

A NOÇÃO DE MOVIMENTO E A MATEMÁTICA: UMA PESQUISA ENVOLVENDO SENSORES, INFORMÁTICA E O CORPO ¹

Nilce Fátima Scheffer²
URICER – ERECHIM – RS
UNESP – RIO CLARO – SP

1 Introdução

Apresentarei neste artigo um estudo que vem sendo realizado com estudantes da 8ª série do Ensino Fundamental de uma escola pública do Estado de São Paulo. Esse estudo envolve uma discussão a respeito da interpretação de gráficos cartesianos que consideram as variáveis distância e tempo, representativos de movimentos corporais. Tem como tema central de pesquisa a representação de movimentos corporais. O seu objetivo principal é observar como os estudantes caracterizam e interpretam a representação gráfica cartesiana de movimentos corporais, utilizando sensores e informática, além de analisar as representações atribuídas para os movimentos produzidos por eles.

Nesse cenário, tendo o corpo como fonte de expressão, busco, principalmente na Fenomenologia da Percepção de Merleau-Ponty, aprofundar o tema *Corpo sendo movimento*, e em Ricardo Nemirovsky e outros autores, os temas *Narrativas Matemáticas e Recursos Tecnológicos* que também fazem parte da discussão aqui estabelecida.

Esta pesquisa utiliza-se de experimentos de ensino como fonte de coleta de dados, tem como sujeitos seis estudantes na faixa etária de 13 a 15 anos. E os resultados, ainda em análise no momento, estão apresentados na forma de episódios e já acenam fortes evidências para as múltiplas representações que o movimento corporal assume, sendo relacionado pelos estudantes com figuras

¹ Pesquisa orientada pelo Prof. Dr. Marcelo de Carvalho Borba, UNESP – Rio Claro - SP

² Professora da URICER, Erechim, RS e Doutoranda da Pós-Graduação em Educação Matemática, IGCE e membro do GPIMEM – Grupo de Pesquisa em Informática, outras Mídias e Educação Matemática do Departamento de Matemática da UNESP, Rio Claro – SP e-mail: snilce@uricer.edu.br

geométricas, listas numéricas, gráficos cartesianos, tabelas e segmentos de reta com direção.

Uma característica muito peculiar desta pesquisa é a valorização da expressão corporal, gestual, da palavra, e das narrativas dos estudantes na análise dos dados.

2 Os recursos tecnológicos utilizados

A pesquisa volta-se principalmente para a análise da representação gráfica cartesiana de movimentos corporais que ocorre nos recursos tecnológicos, quando da interação do estudante com o CBR³ e o LBM⁴, interfaces na produção de movimentos. Essas interfaces possibilitam aos estudantes a exploração das relações matemáticas e científicas entre distância, velocidade, aceleração e tempo, a partir de dados coletados de movimentos corporais realizados com as mesmas junto ao próprio corpo.

As calculadoras gráficas às quais os detectores são acoplados possuem dispositivos que desempenham funções importantes à produção de movimentos e representação gráfica cartesiana a partir de duas variáveis, favorecendo, assim, a exploração matemática de funções que representam os movimentos.

O software LBM, que também é considerado interface neste estudo, tem como função principal explorar mais concretamente temas físicos e sua representação matemática. Em seu conjunto, além do programa, envolve carrinhos construídos com peças coloridas, acoplados a um sistema de engrenagem, que deslizam ao longo de uma barra de metal. Possui também um detector de movimento que, através de uma interface, transmite ao computador a ação, ou seja, o movimento produzido com um dos carrinhos, e o computador, por sua vez, representa graficamente esse movimento no plano cartesiano através de uma função. Com esse software, o pesquisador Ricardo Nemirovsky, que é seu autor, propõe uma investigação que envolve discussão a respeito da representação gráfica cartesiana de movimentos, envolvendo variáveis como distância, velocidade e aceleração.

³ CBR: Calculator Based Ranger, detector sônico de movimentos, sensor acoplável a uma calculadora gráfica.

⁴ LBM: Line Became Motion, *software* utilizado na pesquisa

A utilização dessas interfaces na discussão abrange aspectos que podem ser assim descritos: possibilitam a experiência do movimento corporal, porque com essas interfaces é possível realizar diferentes movimentos; ilustram e representam através de gráficos cartesianos esses movimentos, apresentando-se, assim, um novo enfoque ao estudo de funções; permitem que o estudante visualize em tempo real a construção de um gráfico cartesiano para o movimento na tela do computador e/ou da calculadora; apresentam imagens que, sem esses recursos, não estariam disponíveis para o estudante.

Assim, quando a informática passa a integrar o ambiente escolar num processo de interação que envolve o aluno, professor e tecnologias, promove o despertar da sensibilidade, principalmente dos professores, quanto à existência de diferentes opções de representação para aspectos matemáticos, fundamentais para construções, análise e estabelecimento de relações em sala de aula.

3 O Estudo

Este tipo de investigação, que se insere na perspectiva da pesquisa qualitativa, implica um contato entre o pesquisador e os sujeitos da pesquisa, porque envolve diálogo e observação direta ao longo do seu desenvolvimento, tem como instrumento de coleta de dados experimentos de ensino que se caracterizam por uma série de sessões que, além do diálogo, observação e entrevista, propõe o desenvolvimento de atividades previamente elaboradas. Todas as sessões foram filmadas e transcritas, constituindo-se nos dados da pesquisa.

No decorrer do desenvolvimento das atividades no experimento de ensino, a representação dos movimentos corporais apresentou-se de diferentes maneiras: no plano cartesiano, na calculadora e no computador, nas manifestações orais, gestos e registros escritos dos estudantes entrevistados; assim, o corpo-próprio passou a ser fonte de expressão nesse cenário.

Para falar em corpo-próprio busco fundamentação em Merleau-Ponty (1994) que, ao referir-se a movimento, o destaca como o *corpo sendo* já sempre em movimento, coloca o corpo como fonte de expressão afetiva, que está afetado por tudo que com ele está, sendo que é na ação da espacialidade que o corpo se realiza. Nesse sentido o movimento não é visto, ele é percebido, ele existe para os

indivíduos. Segundo Merleau-Ponty, o movimento não se sujeita ao espaço e ao tempo, ele os assume, retoma-os em sua significação. Nesta concepção, o corpo é no espaço, e a espacialidade é a maneira pela qual nosso corpo se realiza.

O corpo, a partir dessa concepção, assume função de expressão para compreensão e atribuição de significados matemáticos, como é o caso que envