversidade da produção da matemática, diversidade em grau de complexidade correspondente à complexidade da realidade humanizada processada. Somente a forma mais complexa de matemática pode explicar as formas menos complexas, pois, a primeira tem o instrumento que possibilita essa explicação: a sistematização do conhecimento matemático através de sua linguagem simbólica universal. É a através da linguagem matemática universal que é possível decodificar a matemática que os indivíduos praticam. É por isso que tais investigadores podem realizar com competência suas tarefas: já apropriaram na escola, a matemática mais complexa e como tal, podem utilizá-

la como instrumento para decodificar, nos contextos sociais investigados, contextos sociais menos complexos, a matemática aí presente.

Para efeito do ensino da matemática, é importante observar que a apropriação da matemática escolar não é algo pernicioso, alienante, modelador, ao indivíduo, mas elemento imprescindível, inequívoco, para sua formação plena e rica dada a complexidade da sociedade hodierna.

As considerações até aqui desenvolvidas remetem a uma reflexão acerca da cultura, assunto do próximo item.

3. A cultura numa perspectiva totalizadora

La esencia del enfoque histórico en el análisis de la cultura no se reduce, de esta forma, solamente a la simple constatación de aquello que en la relación cultural distingue una época histórica de otra. La fijación solamente de la peculiaridad cultural de una u otra época todavía no lleva la investigación fuera de los marcos de la historiología superficial, de aquel tipo de pensamiento simplificado que tras los árboles no ve el bosque, tras la diversidad no ve la unidad, tras las diferencias no ve el sentido y el contenido universales. La cultura se disuelve en este caso en una “masa de pormenores”, los cuales de por sí no pueden dar idea integral sobre ella, descubrir su contenido histórico universal. La absolutización de las diferencias culturales, el destacar unilateralmente sólo las particularidades del proceso cultural en épocas diferentes, al fin y al cabo llevan a la negación de la propia comprensión histórica de la cultura, a la pérdida de la unidad de la posición monística en la explicación de las etapas de su devenir histórico. (MEZHÚEIV, 1980, p. 139).

A citação anterior aponta para a necessidade de se entender o processo histórico das dinâmicas culturais através de uma perspectiva de totalidade. Neste mesmo sentido, Saviani (1985, p. 122) defende a necessidade de se buscar entender a “essência” das manifestações culturais. Mas em que consiste tal essência? Segundo este mesmo autor,

A cultura se objetiviza em instrumentos e ideias, mediatizados pela técnica. Esses elementos fundamentais multiplicam-se indefinidamente, assumindo as mais variadas formas, o que geralmente acaba por ofuscar a visão do estudioso que tende a fixar-se na complexidade das manifestações culturais, perdendo de vista a essência dessas manifestações [...] A essência da cultura consiste, pois, no processo de produção, conservação e reprodução de instrumentos, ideias e técnicas. É isto que permite que o mesmo termo seja aplicado a diferentes manifestações como ocorre, por exemplo, nas expressões: “cultura chinesa”, “cultura indígena”, “cultura ocidental”. Em quaisquer dos casos pode-se detectar a existência de instrumentos, ideias e técnicas. Em contrapartida, o que diferencia uma cultura de outra é a direção

seguida pelo processo cultural; é, em suma, o tipo, as características de que se revestem os instrumentos, ideias e técnicas.

Em síntese, a cultura nada mais é que o conjunto de objetivações que compõem de instrumentos, ideias e técnicas, objetivações oriundas do processo histórico de transformação da realidade natural em uma realidade social, humana.

Ocorre que a produção de instrumentos, técnicas e ideias são desenvolvidas de formas específicas segundo a determinada “direção seguida pelo processo cultural” em específico contexto social. Tais formas específicas evidenciam a existência de uma similaridade entre a diversidade desta produção. É neste sentido que Ifrah (1989, p. 180) afirma:

É impressionante observar como, em suas buscas e tentativas, homens muito distantes no tempo e no espaço tomaram às vezes os mesmos caminhos e desembocaram em resultados inteiramente similares. Mas seria absurdo pensar que estes povos se copiam uns aos outros: como vimos, eles simplesmente foram colocados diante de condições iniciais rigorosamente idênticas. O que explica por que sociedades sem nenhum contato entre si tenham chegado, simultaneamente ou em épocas diferentes, a resultados semelhantes: domínio do fogo, descoberta dos números, progresso do urbanismo e da tecnologia, desenvolvimento da agricultura, tratamento e liga dos metais, invenção da roda ou do arado.

Salta-se aos olhos de muitos pesquisadores, a diversidade das manifestações culturais, perdendo-se de vista a essência por traz da aparência. Consequentemente, o conceito de cultura se perde na diversidade de suas manifestações, daí referências como “cultura ocidental”, “cultura oriental”, “cultura indígena”, “cultura cigana”, “cultura popular” etc (SAVIANI, 1985, p. 123). Tais concepções de cultura não permitem ao pesquisador perceber, na diversidade imediata, a percepção mediata, “integral” do processo histórico:

La consecuencia directa y expresión de tal concepción de la cultura en la filosofía burguesa contemporánea es la teoría del relativismo cultural-histórico, o pluralismo cultural [...]. Según esta teoría, el proceso cultural está privado de unidad histórica y de integridad, se decompone en una serie de formaciones encerradas, independientes unas de otras, que ven su sentido solamente a través de ellas mismas.

La historiología científica, que considera rectamente las características del desarrollo cultural en las diferentes épocas, es inseparable por ello de la tarea de revelación del principio universal que condiciona la unidad de este desarrollo, convierte sus etapas particulares en eslabones sucesivos históricos del proceso universal del mundo. La historicidad científica no excluye, sino presupone, de tal manera, la comprensión integral de la evolución histórico-cultural de la humanidad. (MEZHÚIEV, 1980, p. 139).

Neste sentido, interpretar a matemática escolar de “matemática ocidental” não favorece o entendimento numa perspectiva “mais ampla” do processo histórico do desenvolvimento da matemática, a saber, o seu caráter universal como legado do gênero humano, conhecimento de inequívoco “valor universal para a humanidade” (DUARTE, In: DUARTE, FONTE, 2010, p. 113).

Entretanto a gênese deste legado se dá de forma contraditória. Considerando a etapa histórica atual, verifica-se um processo social regido por relações sociais alienadas em que o homem singular contribui para a cultura através da sua atividade de vida na relação com os demais homens, mas é impedido de desfrutar da totalidade da cultura criada pelo gênero humano (SAVIANI, 1985, p. 124). Em outras palavras, a universalização das culturas, no seio de nossa sociedade capitalista, tem se realizado por contradição: agrega-se, criando a possibilidade de acesso universal do que o gênero humano mais se desenvolveu, mas através de um processo destrutivo (Cf.: DUARTE in DUARTE; FONTE, 2010).

Diante deste fato, fato histórico eliminável, torna-se imprescindível imprimir à dimensão totalizadora de cultura uma perspectiva historicizadora crítica sobre o processo de desenvolvimento humano de sorte a apontar para as "possibilidades consideradas humanizadoras" já alcançadas historicamente (DUARTE, 1993, p. 62).

No caso da universalidade da matemática, o que verdadeiramente une as distintas produções da matemática são as diferentes contribuições que se agregam em valor universal. Não são as particularidades, cada qual situadas em nichos culturais, que impulsionará o desenvolvimento humano, mas a incorporação daquilo que em cada contexto social contribui para a constituição da cultura humana universal em construção, sendo esta, valorizada na dimensão humanizadora do legado histórico oriundo do nível já obtido de desenvolvimento do gênero humano (das formas mais desenvolvidas de conhecimento aquilo que aponta para a humanização dos indivíduos).

Cumprir observar que com relação a uma matemática “esquecida”, a condição para que um determinado conhecimento venha a ser incorporado à versão mais complexa constituída é a sua incorporação como elemento que se plasma, que se soma às formas mais desenvolvidas garantindo a continuidade do processo para progressiva ascensão do conhecimento em sua complexidade. Mas essa possibilidade é remota tendo em vistas as considerações apresentadas no item anterior deste artigo.

A matemática escolar é parte da forma mais desenvolvida de saber matemático e se constitui na somatória de diferentes contribuições que se fizeram ser significativas na história objetivamente realizada pelo gênero humano, história construída em respostas às demandas particulares da forma objetiva como o processo histórico foi se realizando até hoje.

Não se pode praticar um ensino de matemática que negocie a matemática escolar com “outras matemáticas” como que fossem formas distintas de “matemáticas”. Em função da perspectiva de totalidade, é necessário promover a apropriação da matemática escolar na sua relação com a sua produção em contextos sociais diversos, mediante uma relação dialética de incorporação por superação.

Da mesma forma não se pode julgar a matemática escolar de etnocêntrica. Se, por um lado, em um determinado momento, a universalidade do conhecimento foi se dando através do desenvolvimento do mundo ocidental, por outro, questionar a visão eurocêntrica aí implícita não significa necessariamente questionar a sua universalidade. A universalidade implícita ao conhecimento matemático escolar foi se constituindo historicamente à luz de nossa história que se manifesta de forma eurocêntrica. Trata-se, portanto, de negar a visão eurocêntrica sem ter que negar a universalidade e objetividade. (Cf. SAVIANI, 2003; GIARDINETTO, 2004).

Isto quer dizer que a universalização de um determinado conceito se deu em função do processo histórico ocorrido em determinados locais do planeta e que por conta deste mesmo processo histórico, se faz hoje presente como um legado possível de ser apropriado por todos. Trata-se de entender a matemática escolar como parte da forma mais desenvolvida de saber matemático. Daí, a referência para a realização do trabalho educativo. Este deverá responder às exigências do grau de complexidade atingido pelo gênero humano, o quanto o gênero humano conseguiu se desenvolver ao longo do processo histórico. Neste sentido, necessariamente deverá garantir o grau mais alto de desenvolvimento do gênero humano e que garantirá formas mais desenvolvidas na continuidade da complexidade até o momento atingida.

Considerações finais

O objetivo deste artigo foi apresentar considerações acerca da relação entre o desenvolvimento da prática social e a produção e sistematização do conhecimento matemático.

Para tanto teceu considerações sobre as implicações desta relação para compreensão da questão cultural no ensino da matemática no tocante à constatação da existência de diferentes manifestações da matemática em contextos sociais diversos.

Evidenciou-se a necessidade de não se perder de vista a lógica processual do desenvolvimento da matemática das formas menos complexas às formas mais complexas de conhecimento.

Em função desta lógica defendeu-se aqui que a matemática escolar retrata parte das formas mais desenvolvidas, complexas de conhecimento matemático e a existências de ‘diferentes’ matemáticas evidenciam formas superadas ou preteridas pela história social objetivamente processada. A importância do resgate de “matemáticas esquecidas”, aqui entendidas como

diferentes manifestações da matemática, estaria na caracterização daquilo que se relaciona com o conhecimento matemática já sistematizado.

Referências

DUARTE, Newton. Por uma educação que supere a falsa escolha entre etnocentrismo ou relativismo cultural. In: DUARTE, Newton & FONTE, Sandra Soares della (Orgs.). **Arte, conhecimento e paixão na formação humana**: sete ensaios de pedagogia histórico-crítica. Campinas, SP: Autores Associados, 2010.

DUARTE, Newton. **Educação escolar, teoria do cotidiano e a escola de Vigotski**. Campinas, SP: Autores Associados, 1996.

DUARTE, Newton. Elementos para uma ontologia da educação na obra de Dermeval Saviani. In: SILVA, Jr. C. A.. (Org.) **Dermeval Saviani e a educação brasileira**: o simpósio de Marília. São Paulo, Cortez, 1994.

DUARTE, Newton. **A individualidade para-si**: contribuições a uma teoria histórico-social da formação do indivíduo. Campinas, S.P.: Autores Associados, 1993.

GERDES, Paulus. **Etnomatemática**: reflexões sobre a matemática e diversidade cultural. Lisboa: Edições Húmus, 2007.

GIARDINETTO, J. R. B. O questionamento da objetividade e universalidade da matemática a partir da crítica à neutralidade do conhecimento matemático em pesquisas etnomatemáticas: algumas reflexões. In: **VII Encontro Paulista de Educação Matemática**. São Paulo: USP, Faculdade de Educação, São Paulo, 2004.

HELLER, Agnes. **Sociologia de la vida cotidiana**. Barcelona : Península, 1977.

IFRAH, G. **Os números**: a história de uma grande invenção. Rio de Janeiro: Globo, 1989.

LEONTIEV, Alexei Nikolaevich. O homem e a cultura. In: **O desenvolvimento do psiquismo**. Lisboa: Horizonte Universitário, 1978.

MARX, Karl. **Contribuição à crítica da economia política**. 2 ed. São Paulo: Martins Fontes, 1985.

MARX, Carlos; ENGELS, Frederico. **Manuscritos economico-filosoficos de 1844**. Bogotá: Editorial Pluma, 1980.

MÀRKUS, György. **Marxismo y antropologia**. Barcelona: Grijalbo, 1974.

MEZHÚIEV, V VER . **La cultura y la historia**: el problema de la cultura en la teoría marxista de la filosofía y la historia. Moscú: Progreso, 1980.

OLIVEIRA, Betty Antunes. Fundamentação marxista do pensamento de Dermeval Saviani. In C.A. da S. SILVA Júnior (Org), **Dermeval Saviani e a educação brasileira**: o simpósio de Marília. São Paulo: Cortez, 1994.

SAVIANI, Dermeval. **Pedagogia histórico-crítica**. São Paulo: Autores Associados, 2003.

SAVIANI, Dermeval. **Educação**: do senso comum à consciência filosófica. 5. ed. São Paulo: Cortez/Autores Associados, 1985.

José Roberto Boettger Giardinetto

Departamento de Educação – UNESP/Bauru - Brasil

E-mail: jrbgiar@unesp.br

CEDO OU TARDE, MATEMÁTICA: UMA PERFORMANCE MATEMÁTICA DIGITAL CRIADA POR ESTUDANTES DO ENSINO FUNDAMENTAL

SOONER OR LATER, MATHEMATICS: A DIGITAL MATHEMATICAL PERFORMANCE CREATED BY ELEMENTARY SCHOOL STUDENTS

Ricardo Scucuglia Rodrigues da Silva

The University of Western Ontario – Western – Canadá & CAPES

Marcelo C. Borba

Universidade Estadual Paulista – Unesp/Rio Claro, SP - Brasil

George Gadanidis

The University of Western Ontario – Western - Canadá

Resumo

Neste artigo exploramos a criação de uma performance matemática digital realizada por estudantes do ensino fundamental, na qual eles dramatizam alguns *insights* sobre possíveis experiências matemáticas em seus cotidianos. Destacamos o fato de como a performance foi criada colaborativamente, com a utilização de uma câmera de vídeo de um telefone celular. Com base na noção de estudo de casos qualitativos, analisamos a performance digital dos estudantes a partir de uma lente teórica do cinema. Concluimos que a performance criada pelos estudantes pode oferecer surpresas conceituais, emoções e sensações à audiência, mas não apresenta argumentos que sustentem a conceptualidade das ideias exploradas.

Palavras-Chave: Educação Matemática; Performance; Tecnologia Digital, Multimodalidade.

Abstract

In this paper we explore how elementary school students created a digital mathematical performance in which they dramatize some insights about their everyday mathematical experiences. We highlight the fact that the performance was created collaboratively, based on the use of a cell phone video camera. Based on the notion of qualitative case studies, we analyze the students' digital mathematical through a cinema theoretical lens. We found that the students' digital performance has the potential to offer conceptual surprises, emotions, and sensations to the audience, but it does not present arguments to support the conceptuality of the ideas explored.

Key-Words: Mathematics Education; Performance; Digital Technology; Multimodality.

1. Introdução

Desde 2006, conduzimos projetos de pesquisa explorando interlocuções entre as artes performáticas e o uso de tecnologias digitais em Educação Matemática. Tradicionalmente, a expressão “performance matemática” é associada a questões sobre avaliação, sobre o desempenho de estudantes em testes. No entanto, em nossos trabalhos, *performance matemática* refere-se ao processo de comunicação de ideias ou conceitos matemáticos através das artes performáticas como a música, o teatro, o cinema e a poesia. Em muitas das atividades desenvolvidas em nossos projetos, buscamos oferecer aos estudantes do ensino fundamental de escolas públicas a oportunidade em criar o que denominamos *performances matemáticas digitais* (PMDs), que podem ser entendidas como textos multimodais (como vídeos ou objetos virtuais de aprendizagem) que dão suporte à representação de performances matemáticas. As PMDs que produzimos colaborativamente são publicadas em ambientes online que suportam nossos projetos, como o *Math + Science Performance Festival* (www.mathfest.ca).

Neste artigo discutimos um estudo de caso qualitativo e apresentamos de modo exploratório, algumas das atividades que conduzimos em uma escola estadual pública de ensino fundamental do estado de São Paulo. Estas atividades incluem sessões de criação de uma PMD (criação de *script* e filmagem) e sessões de investigação matemática e edição de vídeo. Também analisamos a própria PMD a partir de uma lente teórica fundamentada em uma teoria do cinema (BOORSTIN, 1990).

2. Breve Revisão de Literatura

Existe uma ampla literatura sobre diversificadas interlocuções entre matemática e artes. Tais relações são exploradas, por exemplo, através da noção de estética envolvendo padrões e simetrias (SINCLAIR; PIMM; HIGGINSON, 2006), como a beleza dos fractais e outros objetos geométricos (BANCHOFF; CERVONE, 1998). São também explorados vários paralelos entre história da matemática e história das artes e da música (ABDONOUR, 2002), incluindo vários exemplos em etnomatemática (GERDES, 2010).

A matemática é, do ponto de vista artístico, uma criação de novos ritmos, ordens, imagens e harmonias, e do ponto de vista do conhecimento, é um estudo sistemático dos vários ritmos, projetos e harmonias. A matemática é, de um lado, o estudo qualitativo das estruturas de beleza, e do outro lado é a criadora de novas formas artísticas de beleza (SCHAAF, 1948, p. 50).

Nesse sentido, o próprio fazer matemático pode ser compreendido como um fazer artístico. No entanto, é importante reconhecer que a matemática tem um problema com relação à sua imagem pública. Apesar de muitas pessoas reconhecerem a importância cognitiva e social da matemática, ela é geralmente

REMATEC, Natal (RN) Ano 7, n.11/ Jul-Dez, 2012

associada à estereótipos como “uma ciência fria e desumana” (FURINGUET, 1993; LIM; ERNEST, 1999). As pessoas, de modo geral, não associam a matemática à algo belo, sublime ou divertido e prazeroso. A imagem negativa da matemática é fundamentalmente condicionada pelas experiências que estudantes têm na escola (PICKER; BERRY, 2000). Noss (2005) observa que experiências matemáticas “ricas” são eventos raros.

Em nossa perspectiva, as artes e as tecnologias digitais são fundamentais para que a matemática seja experienciada pedagogicamente de forma estética e humana. Gerofsky (2006) comenta que não é comum articular matemática e educação matemática à performance, pois muitos dos aspectos que fazem uma performance algo interessante contradizem algumas tradições geralmente associadas à atividade matemática.

Nossa inquietação fundamental diz respeito tanto à natureza da ideia matemática explorada como a forma como esta ideia é comunicada com a utilização das artes e das tecnologias digitais. Queremos desenvolver habilidades para nos tornamos “bons” contadores de “boas” histórias matemáticas. E queremos criar cenários para que estudantes e professores desenvolvam as mesmas capacidades. Gadanidis e Borba (2008) argumentam que a noção de PMD pode oferecer caminhos para que estudantes e professores explorem “grandes” ideias ou conceitos matemáticos. Os conceitos matemáticos explorados em PMDs devem buscar: (a) conectar múltiplas ideias e representações; (b) explorar surpresas, emoções e sensações.

Watson e Mason (2007, p. 4) “tendem a ver a surpresa como uma emoção positiva [e] a matemática como cheia de surpresas filosóficas e cognitivas”. Floyd (2011) estuda o papel da surpresa no fazer matemático em Wittgenstein e argumenta que a matemática depende de surpresas, do inesperado e da beleza, para capturar o nosso interesse em praticá-la. Gadanidis et. al. (2009) complementam que, além de surpresas, grandes ideias matemáticas devem propiciar meios para que as pessoas sejam engajadas em investigações matemáticas com o mínimo de conhecimento, mas que a ideia possa ser estendida gradualmente a conceitos cada vez mais profundos.

3. Referenciais Teóricos

Nas teóricas socioculturais destaca-se o papel da atividade na aprendizagem de matemática, ligada a participação em práticas culturais, tendo o *indivíduo-em-ação-social* como uma unidade de análise (COBB, 1994). O pensamento se desenvolve a partir de atividade prática e orientada a objetos, isto é, “a ação humana é mediada por ferramentas culturais e é fundamentalmente transformada no processo” (GOOS et al., 2000, p. 306). Levy (1998) afirma que “como os seres humanos nós nunca pensamos sozinhos ou sem ferramentas. Instituições, línguas, sistemas de signos, tecnologias de representação, comunicação, e gravação todas formam as nossas atividades cognitivas de uma maneira profunda” (p. 121). Lévy (1993) usa o termo

coletivos pensantes para discutir a colaboração entre atores humanos e não-humanos na ecologia cognitiva. Borba e Villarreal (2005) comentam que a noção de regulação por computadores é qualitativamente diferente quando comparada com a mediação de linguagens verbal e escrita. Os autores argumentam que (a) seres-humanos-com-mídias são coletivos pensantes em constante reorganização do pensamento matemático e (b) as mídias transformam a matemática. Assim, nosso interesse de pesquisa está focado em como estudantes-e-professores-com-mídias formam coletivos pensantes quando criam PMD. Estamos interessados em compreender o papel das tecnologias digitais sobre o pensamento e a aprendizagem de estudantes quando eles comunicam suas ideias matemáticas utilizando as artes performáticas. Assim como Coob (1994) enfoca os *indivíduo-em-ação-social*, nós enfocamos coletivos pensantes de seres-humanos-com-mídias como uma unidade analítica nos cenários pedagógicos que envolvem aprendizagem matemática.

A noção de *multimodalidade* também é fundamental na composição de nossas lentes teóricas. As tecnologias digitais oferecem meios para a comunicação multimodal. A linguagem da Internet, composta por vídeos, imagens, sons e textos escritos, é fundamentalmente multimodal. De acordo com Kress (2003), a natureza da comunicação é multimodal. No entanto, as discussões sobre multimodalidade geralmente emergem pelo fato das mídias digitais explicitarem certas limitações sobre o “letramento impresso” com base apenas em escrita e leitura (HEYDON, 2010). Kress (2003, p. 5) aponta que a mídia digital “facilita o uso de uma multiplicidade de modos e, em particular o modo de imagem - fixas ou em movimento - bem como outros modos, tais como música e efeitos de som, por exemplo”.

The New London Group (1996) propõe um modelo sobre os modos de significação formados por cinco designs. São eles: linguístico, visual, gestual, espacial e sonoro. O modelo proposto por este grupo é o mais influente na nossa noção sobre multimodalidade. Nós então vemos PMDs como *textos multimodais*. Pahl e Rowsell (2005, p. 27) consideram que “precisamos ver textos como artefatos, isto é, como objetos com uma história e uma presença material”. De acordo com Kress (2003), a comunicação - independentemente do modo - sempre acontece como texto. Ernest (2004, p. 79) argumenta que a noção de texto no ensino e na aprendizagem da matemática inclui tanto “as representações discursivas construídas e utilizadas pelos professores para se comunicar com sustentáculos, como aqueles inscritos pelos próprios alunos para se comunicar com os professores”. Nesta perspectiva, os textos incluem “representações de discurso construído em falar, usando a linguagem corporal, escrevendo sobre a lousa, transparências, telas de computadores, ... livros, planilhas, softwares de computador, [e assim por diante]” (p. 79).

Finalmente, consideramos que as PMDs podem ser interpretadas a partir do ponto de vista do cinema. Em seu livro “O olhar de Hollywood”, Boorstin (1990) explora três aspectos fundamentais que um produtor de filmes deve

buscar despertar na audiência. Eles são: **(1) Observação:** refere-se a um olhar racional sobre o filme. A história faz sentido? A audiência está imersa na realidade do filme? Surpresa é um aspecto-chave para manter a audiência racionalmente interessada em um filme. Então, considerando-se as PMDs, busca-se (a) explorar ideias que proporcionem surpresas matemáticas, ou seja, ideias que busquem romper estereótipos sobre alguns conceitos, que explicita a matemática como algo associado ao belo e maravilhoso; (b) comunicar as ideias de modo claro e objetivo, mas assumindo possíveis tensões entre a dimensão lógica do raciocínio matemático e a dimensão subjetiva emergente com as linguagens artísticas. **(2) Emoções Vicárias:** refere-se aos momentos emocionais em que sentimos aquilo que os atores estão sentindo. Quando nossos corações sentem o que os corações dos atores estão sentindo. Close-ups sobre as expressões faciais dos atores e atualização de alguns tipos de músicas potencializam o olhar das emoções vicárias. **(3) Sensações Viscerais:** refere-se aos momentos em que não sentimos exatamente o que os atores estão sentindo e passamos a sentir nossas próprias sensações. Momentos de ação, experiências diretas, medo ou suspense compõe o olhar visceral. Alguns tipos específicos de sons podem intensificar tal sensação.

4. Metodologia

Neste artigo, utilizamos a noção de estudo de casos qualitativos para apresentar nossas discussões. Stake (2003) argumenta que estudos de casos qualitativos são específicos e limitados, eles têm padrões e o foco está na compreensão da complexidade do caso. Yin (2006) afirma que “a força do método de estudo de caso é a sua capacidade de analisar, em profundidade, um caso, dentro de seu contexto de vida real” (p. 111). Estudo de caso “é melhor aplicado quando a pesquisa aborda questões descritivas ou exploratórias, que tem como objetivo produzir conhecimentos sobre pessoas e eventos” (p. 112).

Os dados discutidos neste artigo foram produzidos a partir de um projeto de pesquisa chamando *Students as Performance Mathematicians* (REFERÊNCIA), financiado pelo *Social Sciences and Humanities Council of Canada*. Ao longo de um período de dois anos (2008-2010), parte da equipe de pesquisa deste projeto trabalhou em parceria com uma escola pública estadual em Rio Claro, São Paulo, Brasil. Essas atividades envolviam estudantes do ensino fundamental (e alguns professores) em uma série de atividades com o objetivo de produzir performances matemáticas digitais. Foram também organizados “Festivais Matemáticos” na escola, nos quais estudantes e professores apresentaram suas obras artísticas matemáticas a muitos membros da comunidade escolar, incluindo estudantes, professores, funcionários e pais e familiares de estudantes. Todas estas performances matemáticas criadas neste projeto foram também publicadas no site do *Math + Science Performance Festival*. Nossos dados consistem então de vários recursos produzidos a partir dessas atividades: (a) notas de campo, (b) registros escritos dos estudantes, (c)

gravações em vídeo das sessões com os estudantes; (d) gravações em vídeos das entrevistas semi-estruturadas com alunos e professores; (e) transcrições dos registros em vídeo, e (f) as performances matemáticas digitais. Neste artigo utilizamos apenas os dados produzidos em 4 sessões de aprendizagem (4 horas cada) conduzidas em dezembro de 2009. Nestas sessões participaram 16 estudantes de oitava série (atuais nono ano), o primeiro autor deste texto e a coordenadora pedagógica da escola. Contamos ainda com a colaboração de um cineasta na condução de workshops, direção da performance e edição de vídeos.

Para análise das sessões com os estudantes utilizamos a noção de análise de vídeos proposta por Powell, Francisco e Maher (2004). Este modelo propõe as seguintes fases ou procedimentos não lineares: (a) *Familiarização com os dados*: assistir aos registros de vídeos várias vezes; (b) *Descrição*: elaboração de registros escritos que descrevam os eventos registrados (c) *Transcrição*: elaboração de registros que representem rigorosamente a fala e os gestos dos estudantes e dos participantes das sessões (d) *Identificação de eventos críticos*: um evento é crítico quando representa uma evidência para as perguntas diretrizes propostas; (e) *Codificação*: criação de códigos para a diversidade de momentos críticos que auxiliam na identificação de padrões e unidades de significados no processo analítico (f) *Criação de episódios e do enredo*: refere-se ao texto que compila os vários momentos críticos e ao processo de contraste com outras fontes de dados como notas de campo.

Para análise da PMD, também utilizamos o modelo Powell, Francisco e Maher (2004) em combinação com uma variação das categorias propostas por Boorstin (1990). REFERÊNCIA (no prelo) está propondo um modelo para análise de PMDs baseado em cinco categorias: (1) *Descrição*: descrição da PMD incluindo imagens e uma transcrição na íntegra, pois cada PMD já tem uma seleção de momentos críticos. Quais as ideias matemáticas exploradas? Que artes performáticas são utilizadas? Quem são os participantes e autores da performance?; (2) *Surpresas*: são significantes do ponto de vista da performance (BOORSTIN, 1990) e da matemática (WATSON; MASON, 2006). A performance oferece meios para que a audiência experimente uma ideia inesperada? As ideias exploradas oferecerem oportunidades para que a audiência veja a matemática como algo estético, belo e prazeroso? (a) entre ideias e conceitos, representações e modos de comunicação? (3) *Raciocínio*: uma história dramática deve fazer sentido (BOORSTIN, 1990). Além disso, qual a natureza do pensamento matemático dos estudantes? Eles apresentam argumentos que sustentam suas ideias? Há erros conceituais na performance? Qual o papel das tecnologias na produção de conhecimentos?; (4) *Emoções*: que tipo de emoções a audiência pode sentir ao assistir a performance? Qual a relação entre as emoções da história e as ideias matemáticas exploradas? (5) *Sensações*: que tipo de sensações a audiência pode sentir? Em que momentos

as cenas de ações ou suspense ocorrem? Estas estão relacionadas às ideias matemáticas exploradas na performance?

5. Falando sobre Cinema, ouvindo as ideias matemáticas dos estudantes, criando um *script*

Iniciamos a primeira sessão com os estudantes apresentando alguns fundamentos sobre cinema. Inicialmente, buscamos enfatizar que o acesso as tecnologias digitais como câmeras e software de edição de vídeo estão se tornando cada vez mais acessíveis e populares na vida cotidiana das pessoas. Posteriormente, nós exploramos três noções com os estudantes: (1) do ponto de vista técnico, um filme é composto por cenas, cenas são compostas por planos, planos são compostos por *takes*, e *takes* são compostos por fotogramas. A noção sobre esta estrutura é impotente tanto para filmagem como para edição de vídeos; (2) Existem diversos tipos de closes ou focos para filmagem. Os níveis de zoom variam desde um plano geral até um close-up. Os tipos de focos proporcionam emoções específicas à audiência. (3) Sobre a natureza da narrativa. Discutimos a ideia de “contar uma história”, “fazer sentido” e “surpreender a audiência” em um filme. Discutimos também a noção de gêneros (aventura, suspense, documentário, etc.) e sobre o papel dos personagens. Neste contexto, buscamos evidenciar que criatividade é uma palavra-chave. A audiência busca uma história que faça sentido, mas que a surpreenda e a emocione.

Iniciamos então o processo de criação de um *script* para uma performance matemática baseado nas ideias dos estudantes. Na realidade, os estudantes já estavam pensando em um enredo há aproximadamente dez dias, quando nós contactamos a escola e propusemos aos estudantes que pensassem sobre seu cotidiano e utilizassem as câmeras de seus telefones celulares para criar registros da matemática do dia a dia. Intencionalmente queríamos propor uma atividade baseada no paralelo entre o telefone celular enquanto uma tecnologia do dia a dia e possíveis experiências matemáticas que os estudantes poderiam vivenciar em seus cotidianos. Nossa intenção inicial era utilizar as imagens criadas pelos estudantes nesse período de 10 dias. Algumas poucas imagens foram criadas pelos estudantes e elas serviram como um “rascunho” para a criação do *script*. Este foi um momento de negociação coletiva de significados. Por um lado, priorizamos as vozes dos estudantes e suas ideias sobre como eles vêem a matemática em suas atividades diárias. Por outro lado, reconhecemos nosso papel enquanto educadores que visam aprimorar as ideias propostas e engajar os estudantes em atividades coletivas de produção de conhecimentos matemáticos.

Duas ideias iniciais foram propostas pelos estudantes: (a) matemática quando andamos de bicicleta e (b) matemática quando jogamos futebol. Além disso, eles deixaram explícita a intenção em criar um contexto que apresentasse à audiência suas realidades em sala de aula. Na realidade, os estudantes

propuseram detalhes sobre como algumas situações que acontecem em sala de aula como, por exemplo, a proibição com relação ao uso de telefones celulares. Ao serem questionados sobre como tais questões matemáticas poderiam ser abordadas um grupo de estudantes propôs o seguinte: “a gente tentou filmar um percurso de bicicleta, em certa velocidade. Ai, a gente queria dar a ideia de que aumentado a velocidade, quanto tempo levaria para fazer o mesmo percurso novamente. Ou diminuindo a velocidade com algum obstáculo, por exemplo”. Um outro grupo de estudantes disse ter encontrado um problema em um livro didático: “Nós vimos um problema no livro sobre quantas voltas a roda da bicicleta tem que dar para completar um percurso de 8 quilômetros”. Um terceiro grupo disse estar interessado nas dimensões de uma quadra ou campo de futebol.

Baseado nestas sugestões, propusemos aos estudantes criarem experimentos nos quais eles iriam andar de bicicleta e coletar dados com uma calculadora gráfica e com um sensor de movimento. Eles poderiam explorar questões como interpretar um gráfico da distância pelo tempo ou velocidade pelo tempo baseado em dados “reais”. Além disso, propusemos aos estudantes explorarem a noção de simetria na natureza. Quando questionados sobre o que seria simetria, um dos estudantes pegou uma folha de papel e a dobrou dizendo: “é tipo um espelho”. Baseados nesta colaborativa negociação de significados, um esboço para a performance matemática digital foi proposto ao final da primeira sessão com os estudantes:

Cena 1. Em sala de aula. O professor(a) aplica uma prova à turma. Um estudante imagina experiências do seu dia a dia fora da sala de aula para resolver as questões da prova.

Cena 2. Fora da sala de aula. Os estudantes fazem um experimento com a calculadora gráfica e com o sensor CBR coletando dados gráficos sobre distância pelo tempo e velocidade pelo tempo ao andarem de bicicleta.

Cena 3. Fora da sala de aula. Um estudante fala sobre as dimensões da quadra poliesportiva da escola. O estudante visualiza representações de retângulos e menciona o problema sobre a otimização da área de um retângulo.

Cena 4. Fora da sala de aula. Um estudante mostra algo da natureza (uma folha ou uma flor) que tenha características físicas envolvendo simetria.

Cena 5. Em sala de aula. O estudante tira 10 na prova. Outro estudante pergunta ao professor o por que ele tirou esta nota. O professor pede para que o aluno explique. O aluno diz que pensou nas coisas do dia a dia e parte das imagens que representam sua imaginação são exibidas novamente.

6. Definindo os papéis e filmando a performance

Os papéis que os estudantes performaram foram também decididos colaborativamente. Alguns estudantes tomaram a iniciativa em performar alguns papéis. Outros, aceitaram o papel após nossa indicação. Não houve “disputa” por papéis, embora, inicialmente, dois estudantes quisessem performar o protagonista. Alguns estudantes optaram por colaborar com o processo de REMATEC, Natal (RN) Ano 7, n.11/ Jul-Dez, 2012

filmagem ao invés de atuarem na performance. Outros participaram do processo de criação da trilha sonora da performance.

Nós utilizamos um telefone celular com câmera de 5.1 *megapixels* para capturar as imagens. Novamente, enfatizamos o paralelo entre o celular enquanto uma tecnologia digital que as pessoas utilizam no dia a dia e o fato de estarmos criando uma performance sobre a matemática do dia a dia dos estudantes. Os telefones celulares tem se difundido na sociedade e utilizá-los em nosso trabalho em matemática é uma maneira de conectar alunos com as literacias fora da sala de aula. Docksai (2009) e Pursell (2009) notam que os alunos ficam inicialmente surpresos com o uso de telefones celulares, eles gostam de usá-los para fins educativos e ficam mais motivados a aprender. Librero et. al. (2007) sugerem que o uso de tecnologias móveis capacitam os alunos na sua aprendizagem, e oferecerem meios para colaboração. Pursell (2009) comenta que “os alunos estão migrando para a versatilidade, mobilidade e conveniência dos telefones celulares. Eles podem ouvir música, ver vídeos, texto, chamada de amigos, ver e-mail, navegar na Web, e jogar - tudo isso em um dispositivo de bolso. O anterior fascínio do computador portátil (laptops) está diminuindo rapidamente” (p. 1219). Pursell (2009) também adverte que os educadores têm preocupações sobre o uso de tecnologias móveis na sala de aula (como colar em provas ou perturbar a atividade em sala de aula se usado para fins sociais). Estas preocupações têm também de ser abordadas e discutidas para a sua utilização eficaz de cunho pedagógico.

Nós então iniciamos a gravação da primeira e da última cenas em sala de aula (ver Figuras 1a e 1b). Nós preparamos as “questões da prova” e os materiais a serem abordados previamente à gravação, logo após a primeira sessão do dia anterior. Nós esboçamos algumas falas que os estudantes poderiam comunicar na performance e lapidamos o design das questões matemáticas a serem exploradas. Contudo, buscamos deixar espaços para que novas contribuições e sugestões dos estudantes pudessem ser incorporadas na performance a qualquer momento.

Figuras 1a e 1b: Filmagem da PMD dentro e fora da sala de aula.



O improviso, característico na performance artística, é rico para a criatividade dos estudantes. As questões exploradas na performance foram dois problemas

de física envolvendo distância e velocidade para explorar questões sobre o andar de bicicleta. A questão sobre otimização do problema da área de um retângulo para explorar as representações em uma quadra de poliesportiva. Uma questão sobre simetria. Fora da sala de aula nós gravamos representações das experiências da matemática do dia a dia, ou seja, gravamos as cenas três, quatro e cinco.

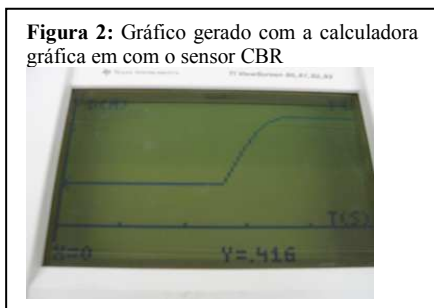
Um dos aspectos mais importantes com relação ao processo de filmagem de performances diz respeito à fala dos estudantes. Desenvolver habilidades com relação à comunicação clara e objetiva de ideias é um processo apontado em muitos currículos (BRASIL, 1996; ONTARIO, 2005). O processo de *repetição* de falas é muito importante no teatro e para a aprendizagem (matemática). Durante o processo de filmagem das performances, no qual os estudantes estão atuando, se necessário, nós insistimos que os estudantes repitam suas falas de modo a termos um take no qual eles comunicam a fala claramente. Algumas vezes, cometem erros em falas, mesmo quando eles estão lendo aquilo que devem falar. A “materialização” de pensamentos em palavras é uma forma de expressar o eu. É um processo de formação de identidade e aprendizagem no qual o estudante explicita o que sabe e conhece ao *outro* e reorganiza seu pensamento nesse processo formativo. E é aqui que a noção de performance matemática digital torna-se também significativa do ponto de vista pedagógico. Tipicamente, os estudantes representam suas ideias por meio do texto impresso, no qual o outro é o professor. Em algumas situações, os estudantes expressam ideias verbalmente em sala de aula aos seus colegas, mas sem registro material. Ao criarem um registro em vídeo os estudantes expressam suas ideias utilizando múltiplos modos de comunicação (linguísticos, visuais, aurais, espaciais e gestuais). PMDs, enquanto textos multimodais, compilam diversos níveis de signos, o que potencializa a natureza da produção de significados. Além disso, PMDs são publicadas online, ou seja, a audiência engloba múltiplos outros, não somente o professor em sala de aula. PMD contribui para que estudantes comuniquem suas ideias matemáticas para além do ambientes convencionais das salas de aula, na formação de suas identidades enquanto “matemáticos performáticos”.

7. Editando o vídeo, criando música e investigando questões matemáticas

Após a filmagem, durante duas sessões (4 horas cada), conduzimos o processo de edição do vídeo e exploração das ideias comunicadas na performance. Ou seja, nas sessões com estudantes discutidas neste artigo, criamos primeiramente a performance matemática baseados em algumas ideias e *insights* emergentes em discussões e temas apontados pelos estudantes e, posteriormente, nós conduzimos uma investigação mais profunda sobre os temas abordados na performance. No entanto, baseados em outras experiências (REFERÊNCIA), nós consideramos mais pertinente do ponto de vista pedagógico primeiramente investigar ideias matemáticas e, posteriormente,

criar a performance tendo como base as investigações nas quais ideias profundas e novas ideias podem emergir. O processo investigativo das ideias matemáticas oferece a oportunidade de estudantes explorarem um tópico em profundidade e dialogar sobre as ideias elaboradas sobre determinado conceito. Além disso, a investigação matemática prévia a criação da performance oferece aos estudantes a oportunidade de comunicarem não somente suas ideias, mas sua aprendizagem matemática.

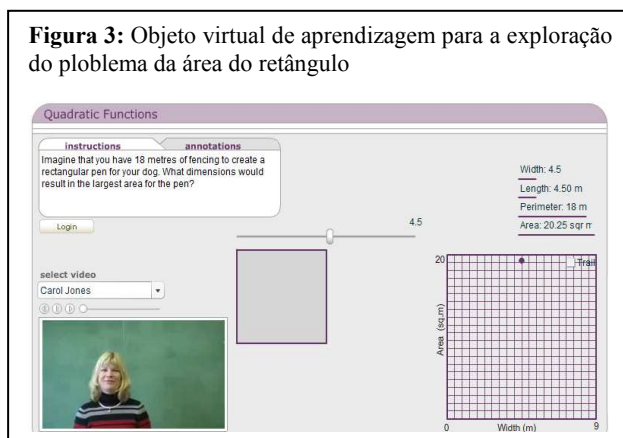
Nas sessões, trabalhamos com dois grupos simultaneamente. Dentro do laboratório de informática criamos dois “centros de interações”. Em um dos centros conduzimos de modo permanente (8 horas) a edição do vídeo. No outro centro foram conduzidas três tipos de investigações (aproximadamente 2 horas cada): com calculadora gráfica e sensor, o problema da área do retângulo e a noção de simetria. Nossa intenção foi propiciar aos estudantes contextos para que eles explorassem atividades com tecnologias digitais sobre cada tema explorado na performance e que discutissem suas conjecturas após cada investigação. Essas explorações matemáticas serviram como um contexto para que os estudantes elaborassem algumas conjecturas e ideias com base na noção de experimentação com tecnologias (BORBA; VILLARREAL, 2005). Algumas ideias foram discutidas com clareza, outras mereceriam um tratamento mais profundo em uma oportunidade futura.



O processo de exploração com as calculadoras gráficas e sensor foi baseado em experimentos com um protótipo móvel acionado por controle remoto (um “carrinho de controle remoto”). Os estudantes realizaram movimentos com o protótipo coletando dados considerando as variáveis distância e tempo. Com base nos gráficos gerados pela calculadora os estudantes discutiam qual a distância total percorrida pelo protótipo. Ao visualizarem o gráfico da figura 2, por exemplo, os estudantes discutiam que o movimento realizado pelo protótipo representava as retas constantes e qual representa a reta crescente. Além dos movimentos realizados pelo protótipo, os estudantes conduziram movimentos corporais buscando criar gráficos lineares considerando também as variáveis distância e tempo. Nesse tipo de

investigação os estudantes discutem relações entre movimentos (corporais ou de um objeto) e suas respectivas representações gráficas. Esse tipo de investigação propicia aos estudantes oportunidades para que eles *pensem-com-tecnologias*. Ao conjecturarem que as retas constantes no gráfico representam o objeto em repouso e a reta crescente um corpo em movimento retilíneo uniforme no qual o corpo se distancia do sensor (ou vice-versa), *estudantes-com-calculadoras-gráficas-e-CBR* estão formando um coletivo pensante (BORBA; SCHEFFER, 2004).

Visando a criação de cenários da mesma natureza para a exploração do problema da área do retângulo e da noção de simetria, ou seja, cenários nos quais os estudantes pudessem *pensar-com-tecnologias*, propusemos a eles utilizar a Internet para explorar um objeto de aprendizagem e explorar imagens e vídeos (ver Figura 3). Os estudantes-com-Internet exploraram um objeto virtual criado por Gadanidis e Jardine (2005) (www.edu.uwo.ca/mpp/Quadratics/index.html) e vídeos sobre simetria no YouTube. Com o objeto virtual os estudantes puderam manipular uma barra virtual que alterava a medida da base de uma representação de um retângulo, mantendo o perímetro inalterado (neste caso, 18 metros). Ao movimentarem esta barra, os estudantes podiam visualizar (a) representações do “mesmo retângulo” em vários formatos; (b) as várias medidas de largura, comprimento, e área e (c) o movimento de uma parábola com concavidade para baixo em um gráfico com as variáveis área e comprimento, com ponto de máximo (4,5, 20,25). O objeto também apresenta vídeos nos quais uma matemática discute o problema em profundidade. No entanto, os estudantes não exploraram os vídeos devido ao fato dele ser apresentado em língua inglesa.



A partir de palavras-chave como “simetria”, “simetria natureza” e “matemática natureza” os estudantes pesquisaram alguns vídeos disponíveis no YouTube. Dentre os assuntos mais discutidos pelos estudantes esteve várias noções envolvendo a sequência de Fibonacci. Eles puderam visualizar simulações computacionais diversas envolvendo razão áurea. Um dos estudantes comentou que gostaria de explorar a sequência de Fibonacci na performance o que mais uma vez corrobora com nossa perspectiva de que é pedagogicamente importante realizar inicialmente a investigação matemática de modo mais profundo e, posteriormente a criação da performance.

O processo de edição foi liderado pelo cineasta João Paulo, mas buscamos proporcionar um contexto de edição colaborativa. Utilizamos um projetor multimídia para projetar em uma tela a imagem do monitor do computador o qual conduzíamos a edição. Dessa forma, todos os participantes podiam visualizar o processo de edição e expressar suas opiniões a qualquer momento. O processo de edição de vídeos para a criação de PMDs é um processo de *pensar-com-tecnologias* (SCUCUGLIA; BORBA, 2007). É um processo no qual estudantes-e-professores-com-computadores formam um coletivo pensante que busca criar uma história baseada em sequências de imagens que apresentam um ou vários sentidos matemáticos.

Além disso, ao se editar um vídeo, trabalha-se com uma “linha do tempo” a qual pode envolver tipos de raciocínios baseados na sobreposição e sincronia de sons e imagens diversas. Inicialmente os estudantes acompanharam o processo de seleção e recorte dos melhores takes filmados no dia anterior. Algumas vezes, quando tínhamos dois takes diferentes, mas “bons” os estudantes decidiam qual deles era o melhor em suas opiniões. Os estudantes também perguntaram algumas questões sobre o design do software de edição que estávamos usando. Eles quiseram saber o porquê tínhamos mais de uma faixa de edição e por que visualizávamos duas telas. João Paulo esclareceu: “Nós podemos adicionar várias linhas, tanto para o vídeo como para o som. [Depende do tipo de edição que queremos realizar, pode-se sobrepor vídeos e sons]. Aqui [apontando para as telas de edição] são os dois monitores que estaremos sempre conferindo. O do lado direito é como o vídeo está ficando. O que temos na linha do tempo. Aqui do lado esquerdo é quando você seleciona um arquivo específico [que poderá ser utilizado ou não]”. Em determinado momento perguntamos aos estudantes que trilha sonora eles gostariam de inserir no vídeo. Um dos estudantes perguntou se eles poderiam criar a própria música. Imediatamente apreciámos a ideia e um dos estudantes buscou o violão de propriedade da escola. Os estudantes (aproximadamente cinco) começaram a tocar o violão e cantar algumas músicas do gênero pop-rock nacional. Propusemos a eles que tentassem criar uma música própria que falasse sobre matemática (sobre as ideias exploradas na performance) ou que então fizessem uma paródia de umas das músicas que eles estavam tocando. Os estudantes concordaram em criar uma letra sobre matemática para a melodia da

música cedo ou tarde da banda NX-Zero. Um dos alunos disse: “eu acho que cedo ou tarde matemática fica bem da hora”. Os outros estudantes acharam engraçada a proposta, mas a admiraram. O seguinte diálogo explicita o momento de criação da música:

Ricardo: *Nós podemos fazer apenas uma parte da melodia de cedo ou tarde, e na hora do refrão a gente canta. Só o refrão será mais fácil. Mas temos que pensar na letra. Cedo ou tarde a gente vai... Ou cedo ou tarde alguma coisa relacionada com a matemática.*

João Paulo: *Cedo ou tarde... pessoal, vamos ajudar.*

Ricardo: *Que tal cedo ou tarde a gente vai relacionar a matemática em todo lugar?*

Estudante: *Como é professor?*

Ricardo: *Cedo ou tarde a gente vai relacionar a matemática em todo lugar.*

Estudante: *Pega um papel e vamos anotar já.*

[Os estudantes começam a tocar e cantar]: Cedo ou tarde a gente vai relacionar a matemática em todo lugar. [Um dos estudantes faz um gesto com as mão indicando a necessidade de uma continuação para a letra].

Estudante [cantando]: *Tenho certeza que vou encontrar.*

[Os estudantes começam a tocar e cantar]: Cedo ou tarde a gente vai relacionar a matemática em todo lugar, tenho certeza... [Os estudantes fazem sinal de negação com a cabeça].

[Os estudantes começam a tocar e cantar]: Tenho certeza que isso pode me ajudar.

Estudante: *Aí, ficou melhor. Tenho certeza que isso pode me ajudar.*

João Paulo: *Então o título pode mesmo ser cedo ou tarde matemática.*

Estudante: *Como ficou a letra então?*

Estudante: *Cedo ou tarde a gente vai relacionar a matemática em todo lugar, tenho certeza que isso pode me ajudar.*

8. Cedo ou tarde matemática: analisando a performance matemática digital dos estudantes

A PMD intitulada *cedo ou tarde matemática* foi submetida e publicada no site do *Math Performance Festival* em 2009 e está disponível em <http://www.edu.uwo.ca/mpc/mpf2010/mpf2010-114.html>. A seguir, analisamos esta PMD com base em um modelo analítico que está sendo proposto por Scucuglia (no prelo). Esse modelo é baseado nas ideias de Boorstin (1990), e é formado por cinco categorias que se sobrepõem: (a) descrição; (b) surpresas; (c) raciocínio; (d) emoções; e (e) sensações.

8.1 Descrição

Nesta PMD, em formato de vídeo, estudantes apresentam uma performance cênica para discutir relações entre matemática e seus cotidianos. A história pode ser descrita da seguinte forma: A professora aparece frente à sala. Os estudantes abrem a porta, entram na sala e sentam em suas carteiras. A

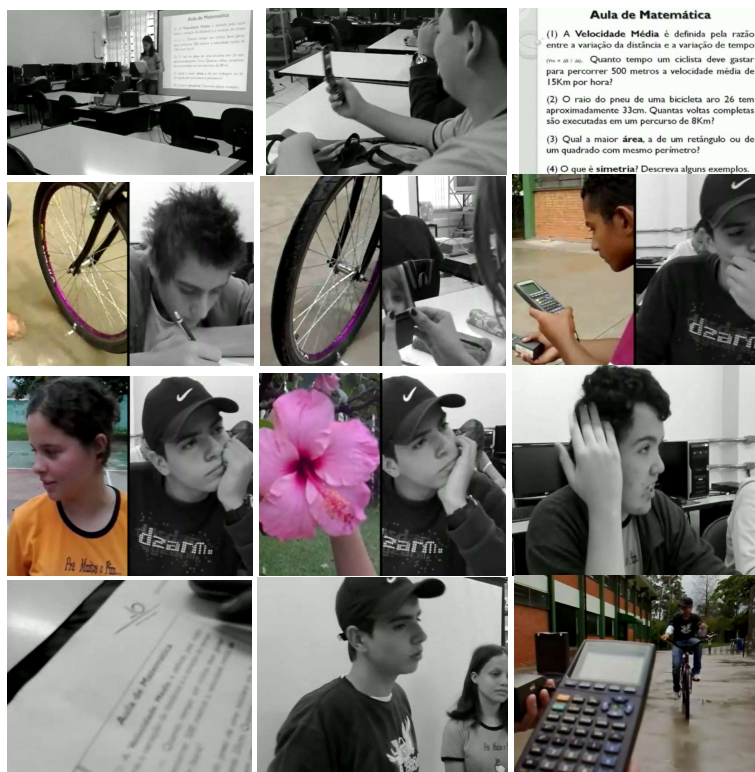
professora diz: “Bom dia alunos! Hoje é dia de prova. E eu espero que vocês tenham estudado”. Um aluno começa a utilizar seu telefone celular. “E mocinho, Não pode celular na sala! Vamos todos ficar quietos e vamos começar a prova” diz a professora. É exibida uma imagem com as questões da prova (ver Figuras). Em uma “tela dividida”, de um lado direito, mostra-se os estudantes refletindo e resolvendo as questões da prova em sala de aula. Do lado esquerdo, mostram-se os estudantes realizando experiências fora da sala de aula. Pode-se ouvir uma música na qual os estudantes cantam: “Cedo ou tarde a gente vai relacionar a matemática em todo lugar. Tenho certeza que isso pode me ajudar”.

A primeira experiência exibe um aluno andando de bicicleta. Os alunos fazem uma marcação com giz no pneu e no chão no ponto de partida e outra marcação no chão no ponto de chegada. Mostra-se um estudante coletando dados com a calculadora gráfica conectada a um sensor CBR. A segunda experiência exibe uma estudante em uma quadra poliesportiva. Ela diz: “com parábolas, sei que a área do quadrado é maior que a do retângulo. A terceira experiência exibe uma aluna tocando uma flor em uma árvore e dizendo: “a simetria está por toda natureza”.

A seguinte legenda é exibida: “no dia seguinte...” Um aluno pergunta “professora, você já tem o resultado da prova?” A professora responde: “Sim. Eu já corriji e já vou entregar a todos vocês”. A professora entrega as provas corrigidas aos estudantes. É exibida a nota de um dos alunos: 10. Ele mostra a nota a seu colega ao lado. O colega levanta uma das mãos e diz: “Professora”. Ela diz: “Sim, Joel”. Ele pergunta: “Alguém mais tirou dez?” A professora responde: “Não, foi só Hedinan. Hedinan, explica para a sala como você chegou aos resultados”. Hedinan vai até a frente da sala e diz: “Olha professora, foi muito simples. Eu pensei no cotidiano, no nosso dia a dia. Por exemplo...” É então exibida uma imagem do estudante Hedinan andando de bicicleta, na qual outro estudante coleta dados do movimento realizado com a calculadora gráfica e o sensor CBR. A cena é exibida novamente sob o som da música “Cedo ou tarde a gente vai relacionar a matemática em todo lugar. Tenho certeza que isso pode me ajudar”.

O créditos são exibidos. A seguir, as imagens da PMD são exibidas (Figuras 4a-4l):

Figuras 4a-4l: A PMD “cedo ou tarde matemática”



8.2 Surpresas

A PMD oferece alguns *insights* para que a audiência veja o belo e maravilhoso em matemática. Do ponto de vista pedagógico, o fato de estudantes estarem representando e comunicando suas ideias matemáticas coletivamente através do uso de registros em vídeos e de uma performance artística não é típico e pode oferecer surpresas tanto à alunos quanto à professores. Usualmente, estudantes utilizam somente a escrita e textos impressos para comunicarem suas ideias e, na maioria das vezes, isso acontece individualmente. Além disso, o uso de calculadoras gráficas e sensores não é um tipo de “experiência rara” na qual estudantes podem se engajar. A noção de simetria está diretamente associada à noção de estética e beleza em matemática, o que pode também ser interpretado como algo surpreendente por algumas audiências. A conexão entre ideias e situações cotidianas diversas também pode oferecer surpresas à audiência. No problema da bicicleta, por exemplo, visa-se uma conexão entre física, geometria, medidas e funções envolvendo múltiplas

REMATEC, Natal (RN) Ano 7, n.11/ Jul-Dez, 2012

representações. No problema da quadra, há também uma conexão entre geometria e funções ao se relacionar a noção de área com parábolas. Nesse sentido, ao explorar conexões entre várias ideias, conceitos e representações, consideramos que esta PMD oferece *surpresas matemáticas conceituais* a audiência.

8.3 Raciocínio

A PMD não oferece profundas explicações sobre as ideias abordadas. Ideias interessantes são mencionadas, mas a exploração não é profunda. Suportar as ideias com explicações e exemplos é um dos grandes desafios na criação de PMDs. Dois fatores podem ser discutidos. (1) PMDs são consideravelmente curtas. Cedo ou tarde matemática, por exemplo, tem apenas três minutos. É uma tarefa bastante difícil explorar várias ideias conceituais de maneira profunda em apenas 3 minutos, embora não seja impossível. Aliás, o caráter multimodal de uma PMD pode ajudar muito na explicação visual de conceitos matemáticos, que é parte fundamental do pensamento de raciocínio matemático. (2) Existe certa tensão entre a objetividade do pensamento matemático e a subjetividade emergente com as artes. Encontrar um equilíbrio entre estes aspectos é também um desafio ao se buscar explicitar as ideias de modo claro, conciso e ao mesmo tempo de modo artístico para a audiência.

Do ponto de vista da multimodalidade (KRESS, 2003), todos os designs de modalidades (NEW LONDON GROUP, 1996) são explorados. O design linguístico refere-se principalmente a utilização da linguagem escrita e linguagem falada. O design visual é fundamental para a visualização de representações criadas pelos estudantes (escrita, ações e gestos) bem como a realização dos experimentos. O design gestual é fundamental para os significados que emergem a partir dos movimentos que os estudantes realizam com suas mãos e a cabeça, incluindo o olhar a uma região específica e o uso do celular e da calculadora gráfica. O design aural oferece à audiência a oportunidade em ouvir os estudantes falando, batendo à porta da sala e ouvir a música criadas por eles. O design espacial oferece *insights* sobre o design físico da sala de aula (estudantes resolvendo provas individualmente) e sobre a natureza dos experimentos fora de sala de aula (o percurso com a bicicleta ou a forma como os estudantes estão conduzindo experiências matemáticas colaborativamente).

Alguns dos *insights* propostos na PMD podem ser agora discutidos. Na prova, as questões (1) e (2) referem-se ao problema da bicicleta. Ambos os problemas podem ser resolvidos apenas algebricamente. Mas assume-se a perspectiva de que realizar um experimento pode tornar o aprendizado “mais significativo”. A realização de experimentos além de servir como uma comprovação empírica oferece a oportunidade que novos *insights* e representações surjam, propiciando modos de se reorganizar o pensamento e produzir novos conhecimentos. Algebricamente, o problema (1) pode ser

resolvido com uma regra de três simples: 15.000 metros está para 60 minutos, assim como 500 metros está para x . Temos então $x = 2$ minutos. O problema (2) pode ser resolvido calculando-se inicialmente o comprimento da circunferência que representa o pneu da bicicleta: $2.\pi.r \approx 2.(3.1415).0,33 \approx 2,07\text{m}$. Como o percurso total tem 8.000 metros, temos $8.000/2,07 \approx 3.864$ voltas. No experimento mostrado na PMD, um estudante marca o pneu da bicicleta com um giz e o chão no ponto de partida. Ele marca também o chão no ponto de chegada baseado no ponto marcado no pneu. Em seguida, aparece a imagem do estudante com a calculadora gráfica e sensor, o que sugere que ele está coletando os dados. Esse experimento sugere que os estudantes estão de alguma forma relacionando os dados coletados com a calculadora gráfica com a distância percorrida pela bicicleta e com o comprimento da circunferência que representa o pneu da bicicleta. Mas não há explicação matemática sobre como esta relação está sendo explorada. Então, os experimentos exibidos no vídeo não mostram como resolver os problemas da prova. Eles apenas sugerem que o problema da bicicleta pode ser abordado empiricamente com uma calculadora gráfica, mas neles não explicitam como.

O problema poderia ter sido abordado explicitando o modo como os estudantes interpretaram as informações coletadas com a calculadora gráfica. Como estudantes interpretam o gráfico da distância pelo tempo e sua conexão com o fenômeno físico observado. Esse tipo de exploração poderia oferecer maiores explicações a audiência, visando uma conexão entre representações: entre um gráfico e um fenômeno físico. Esse tipo de exploração poderia enfatizar o uso da tecnologia na produção de conhecimentos matemáticos, evidenciando a forma como estudantes-com-calculadoras-gráficas formam um coletivo pensante (BORBA; SHEFFER, 2004). Neste contexto, o design gestual em termos de multimodalidade (NEW LONDON GROUP, 1996) é fundamental para o pensamento matemático, pois enfatiza-se uma coordenação entre um movimento (andar de bicicleta ou movimentar o sensor com a calculadora gráfica) e sua respectiva representação matemática.

O problema da área é também bastante interessante, mas há certa incoerência em sua abordagem na PMD. Primeiramente, consideramos que o link entre o problema explorado e a realidade referente ao “futebol” não é consideravelmente intenso. Outras questões poderiam ser exploradas visando uma conexão mais significativa entre o problema e a realidade. Quando estudantes jogam futebol eles não pensam direta e necessariamente na otimização da área de um retângulo. Um problema que poderia ter sido explorado seria a relação proporcional entre as medidas oficiais de um campo de futsal e as dimensões da quadra da escola onde a performance foi conduzida. Outro aspecto a ser discutido refere-se ao enunciado do problema exibido questão de prova: “qual a maior área, a de um retângulo ou de um quadrado com mesmo perímetro?” e ao que a estudante diz durante o experimento: “com parábolas, sei que a área do quadrado é maior que a do retângulo” Observamos

que há certa incoerência conceitual nestes enunciados, pois um quadrado é um caso especial de retângulo. Um modo mais adequado de se propor o mesmo problema poderia ser: “Considere um retângulo cuja a medida de seu perímetro é constante. Sob que condições este retângulo têm área máxima?” E uma resposta: “quando o retângulo for um quadrado”. É interessante o fato de que no experimento a estudante aparece olhando ao seu redor em uma quadra, visualizando representações de retângulos e dizendo que *com parábolas* ela sabe que a área do quadrado é maior que a do retângulo”. Isso sugere certa relação com a realidade e *insights* sobre questões matemáticas.

Consideremos um retângulo cuja a medida da base é x e da altura y . O perímetro (P) é então $P = 2x + 2y$ e a área (A) é $A = x.y$. Neste caso, $2y = P - 2x \Rightarrow y = (P - 2x)/2$. Logo, $A = x.(P - 2x)/2 \Rightarrow A = -x^2 + x.P/2$. Temos então uma função quadrática que representa a variação do valor da área do retângulo em função da base x . Como o coeficiente do termo x^2 é negativo, sabemos que a parábola que representa esta função tem concavidade volta para baixo, assumindo um ponto de máximo. Pelo teste da derivada primeira, $A' = -2x + P/2$. Buscando-se a raiz desta equação temos: $-2x + P/2 = 0 \Rightarrow P/2 = 2x \Rightarrow P = 4x$. Fazendo a substituição na fórmula do perímetro temos: $4x = 2x + 2y \Rightarrow 2x = 2y \Rightarrow x = y$. Ou seja, quando $x = y$, o retângulo é um caso especial, no qual é um quadrado.

Como mencionado anteriormente, enfatizamos o fato de que esse problema pode ser explorado visualmente a partir de um objeto virtual de aprendizagem que explora a representação da variação da área de um retângulo (e outros parâmetros) e sua relação com a variação de uma função quadrática. O design do objeto criado por Gadanidis e Jardine (2005) é baseado na utilização da língua inglesa, mas mesmo assim permite que estudantes brasileiros possam explorar os aspectos visuais mais fundamentais para experimentação.

Dentre alguns objetos em português que exploram este problema, indicamos o disponível em <http://www.im.ufrj.br/dmm/projeto/projetoc/precalculo/sala/conteudo/capitulos/parab10.html> (ver Figura 5).

Finalmente, consideramos que a ideia sobre simetria explorada pelos estudantes na PMD poderia ter sido discutida com base em maiores explicações. Os estudantes poderiam ter discutido que tipo de simetria eles estavam observando na flor (neste caso, uma simetria de reflexão axial) e eles poderiam explicitar quais seriam os eixos de simetria naquele caso. A Figura 6 mostra uma representação dos cinco eixos de simetria que poderiam ser explorados na PMD.

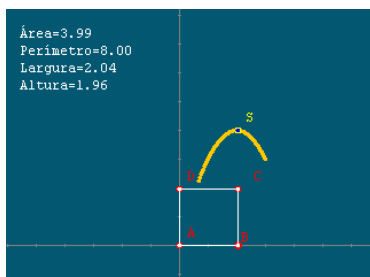
Figura 6: Eixos de simetria que poderiam ter sido explorados na PMD



8.4 Emoções

A PMD explora emoções que estudantes têm em seu dia a dia em sala de aula, incluindo a “tensão” ao resolver uma prova e a satisfação ou a frustração mediante seu desempenho em teste. Na PMD, os alunos se mostram ansiosos em saber a nota na prova. “Professora, você já tem o resultado da prova?” Os alunos também demonstram certa inquietação entre suas notas e as notas dos colegas: “Alguém mais tirou dez?” A PMD mostra ainda que estudantes querem utilizar seus telefones celulares em sala de aula, mas não são permitidos. Muitas vezes, a utilização visa interações sociais que não são diretamente associadas à questões escolares. Mas esse artigo explicita um exemplo o qual estudantes podem utilizar seus telefones como meio para representarem e comunicarem suas ideias matemáticas. A PMD também mostra que estudantes se “destraem” com questões em sala de aula relacionadas, por exemplo, com sua aparência. Isso é explorado quando a estudante fica se admirando em seu espelho portátil durante o momento de resolução da prova.

Figura 5: Um objeto virtual de aprendizagem em português para a exploração do problema da área



Todas estas questões sobre a realidade que os estudantes vivem em sala de aula e que envolvem emoções foram propostas pelos próprios estudantes no design do *script* da PMD. A utilização de música é bastante importante para oferecer emoções à audiência (BOORSTIN, 1990). A música criada pelos estudantes merece destaque nesta PMD, pois além da letra estar relacionada ao tema da performance, o momento em que ela foi utilizada pode oferecer emoções a audiência. A melodia da música escolhida (uma paródia da música cedo ou tarde da banda de pop-rock NX-Zero), é também pertinente no contexto que visa explorar momentos de emoções em uma história. Boorstin (1990) ainda enfatiza que as emoções emergem quando nós sentimos exatamente o mesmo que os atores estão sentindo naquele momento. Por isso, *close-up* sobre os rostos dos atores, no qual vemos que suas expressões faciais potencializam os sentimentos que podemos sentir de forma vicária.

8.5 Sensações

Sensações neste contexto não dizem respeito ao processo em que a audiência sente o que os atores estão sentindo, mas sentem suas próprias sensações. Dois aspectos podem então ser discutidos nesta PMD. Um, com relação à noção de experiência direta e ação explorada na história. Cenas de ações geralmente oferecem esse tipo de sensação. Isso pode emergir quando os estudantes estão andando de bicicleta ou coletando seus próprios dados a partir de dados “reais”. Outro aspecto, diz respeito a noção de estética e “encaixe”. Sinclair (2001) fala sobre um sentido de “encaixe matemático” enquanto uma sensação estética, uma sensação de beleza matemática. A autora diz que a estética “é parcialmente sobre os padrões ou relações exigente, sobre como as coisas se relacionam entre si e como elas parecem se encaixar. Quando experimentamos coisas se encaixando, elas muitas vezes são lindas para nós, e muitas vezes elas nos trazem uma sensação de prazer” (p. 4). Sinclair (2006) acrescenta que “a fase do brincar ou sentir algo sobre é estética no mesmo sentido em que um matemático desenvolve um área de exploração, buscando qualitativamente encaixar as coisas buscando padrões que se conectam e integram” (p. 95). “Os matemáticos podem ser atraídos pelo apelo visual de certas entidades matemáticas, pela percepção estética de alguns atributos como a simplicidade e ordem ou por algum senso de ‘encaixe’ que se aplica a toda uma estrutura” (p. 99). A PMD aqui analisada explora a noção de que a matemática “se encaixa no mundo” e, principalmente, que padrões podem ser vistos na natureza. As noções de modelagem matemática, em específico a noção de simetria, são noções extremamente viscerais dentro da perspectiva de cinema e estética que estamos assumindo.

9. Compartilhando a PMD

Além de publicar a PMD no *Math + Science Performance Festival*, nós organizamos um festival na escola para a exibição pública da performance (ver

Figura 7a-7b). Participaram cerca de 400 alunos do ensino fundamental, professores, administradores, funcionários e alguns pais de estudantes. A exibição pública de PMD, seja através de ambientes virtuais ou em festivais nas escolas, ajuda a trazer as ideias matemáticas dos estudantes à fóruns públicos, onde elas pode ser compartilhadas e criticadas, oferecendo a oportunidade para o desenvolvimento contínuo de conhecimento e entendimento dentro de uma comunidade pedagógica (GADANIDIS; GEIGER, 2010). A noção de performance matemática oferece meios para (a) a aprendizagem dos alunos com a tecnologia, (b) compartilhar ideias matemáticas além das salas de aula (GADANIDIS; GEROFISKY; HUGHES, 2008).

Figura 7a-7b: Festival realizado na escolar para a apresentação pública da PMD.



10. A imagem da matemática para os estudantes

É interessante notar que durante a criação do *script* os estudantes também enfatizaram o fato de quererem intencionalmente explicitar a imagem do professor de matemática de modo a atribuir às suas características profissionais adjetivos como “seco” ou “restrito”. A forma como a professora dialoga com os estudantes em sala de aula na PMD pode ser interpretada pela audiência como uma posição “séria” ou mesmo “autoritária”, embora ela dê vozes aos alunos em sala de aula. Alguns estudos como o de Picker e Berry (2000) exploram a forma (negativa) como os estudantes vêem seus professores de matemática. Gadanidis e Scucuglia (2010) exploram algumas formas de como a noção de PMD pode romper com alguns estereótipos negativos que as pessoas têm acerca dos matemáticos. Além disso, a noção de PMD pode contribuir para que estudantes passem a ver suas experiências com a matemática como algo prazeroso, estético e humano. PMD pode contribuir para a mudança da imagem pública da matemática enquanto uma ciência fria e negativa. Em uma das entrevistas realizadas com os estudantes após as sessões, um dos estudantes que atuou na PMD expressou:

Eu gostei muito do vídeo. Foi diferente porque eu não gostava muito de matemática. Matemática não era muito legal para mim. Mas quando fizemos o vídeo, um sentimento diferente sobre a matemática surgiu,

porque vimos a matemática em nosso dia a dia de um modo diferente, andando de bicicleta ou jogando futebol ... As artes e a matemática juntos mudam qualquer ponto de vista, porque a arte é algo diferente. A matemática é sempre a mesma, mas quando colocamos as duas juntas, as duas são diferentes. Eu comecei a gostar de matemática, tanto quanto eu gosto das artes. Matemática tornou-se algo diferente.

11. Comentários Finais

Neste artigo exploramos a noção de PMD e descrevemos algumas atividades nas quais buscamos envolver estudantes do ensino fundamental na criação de um vídeo no qual alguns *insights* sobre possíveis *links* entre matemática e situações cotidianas foram exploradas. Buscamos enfatizar alguns pontos importantes do ponto de vista pedagógico no processo de criação de uma PMD, incluindo a interlocução entre matemática e artes, a utilização de tecnologias digitais, a possibilidade em se compartilhar ideias matemáticas publicamente e de estudantes romperem alguns estereótipos negativos acerca de suas experiências sobre matemática ou sobre a própria matemática. As atividades discutidas no artigo ilustram situações nas quais estudantes, professores (e outros adultos) e tecnologias digitais formaram um coletivo pensante na criação de uma PMD. O diálogo e a colaboração envolvendo investigação matemática, experimentação com tecnologias e atividades artísticas são características fundamentais para a formação de seres-humanos-com-PMD.

Em contraste, buscamos também apontar algumas questões sobre como tais atividades nos fizeram refletir e reorganizar nosso posicionamento pedagógico em atividades atuais e futuras. Consideramos que a investigação matemática previamente a criação da performance é fundamental para sua “qualidade matemática”. Também fomos críticos ao aspecto “raciocínio” na análise da PMD. Alguns *insights* sobre *links* entre matemática e cotidiano são explorados na PMD, mas não são explicados de modo significativo. Mesmo assumindo-se certa “tensão” entre a objetividade do pensamento matemático e a subjetividade emergente com as artes, acreditamos que seja possível oferecer à audiência argumentos que sejam ao mesmo tempo matematicamente rigorosos e artísticos, principalmente explorando conexões entre múltiplas representações e múltiplos modos de comunicação. Finalmente, consideramos que a lente teórico-medodológica aqui apresentada, baseada principalmente nas categorias sobre cinema de Boorstin (1990), tem se mostrado pertinente para a análise artístico-matemática de PMDs.

Agradecimentos

Agradecemos ao *Social Sciences and Humanities Council of Canada* (SSHRC) pelo apoio ao projeto *Students as Performance Mathematicians*.

Referências

- ABDONOUR, O. J. *Matemática e Música. O pensamento analógico na construção de significados*. São Paulo, Brazil: Escrituras Editora, 2002.
- BANCHOFF, T.; CERVONE, D. P. Surfaces beyond the Third Dimension. *Communications in Visual Math*, 1(1). Acessado em dezembro de 2010: <http://www.maa.org/cvm/1998/01/sbtd/welcome.html>, 1998.
- BOORSTIN, J. *The Hollywood Eye. What makes movies work*. New York: Cornelia & Michael Bessie Books, 1990.
- BORBA, M.; SCHEFFER, N. Coordination of multiple representations and body awareness. *Educational Studies in Mathematics*, 57(3), Video Papers (on CD), 2004.
- BORBA, M. C.; VILLARREAL, M. E. *Humans-with-Media and the Reorganization of Mathematical Thinking*. New York: Springer, 2005.
- BRASIL. *Leis de diretrizes e bases da educação Nacional*. Brasília: MEC/SEF, 1996.
- COBB, P. Where is the mind? Constructivist and sociocultural perspectives on mathematical development. *Educational Researcher*, 23(7), 13-20, 1994.
- DOCKSAI, R. Teens and Cell Phones. *The Futurist*. January-February 2009, pp. 10-11, 2009.
- ERNEST, P. Postmodernism and the Subject of Mathematics. In M., Walshaw (Ed.) *Mathematics Education within the Postmodern*, (pp. 15-33). Greenwich, CT: Information Age Publishing, 2004.
- FLOYD, J. *Das Überraschende: Wittgenstein on the Surprising in Mathematics*. *Bolema*, 24(38), 127-170, 2011.
- FURINGHETTI, F. Images of Mathematics Outside the Community of Mathematicians: Evidence and Explanations. *For the Learning of Mathematics*, v.12, n.2, p.33-38, 1993.
- GADANIDIS, G.; JARDINE, R. *Mathematics Preparedness Program: Quadratic Functions*. (<http://www.edu.uwo.ca/mpp/Quadratics/index.html>), 2005.
- GADANIDIS, G.; BORBA, M. C. Our lives as performance mathematicians. *For the Learning of Mathematics*, 28(1), 44-51, 2008.
- GADANIDIS, G.; BORBA, M. C.; GEROFISKY, S.; JARDINE, R. *Math Performance Festival*. (www.mathfest.ca), 2008.
- GADANIDIS, G.; HUGHES, J.; SCUCUGLIA, R.; TOLLEY, S. Low floor, high ceiling: performing mathematics across grades 2-8. In Swars, S. L., Stinson, D. W., & Lemons-Smith, S. (Eds.). *Proceedings of the 31st annual meeting of the North American Chapter of the International Group for the Psychology of Mathematics Education*. Atlanta, GA: Georgia State University, 2009.

- GADANIDIS, G.; SCUCUGLIA, R. Windows into elementary mathematics: alternate mathematics images of mathematics and mathematicians *Acta Scientiae*, 12(1), 24-42, 2010.
- GADANIDIS, G.; GEIGER, V. A social perspective on technology enhanced mathematical learning - from collaboration to performance. *The International Journal on Mathematics Education*, 42, 91-104, 2010.
- GADANIDIS, G.; GEROFISKY, S.; HUGHES, J. A celebration of mathematics. *Ontario Mathematics Gazette*, 47(1), 13-20, 2008.
- GERDES, P. *Da etnomatemática a arte-design e matrizes cíclicas*. Belo Horizonte : Autêntica, 2010.
- GEROFISKY, S. Performance Space & Time. In Gadanidis, G. & C. Hoogland (Eds.) *Digital Mathematical Performance - Proceedings of a Fields Institute Symposium*, 2006.
- GOOS, M.; GALBRAITH, P.; RENSHAW, P.; GEIGER, V. Reshaping teacher and student roles in technology-enriched classrooms. *Mathematics Education Research Journal*, 12(3), 303-320, 2000.
- HEYDON, R. A case study of a multimodal semiotic chain in an intergenerational art class. *Journal of Early Childhood Research*, 2010.
- KRESS, G. *Literacy in the New Media Age*. London: Routledge, 2003.
- LIBRERO, F.; RAMOS, A. J.; RANGA, A. I.; TRIÑONA, J.; LAMBERT, D. Uses of the Cell Phone for Education in the Philippines and Mongolia. *Distance Education*, Vol. 28, No. 2, August 2007, pp. 231-244, 2007.
- LÉVY, P. *Tecnologias da Inteligência: O futuro do pensamento na era da informática*. Rio de Janeiro, Brazil: Editora 34, 1993.
- LÉVY, P. *Becoming Virtual: Reality in the Digital Age*. New York: Plenum Press, 1998.
- LIM, C. S.; ERNEST, P. Public Images of Mathematics. *Philosophy of Mathematics Education*, v.11, 1999. Disponível em <<http://www.people.ex.ac.uk/~PERnest/pome11/art6.htm>>. Acesso em: 26 mar. 2010.
- NEW LONDON GROUP. A pedagogy of multiliteracies: Designing social futures. *Harvard Educational Review*, 66(1), 60-92, 1996.
- ONTARIO. *The Ontario Curriculum Grades 1-8 Mathematics*. Canada, 2005.
- PAHL, K.; ROWSELL, J. Literacy and Education. Understanding the New Literacy Studies in the Classroom. Thousand Oaks, CA: Sage Publications, 2005.
- PICKER, S.; BERRY, J. Investigating Pupils Images of Mathematicians. *Educational Studies in Mathematics*, v.43, n.1, p.65-94, 2000.
- POWELL, A. B.; FRANCISCO, J.; MAHER, C. Uma abordagem à análise de REMATEC, Natal (RN) Ano 7, n.11/ Jul-Dez, 2012

dados de vídeo para investigar o desenvolvimento das ideias matemáticas e do raciocínio de estudantes. *BOLEMA: Boletim de Educação Matemática*, **21**, 81–140, 2004

PURSELL, D. P. Adapting to Student Learning Styles: Engaging Students with Cell Phone Technology in Organic Chemistry Instruction. *Journal of Chemical Education*. Vol. 86 (10). October 2009. pp. 1219-1222, 2009.

SCHAAF, W. *Mathematics: Our Great Heritage* (essays on the nature and significance of mathematics), New York, NY, Harper and Brothers, 1948.

SCUCUGLIA, R.; BORBA, M. Performance Matemática Digital: criando narrativas digitais em Educação Matemática. *Anais do IX ENEM*. Belo Horizonte, Brazil: SBEM, 2007.

SINCLAIR, N. The aesthetic is relevant. *For the Learning of Mathematics*, **21**(1). 25-32, 2001.

SINCLAIR, N. The Aesthetics of Sensibilities of Mathematics. In: Sinclair, N., Pimm, D. & Higginson, W. (Eds). *Mathematics and the aesthetic: Modern approaches to an ancient affinity*. NY: Springer-Verlag, 2006.

SINCLAIR, N.; PIMM, D.; HIGGINSON, W. (Eds). *Mathematics and the aesthetic: Modern approaches to an ancient affinity*. NY: Springer-Verlag, 2006.

STAKE, R. Case studies. In N. K. Denzin & Y. S. Lincoln (Eds.), *Strategies of qualitative inquiry* (2nd Ed.) (pp. 134 - 164). Thousand Oaks, CA: Sage, 2003.

YIN, R. K. Case study methods. In J. L. Green, G. Camilli, & P. B. Moore (Eds.) *Handbook of complementary methods in educational research* (pp. 279-298). Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates, 2006.

WATSON, A.; MASON, J. Surprise and Inspiration. *Mathematics Teaching Incorporating Micromath*. 200(1). 4-7, 2007.

Ricardo Scucuglia Rodrigues da Silva

Faculty of Education – Western – London, Ontario - Canada

E-mail: scucugliaricardo@gmail.com

Marcelo de Carvalho Borba

Universidade Estadual Paulista – UNESP/Rio Claro, SP - Brasil

E-mail: mborba@rc.unesp.br

George Gadanidis

Faculty of Education – Western – London, Ontario - Canada

E-mail: ggadanid@uwo.ca

PRÁTICAS DE AVALIAÇÃO E CAPITAL SIMBÓLICO DA MATEMÁTICA: O CASO DA OBMEP

EVALUATION PRACTICES AND THE SYMBOLIC CAPITAL OF BRAZILIAN MATHEMATICS: THE CASE OF PUBLIC SCHOOL MATHEMATICAL OLYMPIAD

Denise Silva Vilela

João Alves de Souza Neto

Universidade Federal de São Carlos – UFSCar – Brasil

Resumo

Este artigo visa estudar a Olimpíada Brasileira de Matemática das Escolas Públicas por meio do referencial teórico das práticas matemáticas, neste caso enfatizando os desdobramentos metodológicos desta abordagem, isto é, considerado que a teoria não visa descrever, mas *ver de outro modo*. Trata-se de uma articulação das discussões da Educação Matemática, da filosofia e sociologia contemporânea, principalmente, da Teoria da Prática de Bourdieu. A ênfase filosófica na linguagem, considerada a partir de Wittgenstein, possibilitou um olhar para o aspecto simbólico do conhecimento matemático. Tomar a OBMEP como objeto de investigação foi potente para entender a ideia de *campo* e de *capital simbólico*, tomadas de Bourdieu, assim como permite *ver de outro modo* esta avaliação que tem ganhado proporções cada vez maiores em nosso país. O estudo indica que o *campo da matemática* tem capital suficiente para premiar e naturalizar este conhecimento em nossa sociedade.

Palavras-chave: Educação Matemática, OBMEP, capital simbólico, práticas matemáticas.

Abstract

This paper intends to study Brazilian Mathematical Olympiad in public schools – OBMEP – using the theory of mathematical practices, considering not to describe objects but *seeing them in another way*. It represents an articulation among mathematics education, philosophy and contemporary sociology, especially Bourdieu's Theory of Practice. The philosophical emphasis on language, departing from Wittgenstein, provided a view on symbolic aspects of mathematical knowledge. Taking OBMEP as an object was relevant to understand notions as field and *symbolic capital*, taken from Bourdieu, as well as it allows to *see in another way* this assessment that gained increasing importance in our country. The research points that mathematics field has enough capital to reward and naturalize such knowledge in our society.

Keywords: Mathematics Education, OBMEP, Symbolic Capital, Mathematical Practices.

REMATEC, Natal (RN) Ano 7, n.11/ Jul-Dez, 2012

Apresentação

Este estudo se propõe a pensar as questões educacionais em pauta a partir de estudos filosóficos e de interpretações realizadas, ambas relacionadas à abordagem da prática social como referencial de pesquisa em Educação Matemática. O objetivo é estabelecer um diálogo entre as perspectivas da Educação Matemática que se orientam pelas práticas e abordagens sociológicas da ciência, temática na qual pretendemos nos debruçar neste momento. Dois aspectos orientam a elaboração deste artigo no que tange a ideia de prática social. Primeiramente o estatuto epistemológico da pesquisa, isto é, o modo de realizar a análise por meio de uma teoria da sociologia entendendo-a como mais um modo de ver e não como descrição. Num segundo, o caráter simbólico do conhecimento matemático será enfatizado. A abordagem se ancora em um paradigma que aqui associamos à virada linguística da filosofia e, particularmente à filosofia de Wittgenstein frequentemente associada a este movimento.

A proposta é aprofundar aspectos da filosofia de Wittgenstein¹ que nos permitam ver, por meio da centralidade da linguagem nesta filosofia, a riqueza do caráter simbólico da matemática, como ilustraremos a seguir por meio da Olimpíada Brasileira de Matemática das Escolas Públicas – OBMEP.

Assim, propomos neste artigo realizar uma abordagem da matemática como prática social no qual temos como objeto as Olimpíadas de Matemática das Escolas Públicas como uma prática avaliativa específica e importante no cenário atual. Segundo o site oficial da OBMEP, atualmente participam desta olimpíada estudantes do Ensino Fundamental, de 6º a 9º ano, e alunos do Ensino Médio. Desde sua criação, em 2005, esta competição tem alcance nacional e vem abrangendo cada vez mais estudantes. Em 2009, foram inscritos mais de 19 milhões de alunos na competição e 99% dos municípios brasileiros foram representados. Com os sucessivos recordes de participação a OBMEP tornou-se a maior olimpíada de matemática do mundo (OBMEP, 2010).

Neste estudo apresentamos alguns dos resultados de uma pesquisa que se insere no diálogo entre a Educação Matemática e os estudos sociais da ciência na perspectiva de Bourdieu (1930-2002). Para análise serão considerados alguns documentos que foram constituídos nesta investigação, principalmente os sites oficiais e matérias de jornais. Pretende-se compreender a OBMEP sob uma ótica diferente, não necessariamente contrária ou oposta, daquela apresentada nos discursos de divulgação da olimpíada, isto é, a ideia é *ver de outro modo*. Neste sentido, nosso objeto – a OBMEP – é visto enquanto

1 Dizem-se filosofia segundo Wittgenstein suas formulações após o *Tractatus Logico-Philosophicus*. Aqui predominam as referências às Investigações Filosóficas, feitas por IF seguido do parágrafo de que se extraiu a citação. As traduções acompanham a edição de *Os Pensadores*, de José Carlos Bruni.

uma prática de perpetuação das normas da matemática e como uma estratégia de valorização do campo.

Para realizar a análise foi utilizado o processo de *emparelhamento* ou *associação* que consiste em uma estratégia de análise de informações a partir de um modelo teórico prévio (FIORENTINI; LORENZATO, 2006, p.138-9), ou seja, um processo que visa relacionar uma teoria com os documentos constituídos na pesquisa. Nesse sentido, as teorias de Bourdieu que tratam do *campo* e da *reprodução social* serviram como grade analítica, isto é, como suporte para interpretação dos dados. Dessa maneira procurou-se estabelecer relações entre tais teorias e os documentos de pesquisa.

Outro aspecto que será enfatizado envolve a relação que se estabelece entre o objeto da pesquisa e a teoria que orienta a análise, a qual é entendida como um modelo que nos ajuda a olhar o objeto. Não se trata de uma teoria que descreve o objeto, isto é, não é o caso de afirmar que a OBMEP é um mecanismo consciente e explicitamente criado com o propósito de valorização do campo e como mecanismo de regulação. Mas trata-se aqui de uma interpretação, de uma possibilidade de compreensão do fenômeno. Segundo Bourdieu, não devemos confundir a realidade do modelo, que recai na ideia de descrição, com um modelo de realidade.

Esta abordagem epistemológica é fundamental neste artigo e será discutida na primeira sessão em que se apresenta o referencial teórico. Tanto a ideia de prática social, como também o modo de realizar a análise por meio de uma teoria da sociologia, no caso, se ancoram num paradigma que aqui associamos à virada linguística da filosofia. Assim, nossa ênfase metodológica busca olhar as práticas e não proceder indicando uma solução ou o melhor caminho a seguir; olhar o que falam os matemáticos que propõem e organizam as Olimpíadas, ou seja, delinear qual Olimpo vislumbra estes atores sociais. Ao olhar a matemática escolar e a OBMEP proposta aos estudantes, não julgamos ou apontamos soluções, mas vamos proceder numa problematização dos valores envolvidos na realização desta olimpíada, tanto aos que podem ser considerados positivos quanto aos considerados não positivos. A ênfase se coloca no valor simbólico da matemática entendida, portanto, não como um conhecimento neutro e superior. Neste sentido, a questão que orienta a presente discussão diz respeito à potencialidade desse olhar sociológico para esta prática.

Na obra *A reprodução* de Bourdieu e Passeron (2009), os autores trazem elementos capazes de ampliar ou mesmo modificar a visão de escola libertadora, isto é, de que a escola possa promover os indivíduos a um status social mais elevado, uma ascensão social por meio do sucesso obtido na escola. Esses autores reformulam o entendimento sobre o papel da escola interpretando-a como um mecanismo de conservação social, isto é, como um instrumento que contribui para manter a ordem social: a escola pode ser vista como um campo hierarquizado que contribui para a reprodução das

desigualdades sociais, ou seja, é uma instituição que conserva as estruturas da sociedade. Isto ocorre principalmente porque se privilegia um *habitus* de classe, quer dizer, promove a cultura da classe dominante como legítima e inquestionável.

Ao sustentar o pressuposto de igualdade e homogeneização da escola, as diferenças sociais e, principalmente, culturais são ignoradas, assim como os desdobramentos destas diferenças no cenário escolar. Além disso, em relação às avaliações, supõe-se que através de exames ou provas e ao utilizar o mesmo critério para todos, seja possível uma avaliação imparcial, justa e rigorosa por meio da qual os alunos não seriam submetidos a critérios subjetivos.

Todavia, alunos de diferentes camadas sociais e que, portanto, possuem diferentes capitais simbólicos e culturais, certamente não lidam do mesmo modo com o que se privilegia nas práticas escolares. Isto tem implicações tal como a exclusão social por meio da escola incluindo-se, dessa forma, uma exclusão através das avaliações.

Segundo Bourdieu (1998), antes do direito de todos ao acesso à escola, ocorria uma eliminação precoce, isto é, a exclusão se concretizava antes mesmo do ingresso na escola, impedindo-o através da reprovação em exames. Contudo, após o acesso das massas à escola, esta eliminação foi substituída por uma eliminação *branda* e até mesmo imperceptível de modo que os alunos passaram a ser excluídos em níveis subsequentes de escolaridade. As teorias de reprodução social se dão nesse contexto em que a escola se torna um direito de todos sob a ideologia de ascensão social. Assim, faz sentido entender a Educação e, em particular, a Educação Matemática em relação aos mecanismos de regulação e reprodução social. Mediante esta discussão, passaremos a olhar para olimpíadas, as esportivas, as de matemática e, principalmente a OBMEP. A intenção é alcançar a dimensão simbólica da matemática por meio da análise em que os conceitos de Bourdieu empregados serão esclarecidos em diálogo com o objeto.

Espera-se discutir a ideia de escola enquanto símbolo de ascensão e mobilidade; a avaliação como símbolo de capacidade meritocrática, e a OBMEP como expressão destes simbolismos. Particularmente, a matemática será tratada enquanto símbolo de progresso, inteligência e capacidade tecnológica.

Virada linguística e sentido não prescritivo de pesquisa

Da filosofia de Wittgenstein aqui abordada, que pode ser denominada de uma filosofia da linguagem, será realçado o uso da linguagem como símbolo, pois este será o foco da análise. Além disso, a partir desta filosofia podemos discutir o estatuto epistemológico da teoria como interpretação, realçando a coerência do referencial teórico no processo de elaboração da presente argumentação. Outras relações importantes entre a filosofia de Wittgenstein e a

sociologia de Bourdieu poderiam ser consideradas e são sugeridas por Thiollent (1981).

Também a abordagem de Bourdieu implica um duplo desdobramento para nosso tema em discussão: sua teoria da prática condiciona nossa base para a compreensão das matemáticas como práticas sociais; e as questões metodológicas no que tange o estatuto das interpretações ou de estudos como este. A primeira, elaborada em Vilela (2009), é ponto de partida também para a abordagem simbólica do conhecimento. Aqui, esta discussão se sobrepõe à discussão sobre desdobramentos sociais de posições metafísicas. Sobre a última questão, Bourdieu explicita uma posição não metafísica em que critica a confusão – no sentido wittgensteiniano de confusão, isto é, questão mal formulada – entre ‘modelo de realidade e realidade do modelo’.

Bourdieu cita o parágrafo 82 das *Investigações Filosóficas* (IF) de Wittgenstein visando mostrar o risco de impor teorias às práticas quando o papel do indivíduo se perde na reprodução das regularidades, como se fossem regulamentos. No contexto da Teoria de Bourdieu, ele está criticando correntes estruturalistas que se confundem com a imposição das estruturas que determinam as ações e, ao mesmo tempo, o risco de confundir a teoria com a prática. Este último se refere ao ‘estatuto epistemológico’ das teorias a respeito do que Bourdieu alerta, ainda se remetendo a Wittgenstein, as pretensões das formulações teóricas descreverem propriamente a realidade:

Todas as proposições sociológicas deveriam ser precedidas por um signo que se leria “tudo se passa como se...” e que, funcionando à maneira de quantificadores da lógica, lembraria continuamente o estatuto epistemológico dos conceitos construídos da ciência objetiva. Tudo concorre, com efeito, para encorajar a reificação [res = coisa] dos conceitos, começando pela lógica da linguagem ordinária, que se inclina a inferir a substância do substantivo ou conceder aos conceitos o poder de agirem na história como agem nas frases dos discursos as palavras que a designam, isto é, enquanto *sujeitos* históricos: como diz Wittgenstein, basta escorregar do advérbio “inconscientemente” (...) ao substantivo inconsciente (...) para produzir prodígios de profundidade metafísica (BOURDIEU, 1983a, p. 59).

Desse modo, a concepção metafísica, fundamental na discussão filosófica em questão, teria, segundo Bourdieu, reflexos sociais, políticos e metodológicos que nos possibilitam ver, em nosso estudo, as ligações das questões filosóficas e sociais. Aqui enfatizamos, da concepção metafísica, o aspecto metodológico em que, abandonando a ideia de verdade como rótulo da relação entre a linguagem e a coisa, não tem como propor caminhos e fazer prescrições. A forma de perguntar da filosofia de Wittgenstein, na medida em que a busca de compreender o que está manifesto, está em oposição a uma perspectiva de avançar rumo a soluções definitivas de problemas (SPANIOL,

1989, p. 115). Mas, por não conduzir à solução e, portanto, não sustentar uma verdade, avalia as proposições por meio de desdobramentos em condutas o que reforça a ênfase em interesses sociais.

A dimensão simbólica, que se abre a partir desta filosofia e favorece nossa proposta de decodificar formas expressas no discurso, pode ser esboçada do seguinte modo.

O aspecto simbólico ganha projeção e passa a ser o definidor de sentido num projeto filosófico que adere à virada. A verdade não seria selo de correspondência entre o fato e o conhecimento porque o fato bruto, se existir, deixa de fora o simbolismo e por isso esse conhecimento não contribui em questões que importam. Por outro lado, a verdade ou as verdades são produzidas, cada uma é historicizada e relaciona-se à crença coletiva.

O fato bruto deixou de ser a referência no movimento conhecido como virada linguística e frequentemente associado ao segundo Wittgenstein. Este filósofo traz novas perguntas que delimitam um diferente campo possível de respostas apontando para as práticas colocando como ponto de partida olhar as práticas, ‘compreender algo que está manifesto’ (WITTGENSTEIN, IF, §89, p. 49). Assim deixam de buscar “o que é a realidade em si?” e “o que há?” – o que aponta para uma resposta metafísica, aponta para uma essência, para o conhecimento da realidade em si mesma e das causas e princípios de todas as coisas.

Por sua vez, a vertente que adere a virada linguística e passa a olhar para “o que há” em detrimento “ao que deve ser”, não mais indica o que é certo e errado, deixa de operar no nível da prescrição, pois isto pressupõe a posse da verdade. Assim, abre para outra perspectiva de ver o que há e, diante disso, *ver de outro modo*, de apresentar outra maneira de ver (GOTTSCALK, 2008, p. 88) e assim ampliar a compreensão do que está em discussão.

O tipo ou função da filosofia, neste caso, relaciona-se não é descritivo e a isto denominamos aqui de caráter epistemológico da teoria. E também abre para a abordagem histórica e cultural por estes olhares possibilitarem a visão cultural de questões que se naturalizam.

A abordagem centrada na ideia de prática em oposição a um domínio de conhecimento (LAVE, 2002) permite também enfocar os cientistas que condicionariam o que é a ciência e não a ciência como que independente e anterior a prática dos agentes. A categoria interno/externo é discutida e não procede nesta perspectiva pois favorece a ideia de autonomia do conhecimento, já que as causas sociais seriam, se assumida a separação interno/externo, exclusivas do meio social externo; enquanto que a linguagem simbólica e os procedimentos dedutivos, seriam internos à matemática, por exemplo. Mas autores, dentre os quais Bourdieu, acreditam que os meios intelectuais especializados e autônomos são fontes de causas sociais internas, pois é o próprio cientista que define o que é ciência, quais os procedimentos são válidos e introduz e divulga as notações.

Isso tem relação e repercute no pensamento de Bourdieu que se coloca entre a fenomenologia e o estruturalismo, estabelecendo um novo gênero do conhecimento: o praxiológico. Particularmente, Bourdieu aponta a impertinência da classificação entre o externo e o interno da ciência, já que as determinações dos cientistas, seus interesses, compromissos e motivações estão socialmente condicionados:

De uma definição rigorosa de campo científico enquanto espaço objetivo de um jogo onde compromissos científicos estão engajados resulta que é inútil distinguir entre as determinações propriamente científicas e as determinações propriamente sociais das práticas essencialmente *sobredeterminadas*. (...) O que é percebido como importante e interessante é o que tem chances de ser reconhecido como importante e interessante pelos outros; portanto, aquilo que tem a possibilidade de fazer aparecer aquele que o produz como importante e interessante aos olhos dos outros (BOURDIEU, 1983b, p. 124-125).

A natureza simbólica vai ganhando espaço em detrimento a ideia de natureza pura (ou interna) e externa, assim como as discussões de aspecto político e do não metafísico desta vertente filosófica. Esta filosofia afasta a ideia de verdade absoluta e aproxima a verdade das crenças, o conhecimento dos interesses e culmina com a desconsideração da natureza em si e passa a considerar a natureza do meio. Este movimento pode conduzir a uma sociologia da ciência que estuda os desdobramentos das crenças. Mas a ênfase atual é a linguagem que, por um lado, pode ser entendida como um efeito prático em agir de acordo com determinadas crenças. Por outro lado, tomar a linguagem como referência pode indicar, ou ter como pressuposto, a maior importância dada à “natureza do meio” (RORTY, 1994, p. 24) e não à “natureza”. A linguagem não mais é um veículo que transmite o que a mente, como um espelho, reflete da natureza, mas como constituída de elementos dos nossos conhecimentos e constituindo estes elementos. A linguagem não é nem sistema abstrato, nem manifestação individual, mas só pode ser compreendida se estiver ancorada em sua dimensão social, reafirmando o caráter simbólico da filosofia considerada nas práticas sociais.

3 A Teoria do *Campo Científico* e Práticas Matemáticas Escolar e Acadêmica

Pesquisas em Educação Matemática que discutem as dificuldades da Matemática na escola muitas vezes parecem girar em círculo apontando como solução, ora uma metodologia de ensino, ora uma formação dos professores mais sólida em conhecimentos específicos.

Em relação às discussões sobre avaliação, que constituem um elemento de peso na cultura escolar, encontramos estudos sobre outros instrumentos de avaliação e, expandindo, mas ainda internamente à matemática, estão as

discussões sobre a avaliação normativa e avaliação formativa. A primeira, ao julgar o produto do ensino, visaria “eliminar o erro” (CURY, 1993, p. 43). A norma de excelência e criterial que orienta este tipo de avaliação possuem a qualidade de imparcialidade ao apresentar o mesmo critério para todos e, para assegurar a justiça, podemos dizer que o professor encarna a norma.

De fato, a literatura sobre avaliação pode conduzir a discussões que denominamos internas à matemática, isto é, que consideram a matemática como um domínio de conhecimento independente das práticas. Vejamos como o domínio de conhecimento está subjacente à discussão em sucessivas etapas: há uma norma e isto pressupõe um conhecimento pré-determinado e verdadeiro, superior – porque almejado e de excelência; o propósito de eliminar o erro reforça a ideia da verdade. Todo o processo se justifica facilmente neste paradigma de uma verdade, do melhor caminho a seguir, etc.

Frequentemente ancorada no construtivismo, a avaliação formativa se apresenta como uma alternativa à normativa possibilitando um clima de confiança e não mais classificatório ou de punição. Neste caso, os mesmos instrumentos podem ser usados, mas a avaliação é vista como um processo de aprendizagem, um instrumento de investigação didática, o “erro como instrumento para explorar o funcionamento da mente” (CURY, 1993, p. 45). Respeita-se diferentes processos de construção do conhecimento e, fundamentalmente, se apoia na ideia de que os estudantes, em tempos diferentes ou por caminhos nem sempre os mesmos, chegarão à norma. Vejamos que o pressuposto domínio de conhecimento permanece porque há uma norma de excelência que se oculta na ideia de verdade. Ao mesmo tempo, a discussão permanece no interior da escola e da matemática em particular, isto é, não são considerados aspectos sociopolíticos de valorização de uma norma específica que conduz privilégios.

Muito além de uma simples verificação da assimilação de conhecimentos, pode-se pensar a avaliação como sendo um mecanismo de eliminação já que apenas alguns conhecimentos são valorizados, notadamente aqueles mais ligados ao cientificismo acadêmico. Dito de outra forma, aqueles estudantes que não detêm o *capital* valorizado pela escola serão vistos não por suas diferenças mas pela falta.

Consideramos inicialmente a ideia do *campo* e uma interpretação dessa abordagem na educação matemática para em seguida, realçar o aspecto simbólico do conhecimento, a centralidade dos atores sociais em detrimento à referência a um domínio de conhecimento, e, ainda a uma *produção de verdades*.

As relações entre os indivíduos determinam o que Bourdieu chama de *campo*, isto é, “um espaço de jogo, um campo de relações objetivas entre indivíduos ou instituições que competem por um mesmo objeto” (Bourdieu, 2003, p.206). O *campo científico* é definido como o *locus* onde se trava a luta entre agentes em termos de interesses específicos, ou seja, situações em que se

manifestam as relações de poder em torno da *autoridade* ou *legitimidade* científica. Grosso modo, a autoridade científica tem o poder de impor uma definição de ciência que esteja de acordo com os próprios interesses daqueles que a detêm, determinando a limitação do campo dos problemas, dos métodos e das teorias que podem ser consideradas científicas:

Assim, a definição do que está em jogo na luta científica faz parte do jogo da luta científica: os dominantes são aqueles que conseguem impor uma definição da ciência segundo a qual a realização mais perfeita consiste em ter, ser e fazer aquilo que eles têm, são e fazem (BOURDIEU, 1983b, p. 128).

Em qualquer campo é possível associar uma parte dos agentes aos *dominantes* e outra aos *dominados*, por mais específico que seja o objeto do campo (como a cultura, a ciência, a arte etc.). Além disso, as ações desses agentes são tomadas de acordo com a posição no campo (dominante ou dominado) e os interesses e, assim, identificam-se estratégias que visam a conservação da estrutura e estratégias que visam a subversão - subversão no sentido de revoluções ou inversão de valores em detrimento àquilo que os dominantes detêm.

Os antigos [no campo, isto é, os dominantes] possuem estratégias de conservação que têm por objetivo obter lucro do capital progressivamente acumulado. Os recém-chegados [os dominados] possuem estratégias de subversão orientadas para uma acumulação de capital específica que supõe uma inversão mais ou menos radical do quadro de valores, uma redefinição mais ou menos revolucionária dos princípios de produção e da apreciação dos produtos [digamos, das *verdades*] e, ao mesmo tempo, uma desvalorização do capital detido (BOURDIEU, 2003, p. 207).

A acumulação de capital é condição necessária para a produção de um discurso que valorize este ou aquele capital, o dos *dominantes* ou o dos *dominados*, de maneira a definir o capital *verdadeiro*, legítimo. Nesse aspecto, os dominantes são aqueles que detêm um maior poder para constituir *verdades* sobre seu objeto, isto é, de determinar aquilo que deve ser mais valorizado (como a cultura legítima, a ciência verdadeira, a *griffe* de maior preço, a arte mais autêntica etc.).

A OBMEP será vista por esta ótica, expressando o campo da matemática que tem capital para premiar, recrutar novos agentes assim como produz um discurso de valorização da matemática acadêmica.

Em relação ao campo científico, Bourdieu evidencia relações de força, dominação e poder, de modo que as verdades científicas podem ser colocadas em função da estrutura do campo e do seu funcionamento, isto é, “a verdade do produto [...] reside numa espécie particular de condições sociais de produção”

(BOURDIEU, 1983b, p.122). Isto é, as *verdades* científicas são condicionadas socialmente e, portanto, pode-se questionar a ideia de ciência “neutra” ou de práticas desinteressadas (BOURDIEU, 1983b, p. 123).

Segundo Bourdieu (1983b, p. 124) “todas as práticas [científicas] estão orientadas para a aquisição de autoridade científica (prestígio, reconhecimento, celebridade etc.), mesmo que preservando estruturas e lutando em torno do mesmo capital”.

Pensando nas práticas matemáticas do professor e do acadêmico, no campo da matemática, podemos ver aí uma tensão ou uma disputa que se manifesta inclusive, mas não só, na instituição escolar: “o sistema de ensino é o único capaz de assegurar à ciência oficial a sua permanência e consagração, através da inculcação sistemática do *habitus* científico ao conjunto de destinatários legítimos da ação pedagógica” (BOURDIEU, 1983b, p. 138). Por outro lado os matemáticos acadêmicos e os educadores, apresentam disposições diferenciadas em relação à manutenção da ordem do campo dentro do qual eles estão inseridos.

Com efeito, é conhecida a autoridade dos matemáticos acadêmicos, inclusive em questões relativas à matemática escolar, como definição de currículos e orientações de ensino, diagnóstico para as dificuldades dos alunos, tanto quanto é conhecido o pouco prestígio dos professores da Educação Básica mesmo daqueles que se dedicam à pesquisa na área de Educação Matemática (VIANNA, 2000) e (FARIA et al., 1997).

Em relação à produção de *verdades*, observam-se estratégias de conservação do campo da matemática por parte dos matemáticos inclusive por meio da OBMEP, de modo a defenderem a preservação da estrutura, quer dizer, a manutenção daquilo que é aceito como válido, do que é valorizado.

Algumas pesquisas em Educação Matemática, por sua vez, parecem “fundar uma ordem científica herética” no campo das matemáticas, na medida em que “rompem o contrato de troca que os candidatos à sucessão aceitam ao menos tacitamente” (BOURDIEU, 1983b, p. 139). A disputa envolve a atuação profissional na formação dos professores de matemática, que está manifesta nas reações dos partidários da Educação Matemática e que envolve o questionamento do monopólio da definição do campo e das atribuições dentro dele:

[...] a profissão do professor de matemática da escola básica não se identifica, nem mesmo parcialmente, com a profissão do matemático. Os saberes profissionais, as condições de trabalho, as necessidades relativas à qualificação profissional, tudo concorre muito mais para diferenciar do que para identificar as duas profissões. Por que, então [...], a formação matemática do professor da escola básica deveria se constituir a partir de valores, concepções e práticas específicas de uma “cultura matemática” [do matemático profissional] a qual tem se relacionado com a cultura

escolar quase sempre através da emissão de prescrições? (MOREIRA, CURY e VIANNA, 2005).

As estratégias de subversão opõem-se às verdades produzidas pelos dominantes por meio de um discurso que visa impor *novas verdades* preservando-se, no entanto, a estrutura do campo e *destruindo* ou mudando apenas a hierarquia desta estrutura.

As estratégias dos dominados consistem em opor aos dominantes os próprios princípios em nome dos quais estes justificam sua dominação [...] Mas a condição de entrada no campo é o reconhecimento da disputa e, ao mesmo tempo, o reconhecimento dos limites que o jogo impõe e que não devem ser ultrapassados sob pena de exclusão do jogo. Segue-se daí que da luta interna só podem sair revoluções parciais, capazes de destruir a hierarquia, mas não o próprio jogo (BOURDIEU, 2003, p. 208).

A teoria de Bourdieu diz que a *tensão no campo* depende do reconhecimento dos polos distintos que o compõe. No âmbito da OBMEP os matemáticos acadêmicos que possuem o discurso ortodoxo – e que estão, portanto, no pólo dominante– reconhecem o discurso do polo dominado por meio das críticas àqueles “que não tenham formação matemática adequada” e por isso “deterioraram” o conteúdo:

Parte importante deste espaço [da educação] foi ocupada por grupos que, por falta de boa formação matemática, não se debruçam sobre o ensino da matemática de forma consistente. O resultado foi que a definição de políticas sobre o ensino da matemática passou a ser feita com pouca – ou nenhuma – interferência de pesquisadores em matemática. Assim, as diretrizes que têm orientado o ensino da matemática nas últimas décadas vêm sendo formuladas sem o necessário suporte de conteúdo matemático (DRUCK, 2005).

Outro sinal de reconhecimento da tensão pode ser visto na estratégia de conservação do discurso ortodoxo no campo da matemática que acentua o maior valor ao conteúdo matemático em detrimento aos métodos pedagógicos:

Diante dessa situação [referente a qualidade do ensino da matemática] encontramos o discurso [...] de que falta boa didática aos professores de matemática. Todavia, pouco se menciona que o conhecimento do conteúdo a ser transmitido precede qualquer discussão acerca da metodologia de ensino (DRUCK, 2003).

O reconhecimento mútuo² entre os pólos do campo nos permite avaliar como pertinente a interpretação realizada e levar adiante a discussão da OBMEP como uma estratégia dos matemáticos em prosseguir o discurso ortodoxo, ou seja, faz sentido compreender que a distribuição de prêmios e o recrutamento de novos talentos sejam uma forma de valorização do campo e uma estratégia de conservação do polo dominante.

4 As Olimpíadas de Matemática

O uso do termo olimpíadas como nome da competição de matemática vale a pena ser analisado quando se quer realçar aspectos simbólicos e de valorização do campo da matemática. Atualmente, além de competições matemáticas também têm surgido outras envolvendo diversas áreas do conhecimento como, por exemplo, olimpíadas de astronomia, de informática, de física, biologia, química, português etc. Tais iniciativas corroboram o valor simbólico do termo olimpíadas como nome de competições envolvendo o conhecimento científico no âmbito escolar.

Para ilustrar que o uso do termo “olimpíadas” agrega valor a tais competições, partimos de uma caracterização das olimpíadas esportivas. Buscamos evidenciar que o nome dado às competições de matemática, além do aspecto competitivo presente também no esporte, guarda o valor simbólico dos jogos realizados em Olímpia, cidade grega cujo nome faz alusão ao grandioso, majestoso, divino, nobre, sublime, ou ainda ao Olimpo, nome da habitação dos deuses, na mitologia grega.

Tradicionalmente as olimpíadas são competições que envolvem a disputa entre atletas nas mais diferentes modalidades de jogos esportivos. Segundo Alves (2010, p.31) os primeiros eventos em formato de olimpíada tinham como objetivo cultuar aos deuses e aconteceram por volta de 2500 a.C. em Olímpia na Grécia. Contudo, foi só em 776 a.C. que a expressão "olímpico" começou a ser associada às competições e os nomes dos campeões a serem registrados. Um acordo entre os reis de Ilia, Esparta e Pissa, deu origem ao nome olimpíadas por ter sido selado no santuário de Olímpia (ABRUCIO, 2008). O caráter e a importância dos jogos olímpicos eram extremamente respeitados a ponto de os reis darem trégua às guerras a fim de realizar as competições.

Com o tempo estes jogos foram se estruturando e as categorias de competições aumentando. No entanto, com a proibição da adoração aos deuses, em 393 d.C., os jogos olímpicos foram interrompidos encerrando o que se conhece como competições da Era Antiga (ALVES, 2010, p.32). Apenas em 1896 competições similares ressurgiram e foram realizados os primeiros Jogos Olímpicos da Era Moderna, em Atenas. Desde então, nestes jogos centenas de

²Ver citação acima (MOREIRA, CURY e VIANNA, 2005).
REMATEC, Natal (RN) Ano 7, n.11/ Jul-Dez, 2012

países são representados por seus atletas que disputam em um conjunto vasto de modalidades esportivas.

Porém, um pouco antes deste evento, ocorreram disputas envolvendo o conhecimento matemático. No ano de 1885, em Bucareste na Romênia, aconteceu a primeira competição matemática na qual disputaram cerca de setenta estudantes de uma escola primária (BERINDE, 2004).

Mas foi só em 1894, com uma disputa estudantil de matemática realizada na Hungria, que se deu um estímulo para que competições similares se espalhassem pelo leste europeu. Em 1959, foi organizada a primeira *International Mathematical Olympiad* (IMO), realizada na Romênia e com a participação de países daquela região (ALVES, 2010).

Carneiro (2004, p. 3) aponta os desafios realizados pelos matemáticos como precursores das olimpíadas de matemática nos quais eram propostos problemas ou questões difíceis da matemática.

Esta olimpíada - IMO - teve como berço o leste europeu contando, inicialmente, apenas com a participação de países comunistas (CARNEIRO, 2004, p.3). É interessante destacar que a realização da primeira edição desta olimpíada ocorreu no contexto da guerra fria. A União Soviética estava à frente, em relação ao bloco capitalista liderado pelos EUA, no que diz respeito ao desenvolvimento tecnológico. Isto foi evidenciado, em 1957, por meio do lançamento do primeiro satélite artificial da Terra, que fazia parte do programa espacial Sputnik.

Disto resultou que o bloco capitalista criou estratégias a fim de competir e superar o bloco socialista no que se refere ao desenvolvimento armamentista, tecnológico, espacial e científico e isto repercutiu também no âmbito educacional.

Podemos interpretar que, neste contexto da guerra fria, a matemática se configurou como dispositivo estratégico na disputa ideológica. É como se as causas da liderança soviética estivessem relacionadas com o ensino de matemática ou com aquelas disciplinas relacionadas à Engenharia, que eram valorizadas na antiga União Soviética e que, portanto, deveria haver uma valorização dessas áreas de conhecimento. Segundo o professor Lafayette

Verificou-se que na antiga União Soviética o número de pessoas que estudava, gente que fazia Matemática ou dedicava à Engenharia ou a qualquer outro tipo de tecnologia era relativamente muito maior do que aquele do mundo ocidental. Era muito comum [no Brasil] se fazer um currículo em que a Matemática era substituída por alguma atividade, esporte ou teatro, enfim, alguma coisa artística; e a Matemática, o desenvolvimento da tecnologia, geralmente, perdia um pouco de espaço. Então, esse impacto provocado pelo lançamento do Sputnik gerou uma série de eventos, naquele tempo, como mesas-redondas e a criação de muitos grupos sobre a educação, comparando os modelos educacionais do Oriente com o modelo do Ocidente. E, em síntese, chegou-se à

conclusão que do jeito que estava não podia continuar e era preciso, pelo menos, talvez fosse possível, queimar algumas etapas. Queimar algumas etapas naquele tempo era dar ênfase especificadamente às matérias científicas, no caso, à Matemática (GARNICA, 2008, p.167).

É possível entender que as primeiras olimpíadas de matemática surgiram neste contexto de disputas e corridas armamentista, espacial e científica. Motivações políticas e alianças implícitas ou explícitas entre o setor acadêmico e o de defesa militar promoveram propostas e ações em direção à ampliação e modernização do ensino de matemática, tendo como referência e meta estruturas e formalizações do conhecimento matemático formal e acadêmico, que deveriam também ser levadas a todos os níveis de ensino. A empreitada para alavancar o ensino de matemática, no bloco capitalista, resgatou as iniciativas da Matemática Moderna proposta por Felix Klein no final do século XIX.

Este movimento de reforma curricular ficou conhecido por Movimento da Matemática Moderna e teve como suporte um enfoque estruturalista, conforme o desenvolvimento acadêmico da matemática de ponta disponível no período, e se caracteriza por ter a Teoria de Conjuntos como eixo central que estrutura os demais temas da Matemática.

Essa aliança entre o setor acadêmico e o político resultou em modernizar a Matemática a fim de obter o progresso e desenvolvimento tecnológico necessário para competir com o bloco socialista e originou uma série de implicações e inovações no ensino da matemática. É nesse sentido que se sugere que motivações políticas proporcionaram ou contribuíram para o surgimento das competições científicas no contexto escolar. Em uma disputa e corrida para se mostrarem desenvolvidos, na guerra fria os blocos socialista e capitalista usaram de diversos meios para se imporem.

Os Jogos Olímpicos e as olimpíadas de matemática parecem configurações de alianças em que ambas as esferas – política e científica – participam da construção desta crença. O capital da matemática se alia e agrega valor às ações políticas assim como a ampliação da matemática na escola pode ser vista como garantia do aumento significativo do capital deste campo do conhecimento. Isto será adiante visto também em relação à OBMEP.

Segundo Reyes (2007), os jogos olímpicos desportivos compõem um cenário próprio para elevar o prestígio das nações. A valorização de competições esportivas é uma extensão da política exterior das nações que possibilita reafirmar, perante as demais, a soberania, a supremacia e uma “boa imagem” da nação:

[...] los eventos deportivos, en el plano internacional, se han convertido en un excelente escenario para elevar el prestigio de las naciones y reafirmar el poderío de las grandes potencias en donde sus atletas se convierten en “soldados del deporte” o embajadores deportivos de sus

respectivos países [...] la victoria olímpica como un exponente de la potencia de un Estado y una prueba de labonanza de su sistema social, em donde los países ganadores dan al mundo una prueba visibled e fuerza. Así, los eventos deportivos, a nivel internacional, se pueden considerar como una extensión de la política exterior de lasnaciones, asegurando com ello reafirmar su soberanía, supremacía y una buena imagen de su país em el exterior. (REYES, 2007, p. 83).

Bourdieu (1977) também atribui um valor nacionalista às competições esportivas, o que também agrega valor simbólico à competição, tornando-as verdadeiras celebrações de valorização de uma nação:

O que entendemos exatamente quanto falamos em Jogos Olímpicos? O referencial aparente é a manifestação “real”, isto é, um espetáculo propriamente esportivo, confronto entre atletas vindos de todo o universo que se realiza sob o signo de ideias universalistas, e um ritual, com forte coloração nacional, senão nacionalista, desfile por equipes nacionais, entrega de medalhas com bandeiras e hinos nacionais (BOURDIEU, 1977, p. 123).

Salientamos que, assim como os jogos olímpicos desportivos podem ser vistos como meio para elevar o prestígio da nação, a promoção e valorização de olimpíadas de matemática também alcançam este propósito. Isto é corroborado, por exemplo, tendo a OBMEP como foco, por meio das cerimônias de premiação. Além dos campeões acompanhados de seus pais e de alguns professores, participam também dessas cerimônias diferentes autoridades políticas como prefeitos, ministros e o próprio presidente da nação:

[...] “Esta cerimônia evidencia todo o potencial de nosso país. O acesso à educação produz uma revolução pacífica, em que as armas são o conhecimento e a sede de conhecimento da juventude diante do mundo. Estamos celebrando o valor da educação no processo de construção brasileiro. Me sinto muito orgulhosa de estar aqui pela primeira vez”, disse a Presidente [Dilma Rousseff] em seu discurso. (OBMEP, 2010).

É também neste contexto de valorização do desenvolvimento científico, do qual a Matemática seria protagonista, que situamos, no Brasil, o surgimento da primeira olimpíada de matemática. Em 1961 foi fundado o Grupo de Estudo do Ensino de Matemática com objetivo de coordenar e divulgar a introdução da Matemática Moderna. Este grupo promoveu, em 1967, a criação da primeira olimpíada de matemática do país: a OMESP, Olimpíada de Matemática do Estado de São Paulo (ALVES, 2010, p. 34).

No entanto, com o fracasso do Movimento da Matemática Moderna, a OMESP se encerrou em sua segunda edição, realizada no ano de 1969. Apenas oito anos depois, em 1977, surgiu outra olimpíada, a Olimpíada Paulista de REMATEC, Natal (RN) Ano 7, n.11/ Jul-Dez, 2012

Matemática, idealizada pelo professor doutor Shigueo Watanabe e, assim, foram surgindo olimpíadas locais e regionais em todo o país com o intuito de familiarizar os estudantes com as competições e com seus propósitos. Ao olhar especificamente para a OBMEP podemos corroborar a aliança entre setores acadêmicos ligados à matemática e político, envolvendo áreas tecnológicas, industrial e educacional:

Esta olimpíada é fruto de uma parceria entre MCT [Ministério de Ciência e Tecnologia], MEC [Ministério da Educação e Cultura], ME [Ministério do Esporte] e Petrobras, e terá como executores a Sociedade Brasileira de Matemática (SBM) e o Instituto Nacional de Matemática Pura e Aplicada (IMPA). Além disso, a OBMEP conta com a colaboração da Secretaria de Comunicação (SECOM), Casa Civil e Secretaria de Articulação Política do Governo Federal (OBMEP, s.d, p. 4).

Podemos compreender a OBMEP como uma ramificação da Olimpíada Brasileira de Matemática (OBM), que também é uma olimpíada organizada pela Sociedade Brasileira de Matemática (SBM) e que ocorre desde 1979. Apesar de a OBM ter abrangência nacional, poucos alunos de escola pública participavam dela. Disto surgiu a motivação para se criar a OBMEP.

O objetivo principal da OBMEP, segundo o site oficial, é estimular o estudo da Matemática por meio da resolução de problemas que despertem o interesse e a curiosidade de professores e estudantes. Além disso, há a preocupação em incentivar o ingresso dos estudantes nas áreas científicas e tecnológicas e, assim, contribuir para a valorização profissional e promover a inclusão social por meio da difusão do conhecimento.

Entre os objetivos que sustentaram a criação desta olimpíada, destacamos que “estimular e promover o estudo da Matemática entre alunos de escolas públicas” sugere estratégias de valorização, difusão e divulgação da matemática acadêmica. Além disso, outro objetivo da OBMEP, que é o de “promover a inclusão social por meio da difusão do conhecimento” nos remete à ideia bourdiesiana de ascensão e mobilidade social.

Tendo como pano de fundo os polos matemática escolar e matemática acadêmica apresentados anteriormente, estes objetivos da OBMEP podem ser vistos como se fossem uma expressão de preocupação com o campo e de difusão e valorização da matemática acadêmica. Neste sentido, destacamos ainda, da citação acima (OBMEP, s.d, p. 4), que instituições ligadas por um lado à matemática, tal como a Sociedade Brasileira de Matemática (SBM) e o Instituto Nacional de Matemática Pura e Aplicada (IMPA) e, por outros setores governamentais ligados à ciência e tecnologia, educação, comunicação, petróleo e articulação política.

Neste sentido podemos ver a matemática como campo de disputas políticas e a OBMEP como uma estratégia de valorização, divulgação e

consagração do campo da matemática acadêmica. Realçamos a seguir estes mesmos aspectos na etapa de premiações da OBMEP na qual, por meio dos resultados obtidos na olimpíada, alunos, professores, escolas e secretarias de educação são premiados.

Inicialmente eram distribuídas 300 medalhas de ouro, 405 de prata e 405 de bronze, além de até 30.000 menções honrosas. Com o crescimento do número de participantes elevou-se o número das premiações sendo concedidas, atualmente, 500 medalhas de ouro, 900 medalhas de prata, 3100 medalhas de bronze e até 46.200 certificados de Menção Honrosa. Além das medalhas, são concedidas bolsas de iniciação científica: no ano de 2005 foram 2.001 bolsas e no ano de 2012 serão 4.500 bolsas.

O capital acumulado da matemática permite a criação, organização e realização de olimpíadas e também a distribuição de prêmios, medalhas e certificados pode ser vista como a distribuição de recompensas pelo compartilhamento de valores e práticas e uma reciprocidade em termos de atestado de reconhecimento e legitimação. Se o estudante aceitar fazer a prova e se ele não apenas se submete, mas se empenha a ponto de se destacar, ele merece ser recompensado pelos organizadores que, além de tudo, também são reconhecidos por poder premiar.

Além das medalhas e menções honrosas, alguns alunos também recebem uma bolsa de iniciação científica através do PIC (Programa de Iniciação Científica Jr.), que é um programa com duração de um ano e que visa “o estudo de tópicos interessantes de Matemática” (OBMEP, 2008). Essas bolsas de iniciação científica podem representar não só premiação prolongada e promissora, mas uma fórmula de fidelização e de manutenção da crença no valor do conhecimento matemático.

Nas quatro primeiras edições (de 2005 a 2008) os professores também recebiam cursos de capacitação oferecidos pelo IMPA. A partir da edição de 2009, os cursos foram substituídos por outros tipos de premiações como placas de homenagens e coleção de livros (em 2009 e em 2010); computador com programas para o ensino de matemática (em 2011); *tablet*, placa de homenagem e assinatura anual da Revista do Professor de Matemática (em 2012).

A assinatura da revista produzida por matemáticos e distribuída como prêmio, ainda que seja anual, permanecerá na estante do professor por mais tempo, e isto pode ser visto também como uma premiação prolongada. Os cursos de capacitação com ênfase na matemática pura retornam ao mencionado no início da sessão anterior: o problema do ensino de matemática é a falta de formação matemática do professor. Os motivos que levaram a interrupção deste curso também seriam interessantes de serem levantados.

Premiar, fazer alianças políticas e com a escola, entre outras coisas, nos permite ver os aspectos simbólicos da matemática tendo a OBMEP como objeto de análise. Particularmente, enfatizamos que o uso da palavra *olimpíada*, no que se refere às competições de conhecimento, pode ser entendido como

uma estratégia de valorização do campo e consagração de uma prática avaliativa.

Deste modo, a OBMEP também pode ser compreendida como um meio de circular os bens *matemáticos*, isto é, a cultura matemática legitimada através do conteúdo matemático associada à matemática acadêmica.

5 Considerações Finais

As noções de Bourdieu de campo e reprodução possibilitam um olhar crítico às práticas e/ou políticas públicas, de modo a evidenciar que a ciência e a escola não são instituições neutras, mas sofrem influências diretas do desenvolvimento político, econômico, etc. assim como também são e fazem política por meio das alianças que estabelecem com estes setores.

A OBMEP pode ser compreendida como uma política de desenvolvimento tecnológico-científico do país, uma política que visa projetar jovens talentosos fazendo com que se apropriem do código valorizado e, assim também os tornam agentes de valorização deste campo, de modo a inseri-los ou encaminhá-los ao meio acadêmico – prioritariamente às ciências exatas e/ou áreas tecnológicas – contribuindo, portanto, para aprimorar o campo da matemática.

Assim, alcançamos esclarecimentos sobre a escola como símbolo de ascensão e mobilidade, a avaliação como símbolo de capacidade e a OBMEP como expressão destes simbolismos e, particularmente, da matemática como símbolo de progresso, inteligência, capacidade tecnológica.

Neste artigo enfatizamos o caráter explicativo da teoria que abandona o ideal de descrição e verdade e nos permite *ver de outro modo*, no sentido de ampliar a compreensão e não apontar erros e soluções o que pressupõe a verdade. Além disso, esta filosofia permite desassociar o significado do referente o que, por sua vez, possibilita entender que a natureza pura e independente pode existir ou não, mas não é mais o que determina e importa na análise de fenômenos sociais que passa então a privilegiar o valor simbólico.

No caso, os fenômenos são a OBMEP e a matemática que também se apresenta aqui em sua natureza simbólica. Esta análise relaciona-se com a compreensão da filosofia de Wittgenstein em que a objeção não cai propriamente sobre a suposição de uma realidade matemática, pois não é isso que importa em termos do conhecimento humano e sim discutir a quem pode interessar sustentar este tipo de crença.

Os atores sociais, e os cientistas em particular, estão no centro da cena e não como espectadores de uma ciência que se impõe independentemente de interesses.

As verdades são produzidas, são historicizadas, relacionam-se às crenças coletivas e a OBMEP pode ser vista compondo este cenário: como um tipo de avaliação normativa e uma estratégia de valorização do campo da matemática. A teoria de Bourdieu permite entender que o campo da matemática possui

capital suficiente para premiar, recrutar talentos que perpetuam as regras de ortodoxia, ao mesmo tempo em que, mediante este processo, contribui com a ideologia do dom e com a naturalização de aspectos culturais de nossa sociedade.

Referências

ABRUCIO, Marcos. **Odisseia olímpica**: a história das olimpíadas e seus heróis. São Paulo: Editora Cortez, 2008.

ALVES, Washington José Santos. **O impacto das olimpíadas de matemática em alunos da escola pública**. Dissertação (Mestrado profissional em ensino de matemática). Pontifícia Universidade Católica, São Paulo, 2010.

BERINDE, Vasile. **The native country of International Mathematical Olympiads**: a brief history of Romanian Mathematical Society. Baia Mare, 2004.

BOURDIEU, Pierre. A escola conservadora: as desigualdades frente à escola e à cultura. Tradução Aparecida Joly Gouveia. In: NOGUEIRA, M. e CATANI, A. (Org.). **Escritos de educação**. Petrópolis, RJ: Editora Vozes, 1998.

_____. Alta costura e alta cultura. In: BOURDIEU, P. **Questões de sociologia**. Lisboa: Fim de século, 2003. p. 205-16.

_____. Esboço de uma teoria da prática. In: ORTIZ, Renato (Org.) **Pierre Bourdieu**: Sociologia. São Paulo: Ática, 1983a. p. 46-82.

_____. O campo científico. In: ORTIZ, Renato (Org.) **Pierre Bourdieu**: Sociologia. São Paulo: Ática, 1983b. p. 123-155.

_____. Os jogos olímpicos. In: BOURDIEU, P. **Sobre a televisão**. Tradução M. MACHADO. Rio de Janeiro: Jorge Zahar Ed., 1977. p. 123-128.

BOURDIEU, Pierre; PASSERON, Jean-Claude. **A reprodução**: elementos para uma teoria do sistema de ensino. Tradução R. BAIRÃO. 2. ed. Petrópolis, RJ: Vozes, 2009.

CARNEIRO, Emanuel. Olimpíada de Matemática: uma porta para o futuro. In: II Bial da Sociedade Brasileira de Matemática. **Minicurso**. UFBA. Salvador, 2004.

CURY, Helena N. Retrospectiva histórica e perspectivas atuais em análise dos erros em Educação Matemática. **Zetetiké**, n. 1, 1993.

DRUCK, Suely. **Matemática brasileira sobe em ranking, mas ainda precisa aprender a somar competências**. In: Jornal da Unicamp, 2005. Disponível em:

<http://www.unicamp.br/unicamp/unicamp_hoje/ju/fevereiro2005/ju277pag06.html>. Acessado em 27/05/2011.

DRUCK, Suely. **O drama do ensino da matemática**. 25/03/2003. Artigo in: folha.com. disponível online. Acesso em 22/02/2012.

FARIA, Eliana. S.; MOREIRA, P. C.; FERREIRA, M. C. Da prática do matemático para a prática do professor: mudando o referencial da formação de matemática do licenciado. **Zetetiké**, v.5, n.7, jan-jun1997.

FIorentini, Dario.; LOrenzato, Sergio. **Investigação em educação matemática**: percursos teóricos e metodológicos. Campinas: Autores Associados, 2006.

GOTTschalk, Cristiane. A transmissão e produção do conhecimento matemático sob uma perspectiva wittgensteiniana. **Cadernos Cedes**, v. 28, n.74, 2008.

GUARNICA, Antonio Vicente Marafioti. Resgatando oralidades para a história da Matemática e da Educação Matemática brasileiras: o Movimento Matemática Moderna. **Zetetiké**. FE-UNICAMP. v.16, n.30, jul./dez., 2008.

LAVE, Jean. Do lado de fora do supermercado. In: FERREIRA LEAL, M. **Ideias Matemáticas de Povos Culturalmente Distintos**, São Paulo, Global, 2002, p. 65-98.

MOREIRA, Plínio; CURY Helena; VIANNA, Carlos. Por que análise real na licenciatura? **Zetetiké** v.13, n.23, jan./jul. 2005.

OBMEP. **Projeto Piloto** [*mimeo*]. s.d.

_____. **Cerimônia Nacional de Premiação**. 2010. Disponível em: <http://www.obmep.org.br/noticias.do?jsessionid=8CB96512D5635D1F1BA4DE4568E440AE?id=144>. Acessado em 11/04/2012.

_____. **Programa de Iniciação Científica Jr. (PIC)**. Disponível em : http://www.obmep.org.br/prog_ic_2008.html. 2008.

REYES, Karina. **Olimpiadas y Copa Mundial de Fútbol**: ¿Competencias deportivas o instrumentos políticos?. CONfines 3/6 agosto-diciembre, 2007 p.83-94.

RORTY, Richard. **A filosofia e o espelho da natureza**. Rio de Janeiro: Relume Dumará, 1994.

SPANIOL, Werner. **Filosofia e método no Segundo Wittgenstein**. São Paulo: Loyola, 1989.

THIOLLENT, Michel. Notas sobre Wittgenstein e a sociologia contemporânea. **Reflexão**, ano VI, n. 21, 1981, p. 42-53.

VIANNA, Carlos Roberto. Vidas e Circunstâncias na Educação Matemática. Tese de Doutorado. Faculdade de Educação, Campinas-SP, UNICAMP, 2000.

VILELA, Denise. **Práticas Matemáticas**: contribuições socio-filosóficas para a Educação Matemática. Zetetiké, 2009.

WITTGENSTEIN, Ludwig. **Investigações Filosóficas**. Trad. José Carlos Bruni, Os Pensadores, São Paulo: Abril Cultural, 1991.

Denise Silva Vilela

Programa de Pós-graduação em Educação – UFSCar – Brasil

E-mail: denisevilela@ufscar.br

João Alves de Souza Neto

Programa de Pós-graduação em Educação – UFSCar – Brasil

E-mail: joaoasneto@gmail.com

ETNOMATEMÁTICA: O ASPECTO SOCIOCULTURAL DO ENSINO E APRENDIZAGEM EM MATEMÁTICA

ETHNOMATHEMATICS: THE SOCIOCULTURAL ASPECT OF TEACHING AND LEARNING MATHEMATICS

Milton Rosa

Daniel Clark Orey

Universidade Federal de Ouro Preto – UFOP - Brasil

Resumo

O aspecto sociocultural das práticas matemáticas utilizado em sala de aula está relacionado com o conteúdo matemático e com os processos de associação desse conteúdo com as abordagens pedagógicas, que são utilizadas para o ensino e aprendizagem dessa disciplina. Nessa perspectiva, a aquisição do conhecimento matemático é influenciada de acordo com as considerações socioculturais dos indivíduos que participam da comunidade escolar. Um dos objetivos desse artigo teórico é discutir a dualidade entre o conhecimento matemático adquirido dentro e fora do ambiente escolar e como esse aspecto dual pode influenciar o ensino e aprendizagem da matemática. Outro objetivo é utilizar os aspectos socioculturais da matemática por meio da ação pedagógica do programa etnomatemática no currículo matemático. Essa discussão pode desencadear uma ação crítico-reflexiva sobre as ações pedagógicas, na perspectiva etnomatemática, com relação ao aspecto sociocultural das práticas matemáticas, que é necessária para o trabalho educacional a ser desenvolvido com as comunidades escolares.

Palavras chave: Etnomatemática, Influências socioculturais, Dualidade entre saberes, Práticas matemáticas.

Abstract

The sociocultural aspects of mathematical practices used in classrooms are related to the mathematical content and processes that associate this content with pedagogical approaches used for teaching and learning of this discipline. From this perspective, the acquisition of mathematical knowledge is influenced according to the sociocultural considerations of individuals who participate in the school community. One goal of this theoretical article is to discuss the duality between mathematical knowledge acquired within and outside the school environment and how this duality influences the learning and teaching of mathematics. Another objective is to use sociocultural aspects of mathematics teaching through ethnomathematics in the mathematics curriculum. This discussion triggers a critical and reflective action about pedagogical actions in an ethnomathematical perspective

in relation to the sociocultural aspect of mathematical practices, which is necessary for the educational work being developed with the school communities.

Keywords: Ethnomathematics, Sociocultural influences, Duality between knowledge, Mathematical practices.

Introdução

Temos uma visão de mundo que é fundamentada em nossas experiências culturais. Assim, a nossa cultura determina como nos comunicamos e agimos nos ambientes escolar e de trabalho, como nos divertimos e interagimos uns com os outros, quais costumes temos que seguir e de que maneira percebemos o mundo. Nesse sentido, as maneiras pelas quais adquirimos os nossos conhecimentos e os modos por meio dos quais aprendemos não estão separados dos contextos socioculturais nos quais estamos inseridos, pois trazemos para a escola e, posteriormente, para o trabalho, uma bagagem repleta de perspectivas, expectativas, objetivos e entendimentos socioculturais, que estão de acordo com as experiências que vivenciamos durante a nossa existência.

De acordo com essa perspectiva, a cultura consiste em valores, tradições, relações sociais e políticas e uma visão de mundo, que é compartilhada e transformada por um grupo de indivíduos que estão conectados por uma história comum, pelas tradições sociais e culturais, pela localização geográfica, pela linguagem, pela classe socioeconômica e pela fundamentação religiosa (NIETO, 2000). Então, a cultura inclui os aspectos considerados culturalmente tangíveis como a culinária, os feriados, o vestuário, os trajes típicos e as expressões artísticas bem como outras manifestações menos tangíveis, como por exemplo, os estilos de comunicação, as atitudes, os valores e as relações familiares. Esses aspectos culturais são de difícil compreensão e, por isso, temos que nos esforçar para compreendê-los, se quisermos entender como esses fatores podem influenciar o aprendizado dos alunos.

Entendemos que as escolas também possuem uma cultura própria, isto é, um conjunto de normas, regras de trabalho, pensamentos, valores e comportamentos. Considerando as diversas culturas presentes nas salas de aula de matemática, existe a necessidade de argumentarmos sobre o compartilhamento implícito de significados e valores que os professores e alunos trazem para a sala de aula e, também, como esses aspectos direcionam as interações que ocorrem nesse ambiente de aprendizagem (NICKSON, 1994). Quando a cultura escolar reflete a cultura do lar e da comunidade, as salas de aula se tornam ambientes familiares que podem motivar a aprendizagem dos alunos (ROSA, 2010). Nesse sentido, quando a escola reflete os diferentes modos de pensamento, os distintos pontos de vista, as diversas maneiras de conhecimento e os diversos sistemas de valores, os alunos tornam-se aptos para cruzarem as fronteiras do conhecimento que adquiriram, tornando o

aprendizado do conteúdo matemático mais estimulante e complexo (MOLL e GREENBERG, 1990). Concordamos com Spring (1997) que argumenta que a cultura da escola pode insidiar a cultura dos alunos se essa instituição não repercutir as experiências vivenciadas pelos integrantes da comunidade escolar.

Nesse sentido, as escolas podem tolher a cultura dos alunos por meio da segregação, do isolamento, da substituição compulsória da linguagem e dos costumes e também através da implementação de um currículo, que somente utiliza materiais didáticos que refletem o modo de pensar da cultura dominante. Nesse tipo de ambiente escolar, a maioria dos alunos podem ocultar os principais aspectos da própria cultura, pois o sistema de ensino reflete a cultura dominante dos administradores e professores que, na maioria das vezes, não entendem as necessidades sociais, culturais e educacionais dos alunos. Por exemplo, Fordham (1988) observou que em algumas escolas nos Estados Unidos, os alunos afro-americanos têm que modificar ou abandonar as próprias práticas socioculturais para adotar comportamentos que são recompensados e predominantes naquele contexto escolar.

Nessa perspectiva, as experiências que os alunos vivenciam na escola podem ser consideradas alienígenas, misteriosas e intimidadoras, pois o contexto comunitário e familiar está divorciado do contexto escolar. Se a escola não incorporar determinados aspectos da vida comunitária e sociocultural dos alunos no processo de ensino e aprendizagem dos conteúdos curriculares, incluindo os de matemática, esses se sentirão desmotivados, deslocados e alienados nesse ambiente de aprendizagem (MOLL e GREENBERG, 1990). Da mesma maneira, os professores necessitam entender como funcionam as normas que direcionam o comportamento sociocultural da comunidade escolar para que possam compreender e interpretar como os alunos processam e acumulam as informações adquiridas no processo de ensino e aprendizagem em matemática (ROSA, 2010). Assim, é importante discutirmos as influências socioculturais nesse processo, pois acreditamos que essa discussão permitirá uma ação crítico-reflexiva sobre as ações pedagógicas, que são necessárias para que o trabalho educacional seja desencadeado eficientemente nas escolas.

Em concordância com esses fatos, existe a necessidade de compreendermos como os aspectos socioculturais influenciam o aprendizado dos alunos e como podemos utilizar o conhecimento matemático trazido para as salas de aula como um recurso pedagógico para a aprendizagem dos conteúdos escolares, principalmente os de matemática. Nessa perspectiva, concordamos com Banks (1989) que argumenta que para prepararmos os alunos para serem funcionais em uma sociedade pluralista e competitiva, é importante valorizarmos a cultura, a hereditariedade e a história que possuem, pois esses componentes são essenciais para a elaboração de um programa educacional eficaz para a formação de um corpo discente voltado para a transformação social.

Reconhecendo a Diversidade Sociocultural nas Escolas

O reconhecimento de que existem diversas maneiras de conhecimento e diferentes experiências culturais pode auxiliar os professores a estabelecerem novas maneiras de contato com os alunos, que tem como objetivo contribuir para o entendimento mútuo por meio da comunicação dialógica. Neste aspecto, é de suma importância enfatizar que a comunicação é uma experiência “vitalmente social e compartilhada” (DEWEY, 1916, p. 6) na qual os indivíduos pertencentes a diferentes grupos culturais mantêm a própria identidade por meio da conservação das características socioculturais do grupo. Esse fato permite que os alunos possam experienciar as perspectivas socioculturais dos outros e, por meio da comunicação, todos possam desenvolver o entendimento, a compreensão e a apreciação de visões divergentes de mundo (SHIRLEY, 2001). Nesse contexto, o aprendizado mútuo facilita o reconhecimento das contribuições socioculturais dos alunos para o processo de ensino e aprendizagem em matemática.

Então, existe a necessidade de que as instituições educacionais incorporem a diversidade sociocultural no currículo escolar ao invés de tentar modificá-la ou suprimi-la. Porém, para que esta incorporação curricular seja implantada e implementada, é necessário um esforço consciente por parte dos administradores e professores para que possam entender as diversas perspectivas e as distintas maneiras de pensar que coexistem nas escolas. Em concordância com este ponto de vista, argumentamos que “interpretamos os comportamentos, as informações e as situações por meio de nossas próprias lentes culturais e que essas lentes operam, involuntariamente, abaixo do nível de [nossa] consciência” (DELPIT, 1995, p. 151). Assim, é preciso que os administradores e professores tenham consciência sobre as diferentes perspectivas culturais que os alunos trazem para os bancos escolares e, também, como essas perspectivas podem ser afirmadas e valorizadas para que possamos evitar o “preconceito comunicêntrico” (GORDON, 1990, p. 19), que é uma tendência na qual a comunidade de um grupo cultural específico é considerada como o centro do universo.

A Dualidade entre o *Saber Acadêmico* e o *Saber Cotidiano*

Os resultados de estudos, investigações e pesquisas demonstram que existe um contraste significativo entre os conceitos matemáticos que são ensinados nas escolas e as ideias, procedimentos e práticas matemáticas que são encontradas em situações cotidianas (DAMAZIO, 2004; LADSON-BILLINGS, 1995; MOLL e GREENBERG, 1990; ROSA, 2010). Assim, contrapondo o pressuposto de que a matemática ensinada nas escolas “é um campo de estudo aculturado e universal” (ROSA e OREY, 2006, p. 20), o programa etnomatemática é proposto como um campo de pesquisa, que tem como objetivo investigar e estudar as ideias, procedimentos e práticas matemáticas originadas em contextos socioculturais específicos e que procura demonstrar a

existência de diferentes maneiras de se *fazer* matemática, que são dissonantes da matemática dominante e padronizada (D'AMBROSIO, 1990).

Nas últimas três décadas, a dualidade entre o *saber cotidiano* e o *saber acadêmico* é um assunto que vem sendo discutido e debatido nas pesquisas e investigações realizadas na Educação Matemática. Por exemplo, no estudo etnográfico conduzido por Maier (1991), as práticas matemáticas desenvolvidas no cotidiano foram denominadas de *matemática popular*³. Nesse estudo, houve a análise do resultado de observações, que foram realizadas sobre os procedimentos matemáticos utilizados por indivíduos de grupos culturais específicos para solucionar problemas diários, que eram distintos daqueles aprendidos na escola. De acordo com esse ponto de vista, a matemática popular é utilizada em diversas atividades do cotidiano, como por exemplo, as atividades de compra e venda e as brincadeiras de rua (MELLIN-OLSEN, 1987).

Utilizando a perspectiva da matemática popular, três anos antes, Lave (1988) elaborou o projeto denominado *Adult Math Project (AMP)* por meio do qual estudou os procedimentos matemáticos utilizados por pessoas adultas em situações que envolviam compra e venda. Nesse projeto, concluiu-se que os algoritmos aprendidos na escola são diferentes daqueles utilizados em situações cotidianas. Outras investigações também estudaram a utilização de um tipo de *aritmética popular* para resolver problemas originados em contextos socioculturais específicos, como por exemplo, as atividades da indústria de laticínios (SCRIBNER, 1984) e nas feiras livres (CARRAHER, CARRAHER e SCHLIEMANN, 1982). De acordo com os resultados desses dois estudos, os pesquisadores confirmaram haver uma descontinuidade entre os procedimentos utilizados para resolver os problemas da matemática acadêmica com aqueles utilizados para solucionar as situações-problema enfrentadas no cotidiano.

Os resultados de estudos mais recentes (BANDEIRA, 2004; LUCENA, 2004) mostram que determinados grupos culturais desenvolveram conhecimentos que são organizados de acordo com os critérios socioculturais próprios de uma determinada prática matemática e que esses critérios podem ser articulados com os saberes tradicionalmente constituídos no ambiente acadêmico. Por exemplo, em uma pesquisa realizada em uma comunidade de horticultores, em Gramorezinho, no Rio Grande do Norte, para investigar as ideias matemáticas presentes nas atividades de produção e comercialização de hortaliças, foram desvendados alguns “conhecimentos matemáticos específicos elaborados pelos horticultores, muitas vezes, em código diferente da matemática acadêmica” (BANDEIRA, 2004, p. 11).

Em concordância com esse contexto, as salas de aula podem proporcionar o encontro de conhecimentos diferentes, no qual os saberes

³A denominação *Folk Mathematics*, originalmente utilizada por Maier (1991), foi traduzida como *Matemática Popular*.

adquiridos fora da escola se encontram com os saberes adquiridos no ambiente institucional (D'AMBROSIO, 1997). Concordamos com Lucena (2004, p. 55) que argumenta que os “saberes diferentes se completam e, mutuamente, podem contribuir para a elaboração de novos conhecimentos”. Nesse direcionamento, o conhecimento cotidiano também serve para subsidiar a aquisição do conhecimento científico, pois:

Ao transitar entre os dois campos conceituais – cotidiano e científico – o professor deve possibilitar ao aluno o domínio pleno do processo histórico da gênese de cada campo, pois, tanto os cotidianos quanto os científicos possuem suas razões lógicas e históricas de existência. Eles têm uma história como protagonista e contextos de formação diferentes (DAMAZIO, 2004, p. 97).

Em outro estudo, Duarte (2004) examinou como os trabalhadores da construção civil produzem determinados saberes matemáticos nas práticas desenvolvidas nos canteiros de obras. Essa investigação destacou as especificidades desses saberes matemáticos e apontaram a existência de uma dicotomia entre tais saberes e aqueles legitimados pela matemática acadêmica. Assim, por meio do exame das desarticulações entre o saber escolar e o saber da construção civil, foi possível “problematizar a construção de fronteiras que implicam na marginalização dos grupos subordinados e evidenciar o papel desempenhado pelo currículo escolar de Matemática como legitimador de alguns saberes” (DUARTE, 2004, p. 199). Em suas investigações, Giongo (2004) discutiu como acontece o relacionamento entre o saber do ambiente escolar e o saber do ambiente de trabalho, por meio da análise do contexto fabril calçadista. Nessas investigações, foram identificadas determinadas práticas matemáticas existentes no contexto fabril, que são dissonantes daquelas realizadas em sala de aula. Esse fato permitiu que a pesquisadora analisasse e elaborasse ações pedagógicas curriculares que permitiram a conexão entre esses dois saberes.

Contudo, apesar de apresentarmos alguns estudos que mostram a dicotomia entre os saberes acadêmico e popular, entendemos que:

A escola oficial precisa aprender com os processos educacionais informais e incluir em seu cotidiano aspectos da educação informal: sair do espaço sala de aula e observar o meio à sua volta; escutar e discutir diferentes possibilidades de solução dos problemas do cotidiano (MONTEIRO e POMPEU JR., 2001, p. 58).

Diante desse contexto, o Programa Etnomatemática pode ser definido como o conjunto de ideias, procedimentos e práticas matemáticas que são utilizados para a resolução de situações-problema presentes no cotidiano de um determinado grupo cultural (BISHOP, 1991; D'AMBROSIO, 1990; ROSA e OREY, 2003). Dessa maneira, esse programa tem um papel fundamental no REMATEC, Natal (RN) Ano 7, n.11/ Jul-Dez, 2012

processo de ensino e aprendizagem da matemática, que é desencadeado nos ambientes acadêmicos, pois possui uma relevância contextual e problematizadora, que pode providenciar a conexão entre as práticas matemáticas cotidianas e a aquisição dos conceitos abstratos apresentados pela matemática acadêmica (BOALER, 1993; PINXTEN, 1994). Esse contexto pode gerar o *etnoconhecimento* dos alunos, pois os auxiliam a desenvolverem uma visão crítica do mundo por meio da matemática (BORBA, 1990). O etnoconhecimento pode ser considerado como o conhecimento matemático desenvolvido pelos indivíduos de um determinado grupo sociocultural com a elaboração e utilização de um código muitas vezes diferente da matemática acadêmica. Essa elaboração está mais próxima da vida cotidiana desses indivíduos, pois está enraizada socioculturalmente, tendo-se mostrado eficiente na solução e resolução de inúmeros problemas enfrentados no cotidiano. Dessa maneira, o programa etnomatemática pode auxiliar os alunos a formalizarem o conhecimento matemático que adquiriram por meio das próprias experiências, auxiliando-os a desenvolverem o senso de posse daquele conhecimento. Assim, concordamos com D'Ambrosio (1990) que afirma que é possível utilizar a perspectiva etnomatemática como uma base teórica para a elaboração do currículo matemático.

Como os alunos chegam às salas de aula com uma grande variedade de experiências, de mecanismos, de técnicas e de estratégias para lidar com as situações-problema que enfrentam na vida diária, é necessário que os mesmos adquiram um entendimento mais aprimorado da matemática por meio do estudo de problemas enfrentados pela comunidade na qual estão inseridos (D'AMBROSIO, 1993). Essa é uma consideração importante para as ações pedagógicas que permeiam o currículo matemático e que contribuem para diminuir a distância existente entre os saberes da matemática acadêmica e cotidiana.

A Perspectiva Oferecida pelo Programa Etnomatemática

Atualmente, existe na educação matemática, uma tendência pedagógica internacional que se direciona para uma abordagem pluralista, multicultural e transdisciplinar no currículo escolar. Entendemos que a etnomatemática está intrinsecamente situada nessa abordagem, pois esse programa procura promover a interdependência entre as ciências matemáticas e as sócio-antropológicas, pois entende a matemática como uma ciência que pode ser humanizada em seus próprios propósitos. Assim, a perspectiva etnomatemática:

(...) providencia o equilíbrio necessário ao currículo escolar, pois ao inserirmos estes componentes no currículo matemático, concebemos a etnomatemática como um programa baseado num paradigma que visa a humanização da matemática, através de uma abordagem filosófica e contextualizada do currículo (ROSA e OREY, 2006, p. 35).

De acordo com esse ponto de vista, o programa etnomatemática também compreende os aspectos linguísticos, semânticos e simbólicos que estão envolvidos na perspectiva dialética, que busca o conhecimento socioculturalmente construído. Esse fato permite que esse programa utilize, simultaneamente, para a sua ação pedagógica, os seguintes processos:

- Heurístico: composto por atividades pedagógicas que estimulam o desenvolvimento da experiência, da pesquisa e da descoberta. Esse é um processo contínuo no qual os alunos incorporam, no ambiente escolar, o conhecimento e as experiências adquiridas anteriormente ou *previous knowledge* para ampliar a compreensão e a análise da resolução de situações-problema. Esse processo está baseado no aprendizado holístico, que utiliza o ciclo *Realidade-Indivíduo-Ação-Realidade* (D'AMBROSIO, 1990) na elaboração das atividades matemáticas curriculares. Por meio da experimentação e da observação empírica, os alunos buscam os elementos que possam constituir um modelo satisfatório de explicação e compreensão dos fenômenos e problemas que enfrentam diariamente.
- Hermenêutico: composto por práticas pedagógicas que visam à compreensão dos fenômenos naturais por meio da valorização do conhecimento sociocultural prático (práxis) em detrimento do conhecimento teórico para a compreensão da natureza histórica e social da humanidade (JAPIASSU E MARCONDES, 1995).

Porém, para que a Educação Matemática na perspectiva etnomatemática seja implementada nas salas de aula, é necessário descartar o modelo pedagógico tradicional transmissivo e favorecer o modelo pedagógico transformatório (JENNINGS, 1994). Em nossa opinião, o ato de ensinar não significa, somente, a transmissão do conhecimento, pois esse ato é uma atividade sociocultural que procura motivar e induzir os alunos à criação do próprio conhecimento (FREIRE, 1998). Entendemos que a perspectiva etnomatemática favorece o modelo pedagógico transformatório, que é a antítese do modelo pedagógico transmissivo, pois a pedagogia transmissiva procura transformar os alunos em contêineres que serão preenchidos com informações acadêmicas (FREIRE, 2000). No método de ensino tradicional transmissivo, os objetivos educacionais enfatizam a transmissão do conhecimento por meio de aulas expositivas e práticas repetitivas enquanto que no modelo pedagógico transformatório os alunos refletem sobre a realidade em que vivem e desenvolvem as habilidades necessárias para utilizar os conceitos matemáticos para solucionar problemas que têm origem na própria comunidade. A utilização de situações pertinentes a determinados aspectos da cultura dos alunos pode auxiliá-los a perceberem a relevância da matemática no próprio ambiente sociocultural e aprenderem o conteúdo matemático de uma maneira emancipatória. Por exemplo, o projeto *Increasing the Participation of Native Americans in Higher Mathematics* desenvolvido por Aichele e Downing (1985)

em Oklahoma, nos Estados Unidos, é um exemplo bem sucedido de como a interação entre as ideias matemáticas trazidas para a sala de aula, por alunos norte-americanos nativos, e a conexão com a matemática acadêmica pode ser mutuamente reforçada.

Nesse sentido, a perspectiva etnomatemática em sala de aula está baseada no respeito mútuo e no reconhecimento de como o *background* cultural dos alunos pode ter influências impactantes no entendimento dos conceitos matemáticos (REYHNER e DAVIDSON, 1992). Em concordância com esse ponto de vista, Zimmerman (2006) elaborou tarefas para as lições matemáticas, que eram compostas por atividades baseadas em alguns aspectos socioculturais dos alunos e nos problemas enfrentados pela comunidade na qual estavam inseridos. Esse aspecto curricular permitiu aos professores trazerem aspectos da vida cotidiana da comunidade para o sistema escolar. Nessa perspectiva, o estudo elaborado por Lipka, Wildfeuer, Wahlberg, George e Ezran (2001) procurou entender e compreender determinados aspectos da vida sociocultural do povo Yupik Esquimó, do Alasca, e a conexão desses aspectos com o ambiente sociocultural escolar. Para essa investigação etnográfica, esses pesquisadores incluíram o depoimento dos idosos, dos pais e dos alunos para a elaboração de um currículo matemático escolar que estivesse relacionado com as práticas socioculturais da matemática, que eram utilizadas nessa comunidade. Nesse sentido, a perspectiva etnomatemática no currículo matemático pode extrair do cotidiano dos alunos, os elementos necessários para a sua valorização cultural, enquanto focalizou a aprendizagem dos conteúdos matemáticos que são necessários para que sejam totalmente integrados na sociedade contemporânea, que valoriza o conhecimento acadêmico.

Vários projetos, pesquisas e investigações sobre a etnomatemática têm sido realizados na tentativa de elaborar atividades direcionadas para que a instrução em matemática seja culturalmente relevante para os alunos. Por exemplo, Brenner (1998) trabalhou com professores para melhorar o ensino da matemática para alunos nativos havaianos. Esse pesquisador observou os alunos em situações cotidianas para determinar quais as habilidades numéricas eram trazidas para a sala de aula, adaptando o currículo pré-escolar, reordenando os tópicos de ensino para iniciar o ensino da matemática com as áreas nas quais os alunos demonstraram possuir mais competências, como por exemplo, a contagem e a computação. Nesse estudo, esse pesquisador enfatizou a utilização de jogos, de materiais manipulativos e de vários dialetos falados pelos alunos, para ensinar os conceitos matemáticos por meio de atividades matemáticas culturalmente relevantes e baseadas na linguagem não padronizada, que era utilizada pela comunidade escolar. Em níveis de ensino mais elevados, as adaptações curriculares incluíram atividades, que tinham como objetivo, utilizar o conhecimento matemático sociocultural dos alunos como apoio para a aprendizagem do conhecimento matemático acadêmico.

As pesquisas e os estudos etnográficos têm revelado a presença de ideias e práticas matemáticas na vida cotidiana. Por exemplo, Ladson-Billings (1995) elaboraram uma *pedagogia culturalmente relevante* para os alunos latinos por meio do desenvolvimento de atividades que foram extraídas dos *fundos do conhecimento*⁴ (MOLL e GREENBERG, 1990), que estão presentes nos ambientes familiares e na comunidade escolar. Por meio dessas atividades, foi possível demonstrar como as experiências vivenciadas em casa podem ser acessadas para a elaboração de ações pedagógicas curriculares. Assim, Moll e Greenberg (1990) estudaram como os membros dessas famílias acumulam e compartilham os *fundos de conhecimento* que estão baseados nas tarefas cotidianas como, por exemplo, as experiências escolares, trabalhistas, de lazer e outras práticas diárias. Dessa maneira, com base em uma investigação etnográfica, os professores e pesquisadores trabalharam em conjunto para o planejamento das atividades pedagógicas, baseadas no contexto sociocultural dos alunos, que foram utilizadas nas salas de aula.

Utilizando uma abordagem semelhante, Lipka e Ilutsik (1995) investigaram aspectos socioculturais da tribo Yupik com o objetivo de transferir para a comunidade o controle sobre o processo da elaboração do currículo escolar. A ênfase desse estudo era tornar a escola uma instituição local ao invés de tê-la agindo, somente, como um representante da sociedade dominante, na qual os valores socioculturais dessa classe são validados e repassados para os alunos como verdadeiros. Nessa ação, os pesquisadores, os professores Yupik e os idosos da comunidade trabalharam colaborativamente para traduzir o conhecimento matemático da comunidade em atividades curriculares. Como no projeto sobre os *Fundos de Conhecimento*, esses pesquisadores analisaram as atividades cotidianas como, por exemplo, a pescaria, para entender o significado das ideias matemáticas desse grupo sociocultural, traduzindo-as em atividades matemáticas *culturalmente relevantes*. Nesse contexto específico, o objetivo primordial desse estudo foi a elaboração de um currículo *culturalmente relevante* e totalmente baseado na cultura Yupik ao invés da adaptação do currículo existente com a utilização esporádica de atividades pedagógico-culturais.

⁴*Funds of Knowledge* ou *Fundos do Conhecimento* é o conjunto de conhecimentos adquiridos, acumulados, compartilhados e transmitidos pelos membros familiares através das gerações (Moll e Greenberg, 1990). Por exemplo, as famílias que possuem membros que são fazendeiros possuem um corpo de conhecimento específico, enquanto que outras famílias possuem membros que têm conhecimentos específicos sobre carpintaria, mecânica ou cooperativismo. Esse tipo de conhecimento está disponível, é compartilhado e acessível a todos os familiares por aqueles que possuem expertise nestas áreas. Os *fundos do conhecimento* podem ser percebidos nos fenômenos, eventos e nas tarefas realizadas no dia a dia das famílias ou no cotidiano dos elementos de qualquer grupo cultural.

Nessa mesma linha de pesquisa, Ladson-Billings (1995) conduziu uma investigação sobre a relevância cultural da instrução matemática direcionada aos alunos afro-americanos. Nessa pesquisa, os professores participaram de atividades culturais que os auxiliaram a modificar a prática pedagógica e elevar a expectativa em relação ao desempenho e rendimento escolar dos alunos com a elaboração de atividades matemáticas baseadas nos aspectos culturais da comunidade. Porém, para que a adoção e a implementação de uma *diferenciação pedagógica instrucional* seja efetiva no currículo, é necessária a adoção de uma metodologia de ensino que seja crítica, para que os alunos tenham as competências necessárias para valorizarem o modo como a matemática se desenvolve por meio do conhecimento de outras manifestações culturais dessa ciência.

Acreditamos em uma metodologia que torne os alunos aptos a desenvolverem uma perspectiva crítica sobre uma determinada técnica matemática e que esteja em concordância com o próprio sistema sociocultural de valores que possuem. Dessa maneira, percebemos que é necessário que os alunos desenvolvam certas habilidades para relacionar a matemática escolar com a matemática cotidiana, porém, comparando criticamente as ideias e as práticas matemáticas presentes no dia a dia com a versão oficial apresentada nos currículos escolares (ROSA, 2005). Considerando esse aspecto metodológico, é importante considerarmos o *background* dos alunos, isto é, as experiências que vivenciaram nos ambientes cultural, social e político, pois podem explicar alguns comportamentos adotados no sistema escolar. Todavia, também temos que considerar o *foreground*, isto é, o conjunto de oportunidades que são acessíveis no contexto sociocultural dos alunos, de uma maneira que, essas oportunidades sejam percebidas como possibilidades para realizações futuras (SKOVSMOSE, 2002). Então, entendemos que seja necessário considerar o contexto sociocultural no qual os alunos estão inseridos e também as aspirações futuras dos mesmos para que tenham um aprendizado contínuo e duradouro (ROSA e OREY, 2003).

Por outro lado, destacamos que um dos principais objetivos propostos pelo *National Council of Teachers of Mathematics* (Conselho Nacional dos Professores de Matemática), nos Estados Unidos, para o currículo matemático, é propiciar aos alunos, os meios necessários para que possam perceber as conexões da matemática escolar com as práticas cotidianas (NCTM, 1989). Assim, existe a necessidade de que os alunos sejam capazes de utilizar as próprias ideias matemáticas para que possam aprofundar o entendimento de outras ideias matemáticas para que possam compreender o papel da matemática em uma sociedade multicultural, pluralista e globalizada e, também, as contribuições de várias culturas para o desenvolvimento e avanço dessa ciência.

Dessa maneira, do ponto de vista educacional, a etnomatemática “procura entender os processos de pensamento, os modos de explicar, de entender e de atuar na realidade, dentro do contexto cultural do próprio

indivíduo” (BRASIL, 1997, p. 23). Então, é de fundamental importância reconhecer e recuperar o relacionamento da matemática com o cotidiano e com a realidade na qual os alunos estão inseridos, utilizando para isso, a etnomatemática, pois esse programa “procura partir da realidade e chegar à ação pedagógica de maneira natural, mediante um enfoque cognitivo com forte fundamentação cultural” (BRASIL, 1997, p. 23). Nesse sentido, existe a necessidade da elaboração de um currículo matemático que promova nos alunos a participação ativa, a análise crítica e a transformação social (WESTHEIMER e KAHNE, 1998). Essa missão tem como objetivo buscar soluções práticas para as situações-problema enfrentadas pela sociedade e que devem estar de acordo com os valores praticados pela comunidade escolar. Dessa maneira, não podemos ensinar a matemática ou outro componente curricular de uma maneira neutra e que seja insensível à realidade vivenciada pelos alunos, pois, nesse caso, não será possível promovermos um ensino e aprendizagem culturalmente relevantes (FASHEH, 1997).

Diante desse contexto, é de fundamental importância salientar que existem aspectos socioculturais, que podem influenciar o ensino e aprendizagem da matemática, que são desencadeados em salas de aula.

As Influências Socioculturais no Ensino e Aprendizagem em Matemática

As influências socioculturais estão relacionadas com o conteúdo matemático e com os processos de associação desse conteúdo com as abordagens pedagógicas, que são utilizadas para o ensino e aprendizagem dessa disciplina. Portanto, a aquisição do conhecimento matemático é influenciada de acordo com as considerações socioculturais dos indivíduos que participam da comunidade escolar.

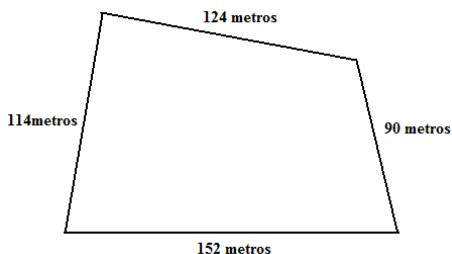
Influências Relacionadas com a Matemática Acadêmica

Os fatores que influenciam o ensino e aprendizagem da matemática, que estão relacionados com a matemática acadêmica são:

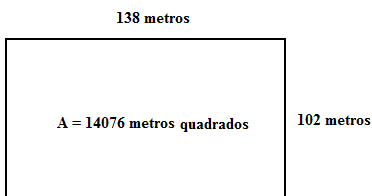
1) O Aprimoramento da Matemática Acadêmica

A proposta da etnomatemática não ignora e nem rejeita o conhecimento proporcionado pela matemática acadêmica, mas procura aprimorá-lo com a incorporação dos valores de humanidade por meio da valorização dos aspectos socioculturais, como por exemplo, a ética, o respeito mútuo, a solidariedade e a cooperação (D’AMBROSIO, 2000). Por exemplo, Knijnik (1996) elaborou atividades curriculares sobre a demarcação da terra a partir de um trabalho de pesquisa realizado junto aos participantes do Movimento dos Sem Terra (MST).

Essas atividades estavam relacionadas com o método da *cubação da terra*, que é uma prática tradicionalmente utilizada pelos integrantes desse movimento. Flemming, Flemming Luz e Collaço de Mello (2005) definem o termo cubação de terra como a existência de “problemas de medição de áreas de terrenos com formas diversas” (p. 41) e irregulares. Então, a utilização da prática de cubação da terra como proposta pedagógica para a realização de atividades para o ensino da matemática mostra a importância da contextualização de situações-problema na aprendizagem dessa disciplina. Por exemplo, os integrantes desse movimento necessitam “calcular a área de [um terreno] com formato quadrangular que mede 114 metros x 152 metros x 90 metros x 124 metros” (Flemming et al, 2005, p. 42).



Assim, o conhecimento matemático dos integrantes do MST com relação ao cálculo da área de terrenos irregulares pode ser representado por um modelo mental que transforma “a forma do terreno dado num [retângulo] de 138 metros x 102 metros. Portanto numa área de 14076 metros quadrados” (p. 42).



Podemos explicitar o modelo mental dessa ideia matemática por meio do seguinte modelo:

- Transformar o quadrilátero irregular em um retângulo cuja área pode ser facilmente determinada por meio da aplicação da fórmula $A = b \cdot h$.
- Determinar as dimensões do retângulo por meio do cálculo da média aritmética dos dois lados opostos do quadrilátero irregular.

$$Base = \frac{152+124}{2} = 138 \text{ metros}$$

$$Altura = \frac{114+90}{2} = 102 \text{ metros}$$

Determinar a área da figura geométrica irregular por meio do cálculo da área do retângulo.

$$A = b \cdot h$$

$$A = 138 \cdot 102$$

$$A = 14076m^2$$

Esse exemplo mostra que o conhecimento matemático também é um produto de natureza sociocultural, pois envolve as ideias e práticas matemáticas formais e informais, que estão presentes nas atividades cotidianas dos membros de diferentes grupos culturais, que compõem a sociedade contemporânea. Então, a natureza sociocultural da matemática é estabelecida pelos significados que são derivados do contexto na qual se origina, pois esta característica da matemática está diretamente relacionada com as práticas matemáticas desenvolvidas em cada grupo cultural, aprimorando, dessa maneira, o conteúdo proposto pela matemática acadêmica.

2) A Linguagem Matemática

Existem diferenças entre a linguagem formal que é utilizada no currículo matemático acadêmico e a linguagem informal que é utilizada no cotidiano dos alunos (ROSA, 2010). Esse fato origina diferentes vocabulários que são utilizados nas salas de aula, podendo acarretar a interpretação errônea de determinados conceitos matemáticos. Assim, a terminologia e o simbolismo matemático que são utilizados em salas de aula têm uma especificidade que difere daqueles utilizados nas atividades cotidianas (WALKERDINE, 1988; ROSA e OREY, 2010).

Por outro lado, determinados grupos culturais somente possuem a linguagem oral e, no caso da matemática, há a ausência de um vocabulário específico para os conceitos a serem ensinados. Dessa maneira, os alunos provenientes de culturas orais ou de culturas que possuem estruturas diferenciadas da linguagem dominante têm uma tendência de estarem mais interessados em aprender os conteúdos relacionados com as experiências diárias originadas no contexto sociocultural, como por exemplo, a jardinagem, a pescaria e os trabalhos artesanais (BEGG, BAKALEVU, EDWARDS, KOLOTO e SHARMA, 1996).

3) A Diversidade Algorítmica

É importante que os professores apresentem uma variedade de algoritmos utilizados pelos alunos, que estão em concordância com o contexto REMATEC, Natal (RN) Ano 7, n.11/ Jul-Dez, 2012

sociocultural no qual foram elaborados, conectando-os com aqueles utilizados na matemática acadêmica (ROSA e OREY, 2007). Nessa perspectiva, os alunos pertencentes a um determinado grupo cultural precisam explorar as suas próprias etnomatemáticas, bem como desenvolver uma compreensão de como outras práticas matemáticas são geradas, difundidas e institucionalizadas (ABRAHAN e BIBBY, 1988; ROSA e OREY, 2006). Esse aspecto permite que os alunos desenvolvam a capacidade de refletir criticamente sobre como o conhecimento matemático se desenvolve por meio do contato com outras manifestações culturais dessa ciência.

Influências Relacionadas com o Trabalho Pedagógico

É importante ressaltar que o trabalho pedagógico direcionado na perspectiva etnomatemática permite uma análise abrangente do contexto escolar, pois “as práticas pedagógicas transcendem o espaço físico [da escola] e passam a acolher os *saberes* e *fazer*es presentes em todo o contexto sociocultural dos alunos” (CHIEUS, 2004, p. 186).

Dessa maneira, a convergência da matemática com a abordagem pedagógica em sala de aula envolve a utilização de um modelo pedagógico, que tem como características:

- A conexão do entendimento das ideias matemáticas presentes no cotidiano dos alunos com a matemática acadêmica por meio de múltiplas representações como, por exemplo, a verbal, a numérica, a gráfica e a simbólica.
- A conexão dos conceitos matemáticos com as ideias matemáticas, que fazem parte do repertório do conhecimento prévio dos alunos.
- A utilização de ações pedagógicas como, por exemplo, a experimentação, a investigação, a simulação, a problematização, a resolução de problemas e a modelagem.

No entanto, para que essa abordagem seja implantada e implementada, existe a necessidade de contextualizarmos a matemática por meio de atividades nas quais o conteúdo matemático se relacione com as experiências que os alunos vivenciam no cotidiano. A perspectiva etnomatemática é uma metodologia adequada para realizar essas conexões (SHIRLEY, 2001). Por exemplo, Duarte (2004) investigou as especificidades das práticas matemáticas desenvolvidas nos canteiros de obras. Por meio dos resultados obtidos nesse estudo, foi proposta uma reflexão sobre os saberes matemáticos encontrados nessa classe de trabalhadores e os saberes legitimados pela matemática acadêmica para determinar as implicações pedagógicas, que podem ser inferidas na produção desse conhecimento matemático.

Influências Relacionadas com Contextos Culturais

Os fatores que influenciam o ensino e aprendizagem da matemática, que estão relacionados com os contextos culturais são:

1) Historicidade e Evolução

Torna-se necessário inserir uma ação pedagógica curricular que utiliza a perspectiva etnomatemática para que os alunos possam perceber como outras culturas influenciaram o desenvolvimento e a evolução da matemática acadêmica e como, no decorrer da história, a matemática acadêmica foi marginalizando outras maneiras do pensar matemático (ROSA e OREY, 2006). Assim, o foco do programa etnomatemática tem ênfase no desenvolvimento da habilidade e da competência dos alunos por meio do estudo das ideias, procedimentos e práticas matemáticas, que são extraídas do próprio contexto cultural, que podem ser conectadas com a evolução histórica dos conceitos matemáticos (ROSA, 2010).

2) Contribuições Culturais

A perspectiva etnomatemática também enfatiza a importância da comunidade para a escola buscando conectar a matemática escolar com o contexto da comunidade por meio de contribuições culturais que são oferecidas por essas comunidades (MOLL e GREENBERG, 1990). Nesse sentido, é na própria comunidade que a escola, em seu trabalho pedagógico, pode encontrar os elementos didáticos que são necessários para o desenvolvimento curricular do conteúdo matemático (DAMAZIO, 2004).

Assim, é de suma importância que os alunos consigam relacionar as práticas matemáticas, presentes no cotidiano da comunidade, com a matemática presente no sistema escolar. Nessa abordagem, eles podem desenvolver uma apreciação sobre as técnicas matemáticas utilizadas na resolução de situações-problema de acordo com os próprios sistemas de valores para que possam comparar matematicamente os conceitos adquiridos no grupo cultural no qual estão inseridos com a versão da matemática apresentada nos currículos escolares (ROSA e OREY, 2006).

3) Aplicações Contextualizadas

As atividades curriculares baseadas nas aplicações da matemática são aquelas que utilizam as técnicas matemáticas que são necessárias para a resolução de problemas relacionados com a matemática acadêmica. Por outro lado, existem as técnicas utilizadas para a resolução de situações-problema que são originadas fora do ambiente escolar, isto é, no contexto sociocultural da comunidade escolar (ROSA, 2000). Existe a necessidade de que os alunos tenham contato com os aspectos socioculturais da matemática por meio de atividades matemático-pedagógicas interdisciplinares, possibilitando-lhes o conhecimento das contribuições de outras sociedades e culturas para o desenvolvimento da matemática (ROSA e OREY, 2006).

A Etnomatemática como Ação Pedagógica para o Currículo Matemático

A linha investigatória da etnomatemática como uma ação pedagógica curricular propõe uma abordagem que investiga as concepções, tradições e práticas matemáticas desenvolvidas pelos membros de um determinado grupo cultural, possuindo a intenção de incorporá-las ao currículo matemático como conhecimento acadêmico (KNIJNIK, 2001; ROSA e OREY, 2006). De acordo com essa concepção, a etnomatemática é um programa que investiga as maneiras pelas quais os membros dos grupos culturais compreendem, articulam e utilizam as ideias, os procedimentos e as práticas matemáticas que podem ser identificadas como etnomatemáticas (BARTON, 1996).

Uma das principais características da ação pedagógica desse programa é a mediação entre o conhecimento matemático desenvolvido pelos membros dos grupos culturais e o conhecimento matemático acadêmico. Assim, nesse dinamismo cultural, os membros desses grupos identificam e decodificam o conhecimento matemático que adquiriram, acumularam e transmitiram, tendo contato com o conhecimento matemático acadêmico ao estabelecer relações e comparações entre esses conhecimentos (KNIJNIK, 2001; ROSA, 2000; ROSA e OREY, 2003). Por exemplo, os resultados positivos da implantação e implementação de atividades matemáticas curriculares elaboradas de acordo com os padrões geométricos encontrados nos cabelos de alunos negros nos Estados Unidos (EGLASH, 2002) revelam que essa abordagem pedagógica é um veículo importante para a valorização cultural desse grupo sociocultural, pois esse estilo de cabelo possui raízes nas sociedades nativas africanas, sendo parte integrante do cotidiano das comunidades contemporâneas afro-norte-americanas (ROSA e OREY, 2006). Nessa perspectiva, por meio dessa prática matemática sociocultural, os alunos podem perceber como a análise geométrica pode ser utilizada para mostrar as conexões entre o passado e o presente, e também, como o conhecimento matemático pode ser entendido com parte integrante e fundamental de uma determinada cultura.

O programa etnomatemática também enfatiza a importância da comunidade para a escola, pois procura vincular a matemática acadêmica com o contexto cultural comunitário. Nesse sentido, é necessário que o currículo matemático seja utilizado como uma ferramenta pedagógica para defender, valorizar e divulgar os saberes matemáticos populares das comunidades que interagem no contexto escolar (MONTEIRO e NACARATO, 2004). Em nosso ponto de vista, essa perspectiva fornece o equilíbrio necessário ao currículo escolar, pois ao inserirmos os componentes socioculturais das práticas matemáticas no currículo matemático, podemos conceber a etnomatemática como um programa baseado em um paradigma que visa a humanização da matemática por meio de uma abordagem contextualizada desse currículo. Concordamos com D'Ambrosio (2000), que afirma que nessa abordagem, a proposta pedagógica do currículo matemático, na perspectiva da etnomatemática, a matemática é entendida como um disciplina direcionada para

o trabalho com situações reais, no tempo e no espaço, por meio de análises reflexivas e questionamentos críticos sobre os fenômenos enfrentados em nosso cotidiano.

Compartilhamos com Rios (2000) o ponto de vista de que a etnomatemática cria uma ponte entre a matemática acadêmica e as ideias, entre procedimentos e práticas que são elaborados por indivíduos pertencentes a diferentes grupos culturais. Porém, a perspectiva mais importante do programa etnomatemática é alertar os pesquisadores, educadores e professores sobre quais aspectos socioculturais podem ser considerados e trabalhados em sala de aula. Contudo, é primordial a realização de um trabalho de campo, do tipo etnográfico, para que possamos entender quais ideias, procedimentos ou práticas matemáticas, presentes nas comunidades, podem ser considerados como objetos de estudos pedagógicos.

Diante desses pressupostos, entendemos que a abordagem que delineará a ação pedagógica proposta para o programa etnomatemática está relacionada com os sistemas de conhecimento que estão profundamente interligados com o cotidiano dos grupos culturais (EGLASH, 2002). Esses sistemas podem ser matematizados e traduzidos para a matemática acadêmica, pois matematizar os aspectos matemáticos socioculturais desenvolvidos pelos membros de determinados grupos culturais significa utilizarmos a perspectiva etnomatemática no currículo escolar.

Por exemplo, a utilização de técnicas matematizadoras e o seu encontro natural com a etnomatemática foi verificado por um grupo de alunos participando de um curso de especialização, que procurou compreender, entender e saber qual era o conhecimento matemático utilizado pelo seu Joaquim, em Ijuí, no Rio Grande do Sul, que produzia vinhos e construía as próprias pipas, utilizando ideias, procedimentos e práticas matemáticas transmitidos por seus ancestrais (BASSANEZI, 2002). Em outro estudo, Rios (2000) também procurou entender e compreender o processo mental de idealização de ponchos (vestimenta utilizada como abrigo ou sobretudo) e *aguayos* (vestimenta utilizada como mantilha), que são confeccionados pelas camponesas bolivianas. Por meio dessa investigação, foi possível descrever práticas matematizadoras utilizadas na confecção desse tipo de vestimentas. Durante esse trabalho, as camponesas estão constantemente avaliando e analisando os resultados obtidos, alterando-os, caso o modelo mental idealizado não esteja de acordo com as representações mentais previamente concebidas (ROSA e OREY, 2006).

Esses dois estudos revelam que a matematização de práticas socioculturais podem ser consideradas como sendo representações da própria realidade, geradas via inferências, com a utilização de representações mentais, pois:

Cada grupo cultural tem suas maneiras próprias de matematizar a realidade. No campo educacional não há como ignorar isso e não respeitar essas particularidades quando do ingresso [dos alunos] na escola. Todo o passado cultural do aluno deve ser respeitado, dando-lhe confiança em seu próprio conhecimento e dando-lhe também, uma certa dignidade cultural ao ver as suas origens sendo trabalhadas pelo professor. Isso irá estimular sua confiança, podendo ser um fator atenuante de atitudes negativas com relação à disciplina” (BASSANEZI, 2002, p. 207).

De acordo com esse contexto, Knijnik (1993) também utilizou uma abordagem etnomatemática para matematizar o conhecimento dos trabalhadores do MST para estimar áreas de terras e calcular o volume de troncos de árvores. Nesse processo, denominado de cubação, foi possível traduzir esse conhecimento para a linguagem matemática, demonstrando o valor desse conhecimento e a sua utilização para a prática pedagógica em sala de aula. Nessa linha de estudo, Gerdes (1993) matematizou os desenhos de areia Sona, elaborados pelos nativos de Angola e Zâmbia, legitimando e valorizando e reconhecendo essa prática sociocultural, traduzindo esses conhecimentos para o currículo matemático escolar com a utilização dos conhecimentos da matemática acadêmica.

Essas investigações demonstram que a proposta da etnomatemática como ação pedagógica para o ensino e aprendizagem da matemática pode ser interpretada como “uma metodologia que permite reconhecer e apresentar a matemática presente no dia a dia dos alunos em situações didáticas motivadoras” (MONTEIRO, OREY e DOMITE, 2004, p. 13). Nesse sentido, concordamos com Ferreira (2004) que afirma que a matemática é um componente sociocultural importante para o desenvolvimento das estruturas do conhecimento humano, que necessita de uma abordagem pedagógica adequada para atingir os objetivos propostos por esse programa.

Considerações Finais

Lidar com a diversidade nas salas de aula é um dos grandes desafios para o sistema educacional no século XXI. Contudo, é possível alcançarmos o sucesso acadêmico dos alunos se reconhecermos que as experiências de aprendizagem que possuem são influenciadas pelos aspectos socioculturais da comunidade na qual estão inseridos (LADSON-BILLINGS, 1995). Outro aspecto importante é termos consciência da existência de uma dissonância entre o conhecimento prévio que os alunos trazem para a escola com o conhecimento divulgado nos meios acadêmicos. Então, para que possamos ensinar os conteúdos matemáticos de uma maneira efetiva, precisamos entender que o aprendizado dos alunos depende das conexões efetuadas com o conhecimento prévio que trazem para o sistema escolar, pois o ensino é uma atividade inerente ao ambiente sociocultural da comunidade na qual os alunos interagem.

É importante que uma prática pedagógica eficiente esteja enraizada nas rotinas, tradições, nas crenças, expectativas e, também, nos valores dos alunos, professores, administradores, pais e comunidade escolar. Assim, existe a necessidade de que a inclusão da cultura e do conhecimento matemático cotidiano no currículo escolar considere as hipóteses que são levantadas pela escola para a adoção de melhores práticas de ensino, programas, metodologias e pedagogias para o ensino e aprendizagem da matemática, para que possamos entender a influência de determinados fatores socioculturais no ensino e aprendizagem da matemática (D'AMBROSIO, 1991). Nesse contexto, a etnomatemática proporciona aos alunos uma ação pedagógica que procura conectar as práticas matemáticas originadas em contextos socioculturais diversos com aquelas proporcionadas pela aquisição dos conhecimentos da matemática acadêmica.

Para finalizar, em nosso ponto de vista, uma ação pedagógica na perspectiva etnomatemática, auxiliará os professores a valorizarem a diversidade cultural, presentes nas salas de aula de matemática, direcionando os alunos ao entendimento e à compreensão da influência que a cultura exerce sobre a matemática e como esta influência resulta nas diferentes maneiras pelas quais as ideias, os procedimentos e as práticas matemáticas são comunicados, transmitidos, difundidos e utilizados nos contextos escolar e cotidiano.

Referências

ABRAHAM, J; BIBY, N. Mathematics education and society: ethnomathematics and a public educator curriculum. **For the Learning of Mathematics**. v. 8, n. 2, p. 2-11, 1988.

AICHELE, D.; DOWNING, C. **Increasing the participation of Native American in higher mathematics**. Projeto financiado pela agência governamental americana National Science Foundation, 1985.

BANDEIRA, F. A. Etnomatemática dos horticultores de Gramorezinho: o caso do par de cinco. In Morey, B. B. (Ed.). Etnomatemática e Práticas Profissionais. **Coleção Introdução à Etnomatemática**, volume 3. Natal, RN: UFRN, 2004. pp. 1-50.

BARTON, B. **Ethnomathematics**: exploring cultural diversity in mathematics. Dissertação de Doutorado não publicada. University of Auckland, Auckland, New Zealand, 1996.

BASSANEZI, R. C. **Ensino-aprendizagem com modelagem matemática**. São Paulo, SP: Contexto, 2002.

BANKS, J. A. **Multicultural education**: issues and perspectives. Boston, MA: Allyn & Bacon, 1989.

BEGG, A., BAKALEVU, S., EDWARDS, R., KOLOTO, A.; SHARMA, S. Mathematics and culture in Oceania. Paper presented to the working group on Mathematics and Culture at the International Congress on Mathematics Education. Seville, Spain: **ICME-8**, 1996.

BISHOP, A. **Mathematical enculturation**: a cultural perspective on mathematics education. Dordrecht, Netherlands: Kluwer, 1991.

BOALER, J. The role of contexts in the mathematics classroom: do they make mathematics more real? **For the Learning of Mathematics**, v. 13, n. 2, p. 12-17, 1993.

BORBA, M. C. Ethnomathematics and education. **For the Learning of Mathematics**, v. 10, n. 1, p. 39-43, 1990.

BRASIL. **Parâmetros curriculares nacionais**: matemática. Brasília: MEC-SEF, 1997.

BRENNER, M. E. Adding cognition to the formula for culturally relevant instruction in mathematics. **Anthropology and Education Quarterly**, v. 29, p. 214-244, 1998.

CARRAHER, T. N.; CARRAHER, D. W.; SCHLIEMANN, A. D. Na vida dez, na escola zero: os contextos culturais da educação matemática. **Cadernos de Pesquisa**, v. 42, p. 79-86, 1982.

CHIEUS, J. G. (2004). Etnomatemática: reflexões sobre a prática docente. In: RIBEIRO, J. P. M.; DOMITE, M. C. S.; FERREIRA, R. (Orgs.). **Etnomatemática**: Papel, valor e significado. São Paulo, SP: Zouk, 2004. pp. 185-202.

DAMAZIO, A. Especificidades conceituais de matemática da atividade extrativa do carvão. In MOREY, B. B. (Ed.). **Coleção Introdução à Etnomatemática**. Natal, RN: UFRN, Volume 1, 2004.

D'AMBROSIO, U. **Etnomatemática**. São Paulo, SP: Editora Ática, 1990.

D'AMBROSIO, U. Ethnomathematics and its place in the history and pedagogy of mathematics. In M. HARRIS (Ed.), **Schools, mathematics and work**. New York, NY: Academic Press, 1991. pp. 15-25.

D'AMBROSIO, U. Etnomatemática: um Programa. **A Educação Matemática em Revista**, v.1, n. 1, p. 5-11, 1993.

D'AMBROSIO, U. **Transdisciplinaridade**. São Paulo, SP: Editora Palas Athena, 1997.

D'AMBROSIO, U. Etnomatemática e modelagem. In. Domite, M. C. (Ed.). **Anais do Primeiro Congresso Brasileiro de Etnomatemática – CBEm-1**. São Paulo, SP: FE-USP, 2000. pp. 142.

DELPIT, L. **Other people's children:** cultural conflicts in classrooms. New York, NY: The Press, 1995.

DEWEY, J. **Democracy and education.** New York, NY: Macmillan, 1916.

DUARTE, C. G. Implicações curriculares a partir de um olhar sobre o “mundo da construção civil. In KNIJNIK, G.; WANDERER, F.; OLIVEIRA, C. J. (Eds.). **Etnomatemática:** currículo e formação de professores. Santa Cruz do Sul, RS: EDUNISC, 2004. pp. 183-202.

EGLASH, R. Computation, complexity and coding in Native American knowledge systems. In: HANKS, J. E., FAST, G. R. (Eds.). **Changing the faces of mathematics:** perspectives on indigenous people of North America. Reston, VA: NCTM, 2002. pp. 251-262.

FASHEH, M. Is math in classroom neutral or dead? A view from Palestine. **For the Learning of Mathematics**, v. 17, n. 20, p. 24-27, 1997.

FERREIRA, E. S. Os índios Waimiri-Atroari e a etnomatemática. In: KNIJNIK, G.; WANDERER, F.; OLIVEIRA, C. J. (Orgs.). **Etnomatemática:** currículo e formação de professores. Santa Cruz, RS: EDUNISC, 2004. pp. 70-88.

FLEMMING, D. M.; LUZ, E.; E COLLAÇO DE MELLO, A. C. **Tendências em educação matemática.** Palhoça, RS: UnisulVirtual, 2005.

FORDHAM, S. Racelessness a factor in Black's student's school success: pragmatic strategy or Pyrrhic victory? **Harvard Educational Review**, v. 58, p. 54-84, 1988.

FREIRE, P. **Pedagogy of freedom:** ethics, democracy, and civic courage. New York, NY: Rowman and Littlefield Publishers, 1998.

FREIRE, P. **Pedagogy of the oppressed.** New York, NY: Continuum, 2000.

GERDES, P. Exploring Angolan sand drawings (sona): stimulating cultural awareness in mathematics teachers. **Radical Teacher**, v. 43, p. 18-24, 1993.

GIONGO, I. M. Etnomatemática e práticas da produção de calçados. In Knijnik, G.; Wanderer, F.; Oliveira, C. J. (Eds.). **Etnomatemática:** currículo e formação de professores. Santa Cruz do Sul, RS: EDUNISC, 2004. pp. 203-218.

GORDON E. W. Coping with communicentric bias in knowledge production in the social sciences. **Educational Researcher**, v. 19, p. 19, 1990.

JAPIASSU, H.; MARCONDES, D. **Dicionário básico de filosofia.** Rio de Janeiro, RJ: Zahar, 1995.

JENNINGS, T. Social justice in the elementary classroom. **Social Studies and the Young Learner**, v. 7, n. 1, p. 4-6, 1994.

KNIJNIK, G. O saber popular e o saber acadêmico na luta pela terra. **A Educação Matemática em Revista**, v. 1, n. 1, p. 28-42, 1993.

KNIJNIK, G. **Exclusão e resistência**: educação matemática e legitimidade cultural. Porto Alegre, RS: Artes Médicas, 1996.

KNIJNIK, G. Educação matemática, exclusão social e política do conhecimento. **BOLEMA**, v. 14, n. 16, p. 12-28, 2001.

LADSON-BILLINGS, G. (1995). **Making mathematics meaningful in multicultural contexts**. Cambridge, MA: Cambridge University Press.

LAVE, J. **Cognition in practice**: mind, mathematics, and culture in everyday life. Cambridge, MA: Cambridge University Press, 1988.

LIPKA, J., ILUTSIK, E. Negotiated Change: Yup'ik: perspectives on indigenous schooling. **Bilingual Research Journal**, v. 19, p. 195–207, 1995.

LIPKA, J., WILDFEUER, S., WAHLBERG, N., GEORGE, M., EZRAN, D. R. Elastic geometry and storyknifing: a Yup'ik Eskimo example. **Teaching Children Mathematics**, v. 7, n. 6, p. 337-343, 2001.

LUCENA, I. C. R. Novos Portos a navegar: por uma educação etnomatemática. In MOREY, B. B. (Ed.). *Etnomatemática e práticas profissionais*. **Coleção Introdução à Etnomatemática**, volume 3. Natal, RN: UFRN, 2004. pp. 51-81.

MAIER, E. Folk mathematics. In HARRIS M. (Ed.). **School, mathematics and work**. Basingstoke, London: The Falmer Press, 1991.

MELLIN-OLSEN, S. **The politics of mathematics education**. Dordrecht, Netherlands: D. Reidel Publishing Company, 1987.

MOLL, L. C., GREENBERG, J. B. Creating zones of possibilities: combining social contexts. In MOLL, L. C. (Ed.). **Vygotsky and education**: instructional implications and applications of sociohistorical psychology. Cambridge, MA: Cambridge University Press, 1990. pp. 319-348.

MONTEIRO, A.; NACARATO, A. M. Relações entre saber escolar e saber cotidiano: apropriações discursivas de futuros professores que ensinarão matemática. **BOLEMA**, v. 17, n. 22, p. 1-17, 2004.

MONTEIRO, A.; OREY, D. C.; DOMITE, M. C. Etnomatemática: papel, valor e significado. In J. P. M. RIBEIRO, M. C. S. DOMITE, R. FERREIRA (Eds.). **Etnomatemática: papel, valor e significado**. São Paulo, SP, Brazil: ZOUK. pp. 13-37.

MONTEIRO, A.; POMPEU JR., G. **A matemática e os temas transversais**. São Paulo, SP: Editora Moderna.

NCTM. **Curriculum and evaluation standards for school mathematics**. Reston, VA: National Council of Teachers of Mathematics, 1989.

NICKSON, M. The culture of the mathematics classroom: an unknown quantity? In LERMAN, S. (Ed.). **Cultural perspectives on the mathematics classrooms**. Dordrecht, Netherlands: Kluwer Academic, p. 7-35, 1994.

NIETO, S. **Affirming diversity**. New York, NY: Longman, 2000.

PINXTEN, R. Ethnomathematics and its practice. **For the Learning of Mathematics**, v. 14, n. 2, p. 23-25, 1994.

REYHNER, J.; DAVIDSON, D. M. **Improving mathematics and science instruction for LEP middle school and high school students through language**. Ted National Research Symposium on Limited English Proficient Student Issues. Focus on Middle and High School Issues. Department of Education, Office of Bilingual Education and Minority Languages Affairs, Washington, DC, 1992.

RIOS, D. P. (2000). Primeiro etnogeometria para seguir con etnomatemática. In DOMITE, M. C. (Ed.). **Anais do Primeiro Congresso Brasileiro de Etnomatemática** – CBEm-1. São Paulo, SP: FE-USP, 2000. pp. 367-375.

ROSA, M. **From reality to mathematical modeling**: a proposal for using ethnomathematical knowledge. Dissertação de mestrado não publicada. California State University, Sacramento. College of Education. Sacramento, CA: CSUS, 2000.

ROSA, M. Currículo e matemática: algumas considerações na perspectiva etnomatemática. **Plures Humanidades**, v. 6, n. 6, p. 81-96, 2005.

ROSA, M. **A mixed-methods study to understand the perceptions of high-school leaders about ELL students**: the case of mathematics. Tese de doutorado não publicada. California State University, Sacramento. College of Education. Sacramento, CA: CSUS, 2010.

ROSA, M.; OREY, D. C. Vinho e queijo: etnomatemática e modelagem! **BOLEMA**, v. 16, n. 20, p. 1-16, 2003.

ROSA, M.; OREY, D. C. Abordagens atuais do programa etnomatemática: delinendo-se um caminho para a ação pedagógica. **BOLEMA**, v. 19, n. 26, p. 19-48, 2006.

ROSA, M.; OREY, D. C. Cultural assertions and challenges towards pedagogical action of an ethnomathematics program. **For the Learning of Mathematics**, v. 27, n. 1, p. 10-16, 2007.

ROSA, M.; OREY, D. C. Ethnomodeling: a pedagogical action for uncovering ethnomathematical practices. **Journal of Mathematical Modelling and Application**, v. 1, n. 3, p. 58-67, 2010.

SCRIBNER, S. Pricing delivery tickets: school arithmetic in a practical setting. **The Quarterly Newsletter of the Laboratory of Comparative Human Cognition**, v. 6, n. 1, p. 19-25, 1984.

REMATEC, Natal (RN) Ano 7, n.11/ Jul-Dez, 2012

SHIRLEY, L. Ethnomathematics: a fundamental of instructional methodology. **ZDM**, v. 33, n. 3, p. 85-87, 2001.

SKOVSMOSE, O. **Student's foreground and the politics of learning obstacles**. Centre for Research Learning Mathematics. Danish University of Education. Roskilde University Centre. Aalborg University. Publication n.35, 2002.

SPRING, J. **Deculturalization and the struggle for equity**. New York, NY: McGraw-Hill, 1997.

WALKERDINE, V. **The mastery of reason**: cognitive developments and the production of rationality. New York, NY: Routledge, 1988.

WESTHEIMER, J.; J. KAHNE. Education for action: preparing youth for participatory democracy. In AYERS, W.; HUNT, J. A.; QUINN, T. (Eds.). **Teaching for Social Justice**. New York, NY: The New Press, 1998. pp. 1-20.

ZIMMERMAN, G. ***It all adds up***: connecting math homework to the community: math problems rotted in neighborhood life ease the homework burden for students, parents, and teachers. The Responsive Classroom Newsletter, v. 18, n. 6, 2006. Disponível em http://www.responsiveclassroom.org/newsletter/18_3NL_3.asp.

Milton Rosa

Universidade Federal de Ouro Preto – UFOP – Brasil

E-mail: milton@cead.ufop.br

Daniel Orey

Universidade Federal de Ouro Preto – UFOP – Brasil

E-mail: oreydc@cead.ufop.br

PRÁTICAS SOCIAIS DA REGRA DE TRÊS E A PROPORCIONALIDADE

SOCIAL PRACTICES OF THE RULE OF THREE AND THE PROPORTIONALITY

Renato Borges Guerra
Denivaldo Pantoja da Silva
Universidade Federal do Pará-UFPA-Brasil

Resumo

Neste trabalho tratamos de uma pesquisa inicial que busca compreender a convivência de diferentes práticas da regra de três na escola básica brasileira, ora em relação com a proporcionalidade, ora como prática inquestionável. Para enfrentar essa problemática, iniciamos nossa investigação sob a luz da história e da epistemologia das práticas sociais da regra de três instituídas na sociedade em análises sustentadas pelas noções de Transposição Didática Institucional e de Etnocomunidades. Resultados preliminares apontam que as práticas transpostas em consonâncias com as condições normativas das atividades em que se insere e como tal, a proporcionalidade é inerente, assumida, ou até verificada, em acordo com atividades de grupos sociais.

Palavras-chave: Práticas Sociais, Regra de Três, Proporcionalidade, Etnocomunidades.

Abstract

In this paper we deal with some initial research that seeks to understand the coexistence of different practices of the rule of three in Brazilian elementary school, sometimes in relation to proportionality, sometimes as unquestioned practice. To address this problem, we began our investigation in the light of history and epistemology of social practices of three rule set up in society through analyzes supported by notions of Didactic Transposition Institutional and Ethnocomunities. Preliminary results indicate that the practices implemented in consonance with the normative conditions of the activities in which they operate and as such, proportionality is inherent, assumed, or even verified in accordance with activities of social groups.

Keywords: Social Practices, Rule of Three, Proportionality, Ethnocomunities

Introdução

As práticas da regra de três no ensino fundamental maior é predominantemente mecânica e pontual e se caracteriza em determinar o valor de um elemento desconhecido a partir dos valores de uma série de grandezas,

sem clareza objetiva da proporcionalidade de tal modo que o procedimento não explicaria a natureza das relações envolvidas ou o modelo matemático em jogo na resolução de problemas que envolvem proporções (CARRAHER; CARRAHER; SCHLIEMANN, 1986a, p. 96).

Esse fazer pontual e mecânico da regra de três, presente na escola, nos livros didáticos e nas práticas docentes tem despertado interesse de pesquisadores matemáticos como de dois matemáticos brasileiros que em artigos dedicado ao tema fazem recomendações para o seu ensino. O primeiro é Ávila (1986) que sugere a abolição do nome “regra de três” alertando que os livros de matemática usados nos Estados Unidos não incorrem no arcaísmo das abordagens presentes nos livros brasileiros. Para ele, é preciso que se saiba de antemão que as variáveis do problema sejam, duas a duas, diretamente ou inversamente, proporcionais para em seguida por em equação.

O segundo é Lima (1986, p. 21) que corrobora com Ávila (1986) que a questão crucial se situa na definição precisa de grandezas proporcionais, destoando deste quanto aos empregos direto de equações e destacando que

é preciso identificar, por um critério simples, a proporcionalidade (direta para algumas grandezas, inversa para outras) e deve-se ressaltar enfaticamente que a regra de três, proveniente da proporção $y_1/x_1 = y_2/x_2$, só pode ser legitimamente empregada quando se tem uma proporcionalidade (LIMA, 2001 p. 09).

Em nosso olhar ingênuo, parece que Ávila e Lima apontam para a existência de diferentes práticas da regra de três com uso explícito ou implícito da proporcionalidade como fundamento e buscam suprimir o fazer ritual frequente da escola, o de aplicação a determinados tipos de problemas com jeitos próprios de fazer e pensar, mecânico e pontual, que não contribuiria para a aprendizagem da proporcionalidade cuja noção permitiria estabelecer relações entre grandezas e estruturar conceitos matemáticos e ainda construções de modelos matemáticos para situações reais.

Esse conflito entre as práticas da regra, como pregado pela matemática e das práticas escolares, nos leva a questões do tipo: *A proporcionalidade deve ser tomada de antemão como propõe Ávila? Deve-se verificar ou descobrir a proporcionalidade existente entre as grandezas para então aplicar a regra de três como defende Lima? Há ou não necessidade de justificar a prática da regra de três por meio da proporcionalidade no ensino básico?*

Este último questionamento se torna pertinente quando nos damos conta que diferentes práticas da regra de três convivem na escola em diferentes posições do currículo escolar, em seus modos de fazer, ora como problemas multiplicativos (VERGNAUD, 2009; 2011), ora como de proporcionalidade, ora por meio de problemas anunciados como de regra de três ou ainda como relação funcional entre grandezas, com ou sem fórmulas, e, sobretudo, como método da “redução a unidade” presentes em atividades da escola em outras

REMATEC, Natal (RN) Ano 7, n.11/ Jul-Dez, 2012

disciplinas, como a química e a física, e em outras atividades, como a geologia, engenharia, etc, que extrapolam o muro da escola.

Essas práticas em seu habitat escolar que se revelam em diferentes nichos nos levam a questão; qual é a razão de ser do ensino da regra de três na escola? Se for como prática matemática da proporcionalidade, só há sentido o ensino desde que seja fundamentada nesse princípio, mas como prática social participe de atividades humanas socialmente instituídas, a necessidade da proporcionalidade, enquanto objeto único da matemática, parece ser questionável, pois se assumirmos o entendimento de Miguel e Mendes (2010) sobre as práticas sociais no tratamento de mobilização de histórias e sua inclusão na matemática escolar,

[...] o termo *prática social* significa um grupo de ações intencionais e coordenadas, que simultaneamente mobiliza objetos culturais, memória, afetos, valores e poderes, gerando na pessoa que realiza tais ações o sentimento de pertencimento a uma determinada comunidade. Estas ações não são caóticas ou casuais precisamente porque nós reconhecemos nelas objetos culturais que têm uma história. Esta história só é lembrada por causa dos objetos culturais que esta prática mobiliza e ainda são usados em pelo menos por uma comunidade que mantém esta memória viva por alguma razão. (MIGUEL e MENDES, 2010 p. 383).

Nesse sentido, então, o ensino de diferentes práticas da regra de três não seria casual porque nele se reconheceria objetos culturais que teriam uma história que revelaria a regra de três, por exemplo, como ferramenta útil para o enfrentamento de problemas que se tornaram rotineiros e tradicionais no dia a dia, ou ainda, como participe da história da construção do conhecimento matemático e científico e também do ensino da matemática, como o passar da aritmética à álgebra (GÓMEZ, 2006; BOLEA, 2003).

Além disso, fica clara, sobretudo, que a preocupação de Ávila e Lima não está restrita a necessidade da tomada de consciência do princípio da proporcionalidade como fundamento matemático da regra de três. Ela também envolve a atividade matemática, do fazer justificado sob as condições normativas da matemática, particularmente quando Lima (2001) chama atenção para a necessidade de verificar a existência de proporcionalidade entre as grandezas para só então usar a equação, e mais ainda quando Ávila (1986) propõe a substituição do ensino da regra de três por práticas da proporcionalidade por meio de equações a partir de relações entre números, que eliminaria o desconforto de tratar de relações entre grandezas, como se fazem presentes nas tarefas escolares da regra de três. Para ele os problemas de regra de três podem ser ensinados no contexto algébrico de resolução de equações. Seria até mais próprio que falássemos em *variáveis proporcionais* ao invés de *grandezas proporcionais* (ÁVILA, 1986 p. 2).

Condição normativa da matemática, como a que exige a fundamentação da regra pela proporcionalidade, ou mais radicalmente sua abolição do currículo, decorreria do

cenário que sustenta de modo absolutista e dominante a existência de objetos matemáticos únicos, em que a esfera de produção matemática chega a assumir, especialmente por meio da escola e da transposição didática, uma função muito mais ampla que o da produção *stricto sensu*. Função realizada de modo mais, ou menos, indiretamente e que decorre do poder epistemológico ou cultural adquirido, da posse, da gestão, de *assumir o conjunto das práticas sociais (e das instituições que as albergam) em que esse saber se põe em jogo*. (CHEVALLARD, 2005 p. 181).

Esse cenário ignoraria condições normativas de outras atividades também da escola com *práticas com matemática* que ora ignoram as proporcionalidades, ora as osculam, no sentido em que a proporcionalidade é assumida e nunca verificada nas atividades, ou seja, no sentido de que pode ser assumida ou não nas ações pelos sujeitos em situações em diferentes atividades.

Em nosso entendimento, a preocupação de Ávila e Lima, como também dos matemáticos Islâmicos, em fundamentar as regras usadas nas matemáticas aplicadas sobre as teorias gregas (YOUSCHKEVITCH, 1976, apud GÓMEZ, 2006) atende o desejo de grupo cultural diverso que busca dar sentido a uma prática também de interesse para suas atividades, e aí ocorreria

uma desconexão de sua condição normativa original e começa a ser moldada de acordo com a condição normativa da nova atividade em qual elas já estão formadas, de forma idiossincrática... Neste caso, poderes, valores, e os afetos mobilizados por aquelas práticas em certo campo de atividade também podem ser consideravelmente modificadas (MIGUEL e MENDES, 2010, p. 384).

De outro modo, a prática matemática da regra de três, fundamentada no princípio da proporcionalidade, pode ser vista como uma transposição de práticas de outros grupos sociais sob as condições normativas da matemática.

Sob esse pensar, nosso olhar se distancia, mas sem perder de vista, da regra de três como método de resolução de problemas de proporcionalidade e se aproxima da prática que foi se conformando em diferentes atividades humanas, por diferentes modos de difusão da regra sob os aspectos normativos de diferentes atividades humanas, inclusive as do ensino escolar.

Postulamos que tal forma de olhar pode nos levar a construir uma compreensão sobre as diferentes práticas dos professores de matemática no ensino da regra de três, com uso explícito ou não do princípio da proporcionalidade, e nos permita de algum modo o olhar diferenciado, não excludente, para o “fazer pontual e mecânico” de seu ensino.

As Práticas Sociais da Regra de Três

Para defendermos nossa compreensão recorremos à rede de relações complexas da difusão das práticas da regra de três como processos de transposições didáticas institucionais (CHEVALLARD, 2001) que parte do princípio de que os seres humanos para agirem se reúnem em grupos - as instituições - que impõem certo modo de fazer e pensar próprios que conformam as práticas, no desenvolvimento de suas atividades. Assumimos essas práticas institucionais no sentido das práticas de etnocomunidades no sentido que caracteriza, mas não define, a identidade da comunidade, a qual constitui e muda ao longo de seu processo histórico de inclusão numa determinada atividade, e, por sua vez, que também muda devido às ações desta comunidade (MIGUEL e MENDES, 2010, p. 391). Esse pensar emerge na compreensão de que as práticas partícipes de diferentes atividades humanas podem no percurso de uso e difusão ir ganhando novas transposições, pois

a maneira pela qual nós interpretamos e realizamos em diferentes contextos, varia de pessoa para pessoa, não somente em seus propósitos, valores, razões, desejos e recursos interpretativos, *mas também no condicionamento destes contextos impostos sobre a realização dessas práticas* (MIGUEL e MENDES, 2010, p.383, *grifo nosso*).

As práticas da regra de três se conformariam, portanto, pelos contextos, sob as condições normativas de atividades de grupos sociais, mais precisamente, nas práticas com matemática, condicionadas a normas de outras atividades, inclusive da escola, com seus jeitos próprios de fazer e pensar, não congruentes com as normas da comunidade matemática, mas também de outras atividades, inclusive da escola com seus jeitos próprios de fazer e pensar.

Assim a regra de três como prática com significado em suas participações nas atividades humanas (LAVE e WENGER, 1991) é, em consequência, uma prática com matemática, no sentido do sujeito que mobiliza objetos e relações convencionais da matemática para consecução de fins da atividade em que está inserida, com jeitos de fazer e pensar próprios que conformam a prática, onde as proporcionalidades, por exemplo, poderiam ser antes regra de três com um modo instituído de fazer e ensinar que não caberia aos sujeitos “descobrirem” tal relação para por em equação.

Nesse caminhar, movimentamos a história, sem preocupações cronológicas para apontar a regra como práticas sociais que se fazem presentes nas escolas por terem histórias que são lembradas por conta das mobilizações dos objetos culturais em acordo com as convenções sociais do ensino da matemática, sobretudo, segundo a história em seus contextos, afetos, valores e poderes que signifiquem essas práticas.

Segundo Del Potro (2000; 2007), toda a produção aritmética ocidental dos séculos XIII, XIV e XV aparece intimamente ligada à revolução comercial como ferramenta de apoio imprescindível de atividades contábeis e fiscais.

Nesse sentido, de ferramenta imprescindível, Del Potro e LLave (2004) apontam que os ofícios de mercadores e artesãos necessitavam, além de ler e escrever, conhecer o manejo de operações matemáticas básicas, não no sentido teórico ou filosófico, mas de cunho utilitário, prático e profissional, como a forma de realizar as práticas inerentes as suas atividades.

Essas necessidades obrigaram os homens de negócio a criarem sua “educação profissional”, como as escolas de ábacos italianas, por exemplo, de onde surgiram livros como os *Tratados de Mercaderia* e os de *Práticas de Aritméticas*. Os primeiros, segundo Del Potro e LLave (2004), eram elaborados para facilitar a transmissão e conservação de conhecimentos restritos e imprescindíveis para o êxito dos negócios a partir das experiências vividas pelas organizações e, os segundos, de caráter mais geral, eram concebidos como textos escolares elaborados por mestres italianos para utilização em suas escolas, mas com orientação eminentemente utilitária por meio de problemas que refletiam situações concretas nas quais os mercadores poderiam ver-se envolvidos.

Nessas atividades, uma prática ganha importância e é caracterizada como a regra, a regra por excelência para a matemática comercial (SMITH, 1958; GARDING, 1981) e, por isso, não poderia faltar em nenhum livro de nenhum modo, uma seção correspondente a regra de três, pois como ressalta Brooks (1880), evocando Humfrey Baker (1562), a regra de três

é a principal é a mais excelente regra de toda a aritmética. Para todas as outras regras há necessidade dela, e ela perpassa por todas as outras, para cujos casos, é chamada pelos filósofos de regra de ouro; mas nestes últimos dias, está sendo chamada por nós como regra de três, porque é requerido três números na operação. (BROOKS, 1880 p. 330) ⁵. [tradução nossa].

Sob esses aspectos, as práticas da regra de três não eram privativas das atividades dos filósofos, mas integrantes de atividades humanas com matemática, cujas convenções de usos foram sendo construídas e consolidadas nas experiências vivenciadas em diferentes atividades humanas.

É importante então observarmos que a difusão da regra se dá em acordo com as atividades, em geral, por meio de tipos de problemáticas a elas associadas, como podemos depreender o longo e indispensável extrato a seguir.

Os tratados *abbacus* italianos introduziam a regra, tanto como o faz Jacopo (moeda contra a moeda) ou como fazem quase todos os escritos

⁵ "The rule of three is the chiefest, and the most protitable, and most excellent rule of all Arithmetike. For all other rules have neede of it, and it passeth all others; for the which cause, it is sayde the philosophers did name it the Grolden Rule; but now in these later days, it is called by us the Rule of Three, because it requireth three numbers in the operation." (BROOKS, 1880 p. 330).

em árabe, moeda contra a mercadoria (muitos deles tratam moeda contra moeda separadamente). A este respeito, todos os escritos Ibero-Provençal que eu conheço são diferentes, a introdução da regra é por meio de problemas não concretos de números puros dos tipos "Se 3 foram 4, o que poderia ser cinco?" E "se $41 / 2$ valem $72 / 3$, quanto $133/4$ vão valer a pena? ". [8] É, portanto, de algum interesse que o Castilian Libro de arismética Que es Dicho Alguarismo [9] (de 1393, mas cópia de um tratado anterior) apresente a regra por meio do tipo de problema de uma maneira diferente: "Se tanto vale tanto, quanto é tal valor?". Dois escritos mais tarde do tipo ábaco da área Ibero-Provençal, Francesc Santcliment da Summa de l'art d'aritmética de 1482 [ed. Malet, 1998: 163] e Compendion Francés Pellos é de l'abaco de 1492 [eds Lafont & Tournier 1967: 101-103], tem o título "regra de três" ("regla de tres", respectivamente "regulamentos de tres Causas"). Ambos, porém, referem-se depois para o tipo de pergunta "Se muito vale muito, quanto o tanto vale a pena?" - Santcliment explica que é assim que se fala em nostre vulgar, "em nosso vernáculo". O fraseado castelhano é, portanto, representativo de toda a região Ibero-Provençal. Exatamente a mesma frase é usada por al-Qurašī [ed., Trans. Rebstock 2001: 64] para descrever os tipos de problemas a serem tratados por regra de três, antes ele refere à regra (sobre base euclidiana). É provável que seja significativo que o primeiro exemplo de al-Qurašī (após a referência Euclidiana) seja em número puro (embora apenas como números em proporção) [10]. Possivelmente, há também uma associação com a maneira Persa (preIslâmica?) ∴ De acordo com A.S. Saidan (Mahdi Abdeljaouad, comunicação pessoal), alBaghdādī se refere à forma como lucros e perdas são calculadas pelas expressões persa dah yazidah, "dez (é) onze", e dah diyazidah, "dez (é) doze"[11]. (HOYRUP, 2007 pp 3-4)

Mais precisamente, o longo extrato aponta para práticas da regra de três transpostas por aspectos culturais das atividades em que os sujeitos se viam envolvidos, ou seja, as práticas da regra de três se faziam presentes em acordo com os contextos conformados pelas atividades que realizavam, tendo em conta, por exemplo, os tipos de problema, o locus, a linguagem ou a formação intelectual dos indivíduos. Assim,

no ponto de vista de que a prática, na passagem de um campo de atividade a outro, inevitavelmente desconecta-se das condições normativa originais, e ganha feições de acordo com as condições do novo campo de atividade em que ela foi mobilizada, em um caminho, idiossincrático igualitário. Assim, nós não poderíamos dizer por muito mais tempo, estrito senso, que estaríamos vivendo a mesma prática (MIGUEL e MENDES, 2010 p. 384)

Assim, as práticas eram usadas e difundidas em conformidade com as atividades, em transposições de modo a torná-las mais simples, rápida e confiável para diferentes usos, inclusive para o ensino, e pode nos fazer

compreender, de certo modo, seus modos de difusão até os dias atuais nos manuais aritméticos escolares como objetos eleitos para serem ensinados.

Sobre este foco Hoyrup (2007) nos dá subsídios que permitem apontar transposições da prática da regra de três que encaminham dois aspectos que se fazem presente em nossas questões. O primeiro é o de *regra*, como a de provável origem indiana em Vedāṅgajyoti, uma das fontes de cerca de 500 a.C, que prescreve *"O resultado conhecido é para ser multiplicado pela quantidade para a qual o resultado é querido, e dividido pela quantidade para a qual o resultado conhecido é dado"*, em que fica claro o entendimento padrão "primeiro a multiplicação e depois a divisão".

Sob esse entendimento, segundo Hoyrup (2007), a regra com a denominação regra de três, ganha outras formulações com a inclusão do termo *similar*, nos ábacos romanos, nos sânscritos Āryabhatāa, Mahavira e em Brahmagupta. Neste, em particular, ela foi referida, segundo Hoyrup (2007), bem antes de ter sido no ocidente, inclusive na região central islâmica, com a formulação em que *"Na regra de três, argumento, fruto, e requisição: o primeiro e último termos precisam ser similares. Requisição, multiplicado pelo fruto, e dividido pelo argumento, é o produzido"*.

Esse entendimento de "multiplicação seguido de divisão", com transposições marcadas pela inclusão do termo similar, ou outros que encaminham estes sentidos, tornaram-se padrão nos abacos italianos e se fizeram presentes inclusive em escritos árabes quando trataram das transações comerciais, mantendo o caráter utilitário, do fazer sem preocupações teóricas, para resolução de certos tipos de problemas como as de mercadores e artesãos como o seguinte constante do livro de Lacroix(1839).

Suponhamos em primeiro lugar que havendo conhecimento com inteira certeza que 13 varas de certa tela de linho custam 130 reais se nos perguntarem, *quantos reais custarão no mesmo preço, 18 varas da mesma tela?* (LACROIX, 1839 p. 280).

O entendimento é mantido na transposição dos estudiosos árabes e encaminha o segundo aspecto que encontra-se transposto nas escolas atuais como uma prática canônica; se dispõem os dados em colunas, uma para cada grandeza, e por breve análise decide-se se é direta ou inversa, com consciência ou não sobre a existência da proporcionalidade, e escreve-se a equação, como segue a seguir para o problema supracitado.

v	r
13	130
↓	↓
18	x

$$\frac{13}{18} = \frac{130}{x} \Rightarrow x = \frac{18 \times 130}{13} = 180$$

Esse modo de fazer, e pensar, das escolas atuais é uma transposição da prática dos árabes ou do como faz Lacroix (1839), quando apresenta o problema sob a condição da aplicação do princípio da proporcionalidade que exige que as razões entre quantidades de grandezas sejam de mesma natureza, aqui destacadas por superíndices v e r , para em seguida aplicar a propriedade fundamental “o produto dos meios é igual ao produto dos extremos” que culmina o modo de fazer e, como tal, é diferente, como podemos observar a seguir por meio do extrato da descrição feita por Lacroix.

Com efeito, havendo achado de ver na primeira que os valores das duas peças de tela de linho estarão em proporção com os números de varas que cada peça tenha, podemos formar a que segue:

$$13^v : 18^v :: 130^r : x^r,$$

Representando com a letra x ou outra qualquer das ultimas do alfabeto, o valor que buscamos das 18 varas, e como este valor seja uso dos extremos da proporção, vê-se facilmente que multiplicando entre si os dois meios 18 e 130, teremos o produto 2340; o qual, dividido pelo extremo conhecido 13, nos dará por quociente 180 que justamente é o outro extremo que desejávamos conhecer. (LACROIX, 1839 p. 288).

As transposições, embora fundamentadas em proporções previamente assumida, são claramente diferentes à medida que a segunda refere explicitamente a proporção pelo uso de sua propriedade fundamental, enquanto a primeira a dispensa recorrendo às equações.

Em ambas as transposições o papel do princípio da proporcionalidade é tornar o fazer inteligível e justificado, pois facilmente deriva a regra de três, independentemente de qual magnitude seja desconhecida, como desejado pelos matemáticos, mas não é só isso.

Podemos interpretar como uma resposta a necessidade do ensino, pois além de derivar a regra impõe uma nova organização dos dados que permitiria facilitar a aprendizagem, pois a regra até então

necessita possuir um espírito de que nem todos estão dotados; e por isso nossa regra, que não exige mais que o conhecimento das quantidades de uma mesma espécie para introduzir imediatamente a proporção, está mais ao alcance dos principiantes (VALLEJO, 1841, p.351).

Mais precisamente, a fundamentação com a proporcionalidade eliminaria a complexidade da transposição da regra de três conhecida como “redução a unidade”, e que é objeto de ensino nas séries iniciais, como faz Lacroix por meio da prática da aritmética comercial como segue.

Claro que será muito fácil determinar o verdadeiro preço de cada vara de tela de linho, achando o quociente 10 reais que resulta da divisão do valor total 130 reais pelas 13 varas que se supõem compradas

inicialmente, e já que sabemos este preço, se o multiplicarmos agora por 18, que é o numero de varas da segunda compra, nos resultará por produto 180 reais, verdadeiro valor que nos perguntavam (LACROIX, 1839 p. 280).

Mas, segundo Gómez (2006), a resistência a algebrização da regra de três e talvez, entre outros aspectos, ao medo da inovação e a realidade escolar que terminava os estudos com aritmética considerando os problemas de proporcionalidade como culminância em que se colocavam em jogo os números fracionários, as operações elementares, as proporções e a regra de três e em suas diferentes aplicações a situações da vida real, segundo Gómez (2006), começou

impor-se um método em um estilo de pensamento que não depende das proporções e nem das equações, são da análise para encontrar a solução sem ter que depender de recordar de regras mais ou menos artificiais. Uma das formas desse método analítico será conhecido pelo nome de método de redução a unidade, (como aparece em CIRODDE, 1865, p. 218; SANCHES E VIDAL, 1866, p. 321; SÓLIS, 1892, p. 42; BOURDON, 1848, p. 235) (Cf. GÓMEZ, 2006 p. 59).

O método de redução a unidade exigiria experiência da atividade em que se insere, pois depende da análise da questão e a dedução das consequências que resultam desta análise, consistindo em buscar o valor da grandeza de mesma espécie da incógnita que corresponda a um valor da outra grandeza igual a um, como assim foi apresentado acima na primeira resolução de Lacroix.

Smith (1958) refere que, na Inglaterra, essa prática veio a significar parte da aritmética comercial, nos quais eram utilizados processos curtos e cita que Baker (1568) a menciona nas seguintes palavras:

Alguns chamam essas regras de práticas, regras breves: por que, muitas perguntas podem ser feitas com uma rápida reação, pela regra de três. Há outros que a chamam a multiplicação de pequeno porte, porque o produto é sempre menor em quantidade, do que o número que será multiplicado. (SMITH, 1958 p. 493).

Seguindo, Smith (1958) afirma que esta declaração bastante indefinida deu lugar a definições mais claras com o passar do tempo, como a de Greenwood (1729) que refere essa prática da seguinte forma:

Esta regra é uma contração ou melhor, uma melhoria da Regra de três, e executa todos os casos, onde a unidade é o primeiro termo, com a expedição de tal, e da facilidade, que é, de uma maneira extraordinária, montada para a prática do comércio e de Mercadorias, e a partir daí recebe o seu nome (SMITH, 1958 p. 494).

Esse argumento poderia se mostrar decisivo para rejeitar a prática canônica e assumir a transposição que transgride a noção de proporcionalidade como razão entre grandezas de mesma espécie, por se legitimar como prática da regra de três em atividades como do comércio em geral (SMITH, 1958 p. 494) e para o ensino por ser aplicável a todos os problemas de proporcionalidade, como assim nos remete Bourdon (1848).

O método que é designado sob o nome de redução a unidade, é aplicável a todos os problemas que dependem da teoria da proporcionalidade;... mas, se este método tem a vantagem de ser mais analítico que os nossos, tem, segundo outros, o inconveniente de ser mais prolixo em seu detalhes. De todos os modos, estamos distantes de depreciá-lo; ao contrário o recomendamos aos professores, como um excelente exercício. (BOURDON, 1848, p. 235).

Assim, como uma prática de atividades específicas persiste essa prática da regra de três, até os dias atuais em nossas escolas, com ou sem a denominação, não em contraposição a prática canônica escolar fundamentada no princípio da proporcionalidade, mas como a eleita por dar respostas a outras atividades humanas, inclusive das ciências, mesmo transgredindo condições normativas matemáticas por privilegiar a razão entre grandezas de naturezas diferentes. Sua transposição em linguagem algébrica estabelece a relação funcional entre as grandezas, em nosso exemplo, reais e varas;

$$\frac{r}{v} = \frac{130}{13} = 10 \Rightarrow r = 10v$$

Essa relação é somente aceita pelos matemáticos como uma relação entre números, não entre grandezas, destituindo a equação $r = 10v$ de qualquer significado, mas nas atividades da Ciência isso não é cogitado. E mais; a proporcionalidade é assumida por conveniência da prática.

Para melhor explicitarmos o que queremos dizer, observamos que a matemática quando em ação em situações extras-matemáticas, não raro, trata a relação de proporcionalidade explicitamente como decisão do sujeito em situação, como assim faz Waltham (2000) quando usa a matemática à seguinte situação típica da geologia.

[...] um lago que possui sedimentos, suspenso na água, decantando e constituindo lentamente o fundo do lago. Obviamente, os depósitos iniciais serão cobertos por aqueles. Os resultados em uma relação entre a camada mais profunda e o tempo desde a deposição é: quanto mais profundo se observar, lá estarão os mais antigos sedimentos. Agora, ***se a proporção de sedimentos depositado no fundo for aproximadamente constante***, os sedimentos depositados a 2 metros de profundidade são

duas vezes mais antigos, a três metros são três vezes mais antigos, e assim sucessivamente (WALTHAM, 2000 p. 03).

Destacamos que a expressão *se a proporção de sedimentos depositado no fundo for aproximadamente constante* revela que a proporcionalidade entre as grandezas *Idade* e *Profundidade* é imaginária e, portanto, assumida por quem vive a situação. Tal relação imaginária, no entanto permite por meio do método da álgebra da prática da regra de três a construção de um modelo matemático que pode corroborar com a análise da situação como assim o faz quando escreve.

Logo, caso se duplique a profundidade, duplica-se a idade, caso se triplique a profundidade, triplica-se a idade, e assim por diante. Isso significa que a idade dos sedimentos é proporcional a profundidade em que se encontram. Isso pode ser expresso matematicamente pela equação. $\text{Idade} = k \cdot \text{Profundidade}$ (1.1). (WALTHAM, 2000, p. 03).

Podemos interpretar que o modelo foi construído a partir da análise da situação por alguém que necessita possuir um espírito de que nem todos estão dotados como diz Vallejo, no velho estilo da regra de três sem proporcionalidade, mas também no sentido dado por Ávila por meio da noção transgredida de proporcionalidade, quando observamos o extrato seguinte de Waltham.

Todas estas formas diferenciadas para a equação (1.1) indicam simplesmente que a idade do sedimento é encontrada multiplicando-se a sua profundidade pela constante. Esta constante informa o quão rapidamente o sedimento se acumula. Um grande valor para k indica que a idade aumenta muito mais rapidamente do que aumenta a profundidade (i.e os sedimentos se acumulam muito mais rapidamente). Em um certo lago deve levar 1500 anos para se acumular um metro de sedimento. Neste caso $k=1500$ anos/metros. Um lago com uma sedimentação menor que, digamos, 3000 anos/metro, terá um acréscimo mais rápido em idade com a profundidade da sedimentação (WALTHAM, 2000 p. 04).

Pois há uma análise qualitativa que envolve novos significados para o valor da unidade, representada por k , e essa preocupação não parece se revelar explicitamente na transposição canônica da regra de três. E, por outro lado, observamos que a análise da situação não está subordinada a análise matemática da situação, ou seja, é necessário ter em conta que a relação de proporcionalidade não, necessariamente, governa o fenômeno geológico, pois

em todo o caso, *se a proporção de sedimentação não variar muito* e dada compactação do sedimento não for muito extrema a Equação 1.1 deveria ser aproximadamente correta. Porque isto é tudo o que é necessário para que uma formulação matemática seja utilizada. É válido

considerar que *expressões matemáticas são comumente aproximações, no plano de sua mente*. As pessoas geralmente tomam a suposição que, devido à *expressão matemática poder ser usada, a resposta deve ser verdadeira. Isto simplesmente não é verdadeiro, nem mesmo na Física*. (equações na física também são aproximações da realidade apesar de a aproximação ser, geralmente, tão boa que pode ser seguramente desprezada (WALTHAM, 2000 p. 04, grifos nossos).

Os nossos grifos no texto buscam destacar o quanto o sujeito é integrante da situação e que este age segundo as convenções do grupo a que pertence. A atividade de modelagem matemática de situações geológicas inclui a prática convencional da regra de três, mas sob o véu da cientificidade corporificada pelo fazer algébrico justificado na teoria das proporções. Mas essa proporcionalidade está no plano da mente de quem modela como jeito de pensar instituído que não toma o cuidado sobre o uso da noção de proporcionalidade como relação entre quantidades de grandezas de mesma natureza.

A relação entre as grandezas de espécies diferentes idade e profundidade, presentes no exemplo acima contraria esse princípio, mas está em conformidade com a prática aritmética da regra de três e, sobretudo, revela o quanto o sujeito é parte integrante da atividade quando assume a proporcionalidade do modo conveniente. Ela, a relação de proporcionalidade, transgredida ou não, não está lá à espera de ser descoberta.

Considerações finais

Como podemos notar as preocupações de Lima e Ávila já teriam sido atendidas pelos estudiosos árabes. Primeiro, quando a inseriram no quadro teórico das proporções, e segundo, quando a difundiram como método de resolução de problemas de proporção sem fazer referências ao nome regra de três.

No entanto, torna-se necessário destacar que Hoyrup (2007) não aponta que os árabes não usavam o nome regra de três por não conhecer a regra, pois nos escritos em árabe não foram encontrados esse nome para a regra. Al-Karaji, quando distingui do seu favorito método nisbah em Kafi [ed., Trans. Hochheim 1878: II, 18] refere a ele simplesmente como "multiplicação e divisão", mas que é provavelmente apenas uma referência à sua descrição anterior e não pretende ser um nome de validade geral. (HOYRUP, 2007 p.3).

Seguindo Hoyrup (2007), destaca-se que a partir do escritor árabe Al-Khwarizmi em diante tenha sido estabelecido que as transações comerciais apresentavam quatro magnitudes em proporção, identificadas, não raro, com o preço solicitado e as magnitudes correspondentes, sem fazerem referências ao nome regra de três, o escritor árabe Ibn Thabāt menciona o método justificado apenas quando se tratam de números em proporção antes de chegar às transações comerciais. Nessas transações os cálculos envolvidos, segundo ele, se REMATEC, Natal (RN) Ano 7, n.11/ Jul-Dez, 2012

fundamentavam em *multiplicar uma magnitude dada por uma que não é do mesmo tipo, e dividir o resultado por aquele que é do mesmo tipo*, tal como formulada nos ábacos escritos italianos.

O fato de escritores árabes apresentarem diferentes formas, como Ibn Thabāt por volta de 1200, mostra que eles ainda poderiam elaborar diretamente sobre a regra em formas mais utilitárias como a "forma mercantil". Essa prática utilitária viria de um ambiente em que a regra de três fosse usada rotineiramente, um ambiente onde a aritmética comercial fosse ensinada e praticada, pois *somente a existência de um tal ambiente poderia explicar que a grande parte das preliminares matemáticas ensinadas pelos astrônomos-matemáticos (e o Jaina-sage Mahavira) consistisse da aritmética comercial* (HOYRUP, 2007 p. 6).

Tal como antes, diferentes transposições da regra de três, com esse nome ou não, ainda são objetos de ensino, não somente por necessidades matemáticas, mas também por necessidades de outras atividades, inclusive científicas e da escola. Talvez por isso se recuse a morrer e permaneça nos livros textos do PNLD-2011 para o ensino fundamental brasileiro a prática canônica escolar, de onde todas as outras podem ser derivadas, de modo a permitir um olhar de proporcionalidade que não pode ser verificada, mas assumida, até transgredida, que permite dar respostas a outras atividades com matemática, inclusive da matemática.

Como ocorre em diferentes atividades com matemática, como os cursos superiores de engenharia, por exemplo, a matemática a cada dia passa a ser vista como uma prática com jeito de pensar e fazer situado na atividade. Nesse fazer os argumentos de legitimação da prática de mobilizações de objetos convencionais da matemática se consolidam pela consecução do objetivo da atividade, não são necessariamente legitimados pelos matemáticos, como os encontrados na literatura especializada, em particular as da matemática empírica.

No entanto, o fazer aritmético, histórico e cultural da regra de três que não demanda o pensar sobre a proporcionalidade é visto na escola atual como estratégia intuitiva da aritmética para tipos problemas de dividir e multiplicar. A noção transgredida de proporcionalidade presente nesse fazer aritmético não é tratada objetivamente no currículo da disciplina matemática com o tema função e este não trata da relação de proporcionalidade entre grandezas diferentes e tampouco o ensino da regra de três em sua forma canônica esta em relação com os demais. Essas lacunas apontam o fazer pontual dessas práticas, sem relações, e, portanto não revelando a razão de ser dos seus estudos, as questões a que eles respondem, inclusive da compreensão do método de redução a unidade como um fazer de regra de três com a noção transgredida de proporcionalidade entre grandezas de espécies diferentes recorrida em outras atividades matemáticas.

Além disso, quando se defende um ensino que exige a fundamentação da regra de três por meio da proporcionalidade, ou seu abandono no ensino, em substituição da aplicação da proporcionalidade transgredida, se esquece a recorrente necessidade da proporcionalidade como pré-existente entre as grandezas envolvidas e isso certamente não está no coração do jeito de fazer construído e aperfeiçoado historicamente por força das práticas de grupos sociais.

Esses jeitos de fazer a regra de três encontram-se vivos na sociedade, em particular na escola, e não se limitam a atividade do ensino da matemática, mas também nas atividades de ensino de diferentes disciplinas e em outras da vida cotidiana onde se mostram ainda indispensáveis. Desse modo, se eliminada no ensino da matemática ela ainda poderá persistir em outras atividades e com isso ampliar o sentimento de inutilidade das atividades matemáticas da escola.

Referências

BOLEA, P. El proceso de algebrización de organizaciones matemáticas escolares. **Monografía del Seminario Matemático García de Galdeano**, n. 29. Zaragoza, Spain: Departamento de Matemáticas, Universidad de Zaragoza, 2003.

BOURDON, M. **Aritmética**. (Traducida por Agustín Gómez Santa María. Tratado completo de matemáticas. Tomo I. Según la 21 edición francesa. 1ª edición: 1797). Madrid: Imprenta de D. J. M. Alonso.

BROOKS, E. **The philosophy of arithmetic as developed from the three fundamental processes of synthesis, analysis, and comparison containing also a history of arithmetic**. Lancaster, PA: Normal publishing company, 1880.

CARRAHER, T.N.; CARRAHER, D.; CARRAHER, A. Proporcionalidade na Educação Científica e Matemática: Quantidades medidas por razões. **Revista Brasileira de Estudos Pedagógicos**. Brasília. v. 67, n. 155, p. 93-107, Jan./Abr. 1986a.

CHEVALLARD, Y. **Estudar Matemáticas**. O elo perdido entre o ensino e a aprendizagem. Porto Alegre: ARTMED, 2001.

CHEVALLARD, Y. **La Transposición Didáctica: del saber sabio al saber enseñado**. 3. ed. 2. Reimp. Buenos Aires: Aique Grupo Editor, 2005.

DEL POTRO, B. C. **Um manual de aritmética mercantil de mosén Juan de Andrés**. Canedo, 2007.

DEL POTRO, B. C.; DE LA LLAVE, R. C. Oficios urbanos y desarrollo de la ciencia y de la técnica en la baja edad media: la corona de castilla. **Revista de Historia**, Norba, v. 17, 41-48, 2004.

DEL POTRO, B.C. & LLAVE, R.C. **El arte del algarismo**. Un libro castellano de aritmética comercial y de ensayo de moneda del siglo XIV. (Ms. 46 de la REMATEC, Natal (RN) Ano 7, n.11/ Jul-Dez, 2012

Real Colegiato de San Isidoro de León). Salamanca: Junta de Castilla y León, Consejería de Educación y Cultura, 2000.

GARDING, L. **Encontro com a matemática**. Tradução Célio Alvarenga e Maria Manuela Alvarenga. Brasília: Editora Universidade de Brasília, 1981.

GÓMEZ, B. Los ritos en la enseñanza de la regla de tres. En Alexander Maz, Manuel Torralbo y Luís Rico (Eds.). **José Mariano Vallejo, El Matemático Ilustrado. Una mirada desde la educación matemática**, pp. 47-69. Córdoba. Servicio de Publicaciones de la Universidad de Córdoba, 2006.

HOYRUP, J. Further questions to the historiography of Arabic (but not only Arabic) mathematics from the perspective of Romance abacus mathematics. In **9ª Colloque Maghrébins l' Histoire des Mathématiques Arabes**. Tipaza, 12–13–14, 2007.

LACROIX, S. F. **Tratado elemental de aritmética, copuesto em frances para uso de la escuela central de las cuatro naciones**. Madrid e na imprensa nacional, 1839. (disponível em: <http://books.google.com.br/>).

LAVE, J.; WENGER, E. **Situated learning**: legitimate peripheral participation. New York: Cambridge University Press, 1991.

LIMA, E L. Novamente a proporcionalidade. **Revista do Professor de Matemática**, Rio de Janeiro, n.12, p 8-12, 1988.

LIMA, E L. Que são grandezas proporcionais? **Revista do Professor de Matemática**, Rio de Janeiro, n.12, p 8-12, 1986.

LIMA. E.L. **Temas e Problemas**. 3. ed. Rio de Janeiro: SBM, 2001.

MIGUEL, A.; MENDES, I. A. Mobilizing in mathematics teacher education: memories, social practices, and discursive games. **ZDM Mathematics Education**, v. 42, 381-392, abril 2010.

SMITH, D. E. **History of mathematics**. v. II, Dover publications, New York, 1958.

VALLEJO, J. M. **Tratado Elemental de Matemáticas. escrito de orden de S.M. para uso de los caballeros seminaristas del seminario de nobles de Madrid y demás casas de educación del Reino**. Cuarta edición corregida y considerablemente aumentada. Tomo I. Parte primera, que contiene la Aritmética y Álgebra. Madrid: Imp Garrayasaza, 1841.

VERGNAUD, G. **A criança, a matemática e a realidade**. Tradução MORO, M. L. F. Curitiba: Editora UFPR, 2009.

VERGNAUD, G. O longo e o curto prazo na aprendizagem da matemática. Curitiba: Editora UFPR **Educar em Revista**, n. Especial 1/2011, p. 15-27, 2011.

WALTHAM, D. **Mathematics**: a simple tool for geologists. 2. ed. London: Blackwell Science, 2000.

YOUSCHKEVITCH, A. P. **Les mathématiques arabes** (*VIIIe–XVe siècles*).
Paris: Vrin, 1976.

Renato Borges Guerra

Universidade Federal do Pará/Instituto de Educação
Matemática e Científica – Belém-PA – Brasil

E-mail: rguerra@ufpa.br

Denivaldo Pantoja da Silva

Universidade Federal do Pará/Instituto de Educação
Matemática e Científica – Belém-PA – Brasil

E-mail: denivaldo@ufpa.br

EDUCAÇÃO MATEMÁTICA ANTIRRACISTA E O PROGRAMA ETNOMATEMÁTICA

ANTI-RACIST MATHEMATICS EDUCATION AND THE PROGRAM ETHNOMATHEMATICS

Cristiane Coppe de Oliveira
Universidade Federal de Uberlândia –UFU – Brasil

Resumo

O Programa Etnomatemática pode ser visto como potencializador e dinamizador na implementação da Lei 10639/03, que torna obrigatório o ensino da história e cultura africana e afro-brasileira no currículo escolar. Para o contexto da prática docente em Matemática, acredita-se em ações afirmativas e didático-pedagógicas que ressaltam os valores civilizatórios afro-brasileiros, presentes nos saberes e fazeres de matriz africana. Essa proposta ganha força no estabelecimento de novos diálogos teóricos, a fim de promover uma Educação Matemática antirracista, ressaltando a reconstrução do discurso pedagógico, o respeito e o estudo da recreação nas diferentes raízes da cultura brasileira.

Palavras-chave: Etnomatemática, Educação Matemática, Lei 10639/03.

Abstract

The program Ethnomathematics can be seen as a potentiator and facilitator in the implementation of the law 10639/03, which makes mandatory the teaching of African and Afro-Brazilian history and culture in the school curriculum. For the context of the teaching education in mathematics, believed in affirmative actions and didactic-pedagogical that underscore the Afro-Brazilian civilization values present in knowledge and make African array. This proposal gains force in the establishment of new theoretical dialogues in order to promote a anti-racist Mathematics Education, stressing the reconstruction of pedagogic discourse, the respect and the study of recreation in different roots of Brazilian culture.

Keywords: Ethnomathematics, Mathematics Education, law 10639/03.

Introdução

A temática *diversidade*, associada à pluralidade cultural, nunca foi tão discutida e utilizada em discursos políticos e pedagógicos como no presente contexto. Desde a declaração de Nova Delhi de 16 de dezembro de 1993, considerou-se que a educação é o instrumento preeminente da promoção dos valores humanos universais, da qualidade dos recursos humanos e do respeito pela diversidade cultural e que os conteúdos e métodos de educação precisam

ser desenvolvidos para servir às necessidades básicas de aprendizagem dos indivíduos e das sociedades, proporcionando-lhes o poder de enfrentar seus problemas mais urgentes – combate à pobreza, aumento da produtividade, melhora das condições de vida e proteção ao meio ambiente – e permitindo que assumam seu papel por direito na construção de sociedades democráticas e no enriquecimento de sua herança cultural. Outros documentos como a Constituição Federal, o Estatuto da Criança e do Adolescente – ECA e o Plano Nacional de Direitos Humanos legitimam e reconhecem os direitos que toda e todo cidadão brasileiro, independentemente, de suas crenças, etnia, gênero e opção sexual possuem para o exercício da cidadania.

A Declaração Universal sobre a Diversidade Cultural da UNESCO em 2002, aponta que a cultura deve ser considerada como o conjunto dos traços distintivos espirituais e materiais, intelectuais e afetivos que caracterizam uma sociedade ou um grupo social e que abrange, além das artes e das letras, os modos de vida, as maneiras de viver juntos, os sistemas de valores, as tradições e as crenças. A cultura se encontra no centro dos debates contemporâneos sobre a identidade, a coesão social e o desenvolvimento de uma economia fundada no saber. A declaração ainda afirma que o respeito à diversidade das culturas, à tolerância, ao diálogo e à cooperação, em um clima de confiança e de entendimento mútuos, estão entre as melhores garantias da paz e da segurança internacionais.

A diversidade cultural ganhou caminhos pelos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN) que apontam para o compromisso com a construção da cidadania. Pede, necessariamente, uma prática educacional voltada para a compreensão da realidade social e dos direitos e responsabilidades em relação à vida pessoal, coletiva e ambiental. Nessa perspectiva, a Pluralidade Cultural foi incorporada como Tema Transversal em 1997. Os PCN consideram que o grande desafio da escola é investir na superação da discriminação e dar a conhecer a riqueza representada pela diversidade etnocultural que compõe o patrimônio sociocultural brasileiro, valorizando a trajetória particular dos grupos na sociedade. Nesse sentido, a escola deve ser local de diálogo, de aprender a conviver, vivenciando a própria cultura e respeitando as diferentes formas de expressão cultural.

Nessa perspectiva, os PCN-Matemática apontam para a construção e utilização do conhecimento de formas diferenciadas, por todos os grupos socioculturais, que desenvolvem habilidade matemáticas. Ainda considera que

valorizar esse saber matemático, intuitivo e cultural, aproximar o saber escolar do universo cultural em que o aluno está inserido, é de fundamental importância para o processo de ensino e aprendizagem. Por outro lado, ao dar importância a esse saber, a escola contribui para a superação do preconceito de que Matemática é um conhecimento produzido exclusivamente por determinados grupos sociais ou sociedades mais desenvolvidas (BRASIL, 1997. p. 34).

Diante das realidades e contextos observados, na grande maioria dos espaços escolares, percebe-se a necessidade de se pensar em vertentes afirmativas e pedagógicas que se abram como possibilidades para a discussão da construção do conhecimento matemático em África e na reconstrução de saberes afro-brasileiros. Essa proposta apóia-se, por um lado, na Lei Federal 10639 de 03 de janeiro de 2003, que altera a lei 9394 de dezembro de 1996, estabelecendo as diretrizes e bases da educação nacional, para incluir no currículo oficial da Rede de Ensino a obrigatoriedade da temática que envolve a história e cultura africana e afro-brasileira. No parágrafo segundo da Lei 10639/03, encontramos a informação de que os conteúdos referentes a História e cultura Afro-brasileira serão ministrados no âmbito escolar, em especial nas áreas de Educação Artística e de Literatura e História Brasileira. Este fragmento da lei dá margem para interpretações reducionistas, principalmente, no que tange à inserção da temática nas ciências exatas. Por outro lado, podemos considerar as tendências presentes nos Parâmetros Curriculares Nacionais do Ensino Fundamental e Médio, paralelamente, às Diretrizes Curriculares Nacionais para a Educação das Relações Etnicorraciais para a discussão dessa temática.

Acredita-se que a Etnomatemática é o campo de diálogo entre a cultura africana e afro-brasileira e o ensino de matemática. Ao verificar o apontamento feito nas Diretrizes Curriculares para a Educação das Relações Etnicorraciais constata-se a inclusão nos conteúdos de disciplinas e em atividades curriculares dos cursos, de conhecimentos de matriz africana e/ou que dizem respeito à população negra, tal como contribuições de raiz africana, identificadas e descritas pela Etnomatemática.

O Programa Etnomatemática no contexto etnicorracial

Sabe-se que a Lei 10639/03 é uma conquista não apenas do Movimento Negro - que resiste e luta para legitimar sua cultura e direitos na sociedade que, historicamente, o excluiu e que, infelizmente, ainda o exclui – mas uma luta de todos nós. Em 2011, comemorou-se o ano internacional dos afrodescendentes. Pode-se perguntar: - “Quantos professores de matemática mencionaram este fato em suas aulas?” E mais: - “Quantos pesquisadores conheciam a existência dessa comemoração?” Ao refletir-se um pouco sobre o porquê destas ações, que consideramos “afirmativas”, percebe-se que elas foram criadas e são necessárias, por que ainda temos a discriminação etnicorracial em todos os espaços de nossa sociedade, ou seja, não há como negar que o nosso país é racista. Essa problemática deve passar pelos fóruns estabelecidos no campo da Educação Matemática.

Uma possibilidade de diálogo com essas questões, refere-se ao *Programa Etnomatemática*, que segundo D’Ambrosio (2001) é um programa de pesquisa com óbvias implicações pedagógicas. Outros pesquisadores na área como Frankenstein e Powell (1997) e Knijnik (1996), interpretam o termo,

apontando-o como um programa de pesquisa que se desenvolve junto com a prática escolar, reconhecendo que todas as culturas produziram e produzem conhecimentos matemáticos. O Programa Etnomatemática considera relevante a inserção desses conhecimentos no currículo escolar para que possam ser contemplados e compreendidos em sua diversidade, considerando a visão da Pluralidade Cultural, apontada pelos PCN, à medida em que

a temática da Pluralidade Cultural diz respeito ao conhecimento e à valorização das características étnicas e culturais dos diferentes grupos sociais que convivem no território nacional, as desigualdades e à crítica às relações sociais discriminatórias e excludentes que permeiam a sociedade brasileira, oferecendo ao aluno a possibilidade de conhecer o Brasil como um país complexo, multifacetado e algumas vezes paradoxal (BRASIL, 1997, p. 19).

Nesse sentido, podemos ver o Programa Etnomatemática como potencializador e dinamizador na implementação da Lei 10639/03. A lei não deve ser vista como uma nova disciplina ou metodologia a ser empregada, mas como a possibilidade de novos diálogos e novas posturas, a fim de proporcionar o surgimento de uma educação transformadora, em relação à discriminação etnicorracial, em todas as disciplinas do currículo escolar. Considera-se relevante a prioridade de aprofundamento dessa discussão, no que se refere à formação continuada do professor de Matemática, pois conforme apontam Costa e Oliveira (2010),

são recorrentes os discursos de que o ensino da matemática deve estar voltado para uma melhor compreensão da realidade, dos fenômenos sociais, do desenvolvimento da cidadania, contribuindo para com as transformações socio-históricas. Entretanto, cotidianamente, muitos professores de matemática consideram que, no ensino da disciplina, não lhes cabe explorar questões de importância fundamental tais como os preconceitos raciais e/ou culturais. Outros, alegam que sua formação (tradicional) não contribui para que eles façam as necessárias associações entre conteúdos matemáticos e tais problemas. De fato, não são raros aqueles que manifestam o desejo, mas também as dificuldades de redimensionar suas ações, de modo a abrigar reflexões referentes à diversidade cultural e racial. (COSTA e OLIVEIRA, 2012, p. 3)

Percebe-se, por um lado, o fato de que a área de Matemática apresenta dificuldades em contribuir, significativamente, com a divulgação e valorização sócio-cultural da história e cultura africana e afro-brasileira. Por outro lado, vê-se a implementação da lei 10639/03 como uma medida importante que pode, além de modificar uma situação de racismo institucional, levar os educandos a perceberem as dimensões culturais, sociais e políticas da matemática.

Como educadores e educadoras, reconhecendo-se ou não o racismo, reconhecendo-se ou não as africanidades presentes em nossa cultura, não se pode deixar, em hipótese alguma, a discriminação ocupar os espaços escolares.

Essa ação ganha força na afirmação de Santomé (1995) em que devemos buscar afastar as armadilhas ideológicas do preconceito, da discriminação de gênero, das etnias oprimidas, do recálque, da exclusão social, desvendando algumas situações que são silenciadas e que normalmente se colocam como problemáticas da sociedade que se encontra na escola.

Contexto etnicorracial e pesquisa

No grupo de pesquisas e estudos em Etnomatemática (GEPEM) da Faculdade de Educação da universidade de São Paulo (FEUSP), tem-se desenvolvido vários trabalhos na temática e discutido a necessidade de se ter pesquisadores trabalhando com a Etnomatemática etnicorracial.

Investigando-se os trabalhos desenvolvidos pelo GEPEM, verificou-se a baixa representatividade da temática no próprio grupo de pesquisa. A pesquisadora do grupo Elaine Costa Santos (mais conhecida do Liw Onawale), por exemplo, defendeu a dissertação de mestrado *Os tecidos de Gana como atividade escolar: uma intervenção Etnomatemática para a sala de aula* no ano de 2008 na Pontifícia Universidade Católica de São Paulo (PUC/SP).

O trabalho permeou a questão de como a cultura africana, por meio dos fazeres e saberes dos teares africanos Kente (figura 1), pode contribuir com os processos de ensino e de aprendizagem na sala de aula de matemática.

Já a pesquisa de mestrado *A cultura negra na escola pública: uma perspectiva etnomatemática*, defendida no ano de 2008 pelo pesquisador Vanísio Luiz da Silva na Faculdade de Educação da Universidade de São Paulo (FEUSP), apresentou a proposta de analisar a maneira como os educadores matemáticos trabalham a herança cultural do educando no cotidiano e nas aulas de matemática. Esta abordagem se deu no distrito de Pirituba no estado de São Paulo, considerando a presença negra na região.

Falando-se, ainda, sobre pesquisa, Costa (2006) afirma que pesquisas etnomatemáticas junto a povos indígenas têm destacado a importância de tomar os mitos como informantes acerca da origem das ideias matemáticas, ocorrendo



Figura 1 – Tear africano Kente

o mesmo com relação às pesquisas com afro-brasileiros. Ela afirma que em tais pesquisas o mito tem sido compreendido como o modelo matricial de toda narrativa (DURAND, 1996, p. 246), como pistas para as potencialidades espirituais da vida humana (CAMPBELL, 2000, p. 51) e como discursos que nos levam a perceber valores, saberes e práticas de diferentes povos. (COSTA, 2006, p. 6)

Mas é D'Ambrosio quem melhor explica as aproximações possíveis entre as pesquisas etnomatemáticas e os estudos sobre mitos. De fato, na perspectiva da Etnomatemática, segundo orientações do professor Ubiratan D'Ambrosio, o mito encontra-se no *matema*, dentro da etimologia da própria palavra matemática. Os mitos existem para “explicar, conhecer, compreender lidar com o ambiente social, cultural e imaginário”. Desse modo, o mito surge no triângulo primordial indivíduo-natureza-outro, apresentado por D'Ambrosio (1999) em artigo intitulado “From Survival to Sublimation: an unbounded humanity”, publicado nos Anais do Primeiro Colóquio Mundial de Transdisciplinaridade em Arrábida no ano de 1999.

D'Ambrosio considera que o significado metafórico de vida está na integridade desse triângulo primordial cujas relações (lados) resultam de princípios de fisiologia (alimentação, cruzamento, ...) e de ecologia. E que a espécie humana obedece a pulsões de sobrevivência e transcendência como estratégias para manter e entender a integridade do triângulo primordial. “A Etnomatemática é um programa de pesquisa em história e filosofia da matemática, com óbvias implicações pedagógicas.” (D'Ambrosio, 2001)

Seguindo a ideia de D'Ambrosio, aponta-se para uma proposta pedagógica que vai no sentido de facilitar o processo de solução de problemas do próprio ser humano, provocando reflexões dos alunos sobre o triângulo primordial, devido ao fato de a evolução da espécie humana identificar-se com a superação dos desafios para sobreviver e para transcender, em espaço e em tempo.

Apesar de se ter mais trabalhos com a temática, constatamos, com recentes pesquisas, com orientações de trabalhos acadêmicos e com a investigação em congressos, que os trabalhos em Etnomatemática e a temática etnicorracial encontra-se fragilizada e até mesmo marginalizada no sentido de representatividade no campo acadêmico-científico. Esta realidade pode se configurar de outro modo e se fortalecer, à medida em que os espaços científicos da Educação Matemática agregarem, cada vez mais, discussões/reflexões sobre a temática etnicorracial.

Recentemente, a comissão científica do 4º Congresso Brasileiro de Etnomatemática (CBEM 4) – realizado em novembro de 2012 na cidade de Belém, cujo tema foi *Cultura, Educação Matemática e Escola* – incorporou um espaço revelador de pesquisas brasileiras com a temática etnicorracial, com a criação do grupo de trabalho *Etnomatemática e Educação para Inclusão*. O evento foi sediado na Universidade Federal do Pará e teve como objetivos

promover o amplo debate sobre os problemas de pesquisa no âmbito da Etnomatemática, em sua relação com a escola, tendo como referências principais os estudos realizados pelos pesquisadores nos últimos quatro anos, as demandas atuais do processo de ensino, aprendizagem, formação de professores, formação da escola, assim como o estabelecimento de novas perspectivas educacionais nos diferentes grupos sócio culturais.

Tal fato, aponta para o desafio de se orientar novos trabalhos e divulgar pesquisas concluídas envolvendo a temática etnicorracial. Desse modo, acredita-se que a cultura africana e afro-brasileira será respeitada e enaltecida, respeitando os *mitos fundantes* como narrativas/discursos verdadeiros (*matema*) desta cultura (*etno*) que preserva a oralidade (*tica*) e rompendo com os preconceitos na Educação Matemática.

Nesse sentido, o trabalho de Costa (2009) sugeriu uma imersão na tradição de festas populares tais como o maracatu e o congado nos permite encontrar interessantes elementos para o ensino de matemática em paralelo com a abordagem da cultura afro-brasileira.

Já o trabalho de Costa e Oliveira (2010), apresenta situações didáticas que permitiram a abordagem conjunta das culturas africana e afro-brasileira e de alguns conteúdos matemáticos (frações, estimativa, permutação e arranjo, geometria plana e espacial) no X Encontro Nacional de Educação Matemática – ENEM, a fim de contribuir, significativamente, para com a divulgação e valorização social da história e cultura africana e afro-brasileira em práticas interdisciplinares, envolvendo Matemática, antropologia, religiosidade e arte.

Segundo as autoras, alguns trabalhos em Educação Matemática indicam caminhos para a elaboração de novas propostas didáticas. Mesmo não identificando os conhecimentos geométricos negros como etnomatemáticas, Gaspar (2003) traz algumas análises sobre eles, apresentando sugestões para seus estudos na formação de professores. Desse modo, Costa e Oliveira entendem, que hoje, já se constituiu um amplo aparato a partir do qual se pode elaborar situações didáticas que permitam, também no ensino de matemática, difundir as culturas africanas e afro-brasileira.

Por sua vez, o trabalho de Oliveira e Barbosa (2009) junto à formação inicial em Pedagogia também é inspirador. As autoras propõem a implementação da Lei 10.639/03 por meio de propostas didáticas que foram discutidas na disciplina Construção do Conhecimento em Matemática no ano de 2009 na Universidade Federal de Uberlândia (UFU/MG), com o intuito de propiciar aos futuros alunos da escola básica a oportunidade de conhecerem, reconhecerem e ressaltarem os valores da cultura afro-brasileira, interligando matemática, cultura e educação. As atividades envolveram o jogo Mancala, explorando o raciocínio lógico-matemático de matriz africana, os tradicionais sonas gráficos do nordeste da Angola, trabalhando com a ideia de simetria.

Costa e Silva (2005), voltando-se para a abordagem da cultura afro-brasileira, nas aulas de matemática, sugeriram o uso da capoeira e do jogo de

búzios – a primeira atividade, segundo eles, poderia ser utilizada no ensino de geometria plana e espacial, enquanto a segunda seria mais afeita à probabilidade.

Ao utilizar-se o campo das Africanidades Brasileiras – que segundo Gonçalves e Silva (2003) refere-se às raízes da cultura brasileira que têm origem africana e nos reporta ao modo de ser, de viver, de organizar suas lutas, próprio dos negros brasileiros – pode-se pensar em propostas pedagógicas no processo de ensino e de aprendizagem em Matemática, de forma inter e transdisciplinar. Esta propostas, além de propiciarem um aprendizado na disciplina, contextualizado e significativo em valores e culturas, conduzirá para uma pedagogia antirracista. Para Gonçalves e Silva (2003), os princípios de uma pedagogia antirracista são:

- respeito, entendido não como mera tolerância, mas como diálogo em que seres humanos diferentes miram-se uns aos outros, sem sentimentos de superioridade ou de inferioridade;
- reconstrução do discurso pedagógico, no sentido de que a escola venha a participar do processo de resistência dos grupos e classes postos à margem, bem como contribuir para a afirmação da sua identidade e da sua cidadania;
- estudo da recriação das diferentes raízes da cultura brasileira, que nos encontros e desencontros de umas com as outras se fizeram e hoje não são mais gegê, nagô, bantu, portuguesa, japonesa, italiana, alemã, mas brasileira de origem africana, européia, asiática.

Em relação à Matemática, a autora revela que ao se desenvolver conteúdos de Matemática, se o professor estiver atento às Africanidades Brasileiras, poderá valer-se certamente, de obras, ainda raras entre nós, que mostram construções matemáticas africanas de diferentes culturas. Com esta percepção a autora acredita que os alunos irão aprender diferentes caminhos trilhados pela humanidade, através de povos de diferentes culturas, para a construção dos conhecimentos que vêm acumulando.

Para esta proposta, deve-se levar em conta as considerações dos PCN em que a história da Matemática, mediante um processo de transposição didática e juntamente com outros recursos didáticos e metodológicos, pode oferecer uma importante contribuição ao processo de ensino e aprendizagem em Matemática. Ao revelar a Matemática como uma criação humana, ao mostrar necessidades e preocupações de diferentes culturas, em diferentes momentos históricos, ao estabelecer comparações entre os conceitos e processos matemáticos do passado e do presente, o professor tem a possibilidade de desenvolver atitudes e valores mais favoráveis do aluno diante do conhecimento matemático.

Vale destacar ainda que os PCN sugerem que a Resolução de Problemas é um caminho para o ensino de Matemática que vem sendo discutido ao longo

dos últimos anos. E que a História da Matemática mostra que ela foi construída como resposta a perguntas provenientes de diferentes origens e contextos, motivadas por problemas de ordem prática (divisão de terras, cálculo de créditos), por problemas vinculados a outras ciências (Física, Astronomia), bem como por problemas relacionados a investigações internas à própria Matemática.

A temática etnicorracial nas universidades brasileiras

Pode-se afirmar que o racismo e a exclusão social dos negros foram instrumentos , historicamente, construídos por meio de práticas racistas e excludentes. E, somente poderá ser superado na nossa sociedade por meio de práticas sociais reparatórias às injustiças cometidas contra as populações afro-brasileiras. Sendo assim a implementação de políticas de ações afirmativas para negros e afrodescendentes nos espaços de onde foram historicamente excluídos ou onde se promoveu este processo de exclusão social representa ações humanitárias nesta perspectiva.

Considera-se que a criação dos Núcleos de Estudos Afro-Brasileiros no âmbito das universidades brasileiras foi uma ação importante em nível nacional para a discussão/reflexão da temática etnicorracial. Pautando-se nessa ideia aponta-se o Núcleo de Estudos Afro-brasileiros da Universidade Federal de Uberlândia (NEAB/UFU) que vem formando, continuamente, agentes da Educação Básica desde sua criação em 2006. O projeto UNIAFRO no ano de 2006, contou com 124 participantes diretos e aproximadamente 400 participantes indiretos (participaram do II Seminário Racismo e Educação: Desafios para a formação docente & I Seminário de Gênero, Raça e Etnia). Em 2007, o núcleo conseguiu a participação de 60 cursistas, sendo que as turmas foram divididas em níveis I (iniciação) e II (avançado) em que os módulos foram totalmente ministrados no Centro Municipal de Estudos e Projetos Educacionais (CEMEPE) na cidade de Uberlândia/MG.

No ano de 2008 contou com os mesmos níveis de formação I e II, dentro do Programa de Formação Continuada de Docentes da Educação Básica da Pró-Reitoria de Extensão da Universidade Federal de Uberlândia (UFU). O NEAB/UFU promoveu o Curso de Formação Inicial em História e Cultura africana e afro-brasileira para todos os cursos de graduação da UFU no período que compreendeu os anos de 2010 a 2012, finalizando com a publicação de um livro apresentando todos os Trabalhos de Conclusão de Curso (TCC) em formato de artigo. Nesse mesmo período, promoveu ainda o Curso de Especialização em História e Cultura Africana e Afro-brasileira, publicando em 2012 recortes das monografias envolvendo temáticas interdisciplinares.

O NEAB/UFU compôs – por meio de edital - nos anos de 2010 e 2011 um polo de formação do projeto A Cor da Cultura. O projeto A Cor da Cultura tem um caráter educativo de valorização da cultura afro-brasileira, fruto de uma parceria entre o Canal Futura, a Petrobrás, o Cidan – Centro de Informação e

Documentação do Artista Negro, a TV Globo e a Seppir – Secretaria especial de políticas de promoção da igualdade racial (SEPPIR). O projeto teve seu início em 2004 e, desde então, tem realizado produtos audiovisuais e escritos, ações culturais e coletivas que visam práticas positivas, valorizando a história deste segmento sob um ponto de vista afirmativo. Compõem-se de dois grandes componentes: a produção áudio-visual e a formação de professores.

A produção áudio-visual inclui cinco grades de programação. Os programas são o “Ação”, exibido na TV Globo e no Canal Futura, “Livros Animados” e “Nota 10”, do Canal Futura, além da série “Heróis de todo mundo” e “Mojubá”, que serão exibidos no Canal Futura e na TVE.

A formação de educadores inclui a produção de um kit educativo e ações de capacitação para quatro mil professores para sua utilização em sala de aula. Neste planejamento prevê-se a distribuição de dois mil kits do projeto “A cor da Cultura” para escolas públicas de ensino fundamental em diversos estados brasileiros.

No que se refere à implementação da lei 10639/03 no ensino superior, constatou-se que não há muitas ações envolvendo a temática etnicorracial. Em geral, as universidades possuem propostas com programas de Ações Afirmativas e sistema de cotas sociais e/ou raciais. Recentemente, com a aprovação – por unanimidade – do Supremo Tribunal Federal do Brasil (STF) das cotas raciais para as universidades brasileiras, sabe-se que haverá mobilizações internas para a adoção de novas políticas nas instituições superiores de todo o país. A aprovação das cotas raciais nas universidades brasileiras implica em ações que demandam, legalmente, a dedicação de uma porcentagem específica de suas vagas para estudantes de origem negra, indígena ou de baixa renda.

Em um âmbito mais geral e político, a Universidade Federal de Uberlândia (UFU) instituiu uma comissão, nomeada pelo reitor em que os pesquisadores do NEAB/UFU e outros docentes de diversos cursos de graduação, teceram discussões políticas para a sustentação e argumentação da importância do cumprimento das leis 10639/03 e 11645/08 nos cursos de Graduação da UFU. Atualmente, há uma proposta elaborada por essa comissão, apontando temáticas que devem ser incorporadas em todos os projetos pedagógicos.

Ainda no contexto da Universidade Federal de Uberlândia, há dois subprojetos interdisciplinares pertencentes ao Programa Institucional de Bolsa de Iniciação à docência (PIBID/UFU), nos quais a temática etnicorracial é trabalhada. O subprojeto *História e Cultura Afro-Brasileira* tem como proposta dialogar com as distintas áreas do conhecimento, por meio da temática da lei 10.639/03. Assim como, fornecer subsídios fundamentais para encontrar caminhos que permitam propor ações conjuntas que priorizem uma formação em equilíbrio em que alunos(as), docentes, supervisores(as) e coordenadores(as), presentes na realidade escolar, atuem como “protagonistas”

de uma nova pedagogia. Buscar ainda, dialogar com as escolas promovendo fóruns de discussão dentro da temática da lei 10.639/03, com o intuito de atender de forma transversal todas as áreas do conhecimento.

Já o subprojeto *Diversidade Cultural*, procura tecer diálogos interdisciplinares, nos contextos da formação inicial e continuada das diversas áreas do conhecimento, bem como no espaço escolar. Pautando-se em direitos universais apontados em documentos da UNESCO, nos PCN, na Lei 10639/03 (que torna obrigatório o ensino da história e cultura africana e afro-brasileira), na Lei 11645/08, que sanciona a Lei 10639/03 e inclui o ensino da história e cultura indígenas e nas teorizações de D'Ambrosio (1997), sobre a Ética da Diversidade. A Ética da Diversidade se ampara nos princípios básicos do respeito pelo outro, com todas as suas diferenças; na solidariedade com o outro na satisfação de necessidades de sobrevivência e de transcendência e de cooperação com o outro na preservação do patrimônio natural e cultural comum.

Em uma perspectiva mais específica, lidando com as questões da Etnomatemática, a Universidade Federal do Mato Grosso (UFMT) possui o grupo de Estudos e Pesquisas em Etnomatemáticas Negras e Indígenas (GEPENI). O GEPENI tem como interesse estudar os processos de geração, institucionalização, transmissão e difusão de conhecimentos relacionados às diferentes formas de contar, classificar, ordenar, localizar-se, explicar e inferir produzidos pelas comunidades indígenas e pelos povos africanos e afro-brasileiros. A partir daí, estuda também formas de se implementar ações de divulgação desses conhecimentos nos processos de formação de professores.

O grupo procura desenvolver perspectivas teóricas e metodológicas que embasam suas pesquisas e atividades de extensão. O alcance e repercussão dos trabalhos do grupo manifestam-se por meio das ações a serem realizadas na formação inicial e continuada de professores de Matemática, assim como na prática dos pesquisadores - cujas investigações já concluídas ou em desenvolvimento têm produzido conhecimentos e inovações teórico-metodológicas no campo da Etnomatemática.

Nesse sentido, o GEPENI contribui com ações acadêmicas e com o avanço dos debates, envolvendo as relações etnicorraciais e valorizando as diferentes etnomatemáticas.

Sabe-se de outras universidades brasileiras que possuem Programas de Ações Afirmativas, promovendo diversas atividades e atuando em mobilizações, que desencadeiam uma reflexão sobre a necessidade da implementação das leis 10639/03 e 11645/08 no ensino superior, para além das cotas raciais. De fato, acredita-se que a temática etnicorracial deva permear os âmbitos da universidade, abrangendo todas as áreas do conhecimento e envolvendo ensino, pesquisa e extensão.

Considerações Finais

Precisamos lutar por uma Pedagogia Antirracista!
(GONÇALVES e SILVA, 2003).

Acredita-se, ainda, que as ações apontadas anteriormente, fazem parte de uma gama de contribuições que se somam a outras ações já desenvolvidas por algumas universidades e núcleos de pesquisa, na perspectiva da construção de relações sociais que sejam capazes de superar a herança racista da escola, da educação e da sociedade brasileira. Além disso, a consolidação dos NEAB é um fato relevante para o Movimento Negro, pois permite o estabelecimento de diálogos com os movimentos sociais e instituições não governamentais que se tornam parceiras em diversas ações e projetos.

Valorizar os saberes matemáticos intuitivos e culturais, poderá, por um lado, aproximar o saber escolar – em todos os níveis de ensino - do universo cultural de matrizes africana e afro-brasileira, em que o aluno está inserido, o que é considerado de fundamental importância para o processo de ensino e aprendizagem sem qualquer discriminação etnicorracial. Por outro lado, ao dar-se importância a esses saberes, a escola contribuirá ainda, para a superação do preconceito de que a matemática é um conhecimento produzido, exclusivamente, pelo pensamento eurocêntrico.

Nessa perspectiva, é possível parafrasear (Gonçalves e Silva, 2003) e afirmar que: - Precisamos lutar por uma Educação Matemática Antirracista! Em que novas vivências de pesquisa e a mudança de olhar para a prática pedagógica em Matemática em todos os níveis de ensino, passem por lentes que rompam com a ideia da não valorização dos valores civilizatórios afro-brasileiros, a partir dos etnoconhecimentos de matriz africana.

Referências

BRASIL, Secretaria de Educação Fundamental. **Parâmetros curriculares nacionais: Introdução**. Brasília: MEC/SEF, 1997.

BRASIL, Secretaria de Educação Fundamental. **Parâmetros curriculares nacionais: Matemática**. Brasília: MEC/SEF, 1997.

COSTA, W. N. G. As histórias e culturas indígenas e as afro-brasileiras nas aulas de matemática. **Educação em Revista** (UFMG), v. 25, p. 175-197, 2009.

COSTA, W. N. G. A tessitura de uma perspectiva teórica para estudos que tomem como foco o pensamento lógico/matemático e o mítico. In: Seminário Internacional de Pesquisa em Educação Matemática, III, 2006, **Anais**. Águas de Lindóia: SBEM, 2006.

COSTA, W. N.; OLIVEIRA, C.C. Educação Matemática e preconceitos raciais: as culturas africana e afro-brasileira na sala de aula. In: **Anais** do X Encontro Nacional de Educação Matemática. Salvador: SBEM, 2010.

COSTA, W. N. G.; SILVA, V. L. Matemática mítico-religiosa-corporal do negro brasileiro. **Scientific American Brasil**, São Paulo, p.94-98, 2005. (Edição Especial Etnomatemática).

D'AMBROSIO, U. **Etnomatemática**: Elo entre as tradições e a modernidade. Belo Horizonte: Autêntica, 2001.

D'AMBROSIO, U. **Transdisciplinaridade**. São Paulo: Palas Athena, 1999.

DURAND, G. **Campos do Imaginário**. Lisboa: Instituto Piaget, 1996.

FRANKENSTEIN, M; POWELL, A. **Ethnomatematics**: challenging eurocentrism in Mathematics education. Albany: State University of New York Press, 1997.

GASPAR, M. T. J. **Aspectos do desenvolvimento do pensamento geométrico em algumas civilizações e povos e a formação de professores**. Tese de doutorado do Programa de Pós-graduação em Educação Matemática. UNESP, Rio Claro, 2003.

GONÇALVES E SILVA, P. B. Africanidade: esclarecendo significados e definições. In: **Revista do Professor**, nº 19: Porto Alegre, 2003.

KNIJNIK, G. **Exclusão e resistência**: educação matemática e legitimidade cultural. Porto Alegre: Artes Médicas, 1996.

OLIVEIRA, C. C. BARBOSA, B. M. A Etnomatemática como possibilidade de implementação da Lei 10639 na Formação inicial em Pedagogia. In: **Anais do V Seminário de Racismo & Educação e IV Seminário de Gênero, Raça e Etnia**. Uberlândia: Núcleo de Estudos AfroBrasileiros – NEAB/UFU, 2009.

SANTOMÉ, J. T.; DA SILVA, T. T. (Org.) **Alienígenas a na sala de aula**: Uma introdução aos Estudos Culturais em Educação. Petrópolis: Vozes, 1995.

SANTOS, E. C. **Os tecidos de Gana como atividade escolar**: uma intervenção Etnomatemática para a sala de aula. Dissertação de mestrado. PUC/SP, São Paulo, 2008.

SILVA, V. L. **A cultura negra na escola pública: uma perspectiva etnomatemática**. Dissertação de mestrado. FEUSP, São Paulo, 2008.

Cristiane Coppe de Oliveira

Faculdade de Ciências Integradas do Pontal da Universidade Federal de Uberlândia – FACIP/UFU – campus Pontal em Ituiutaba/MG - Brasil

E-mail: criscopp@pontal.ufu.br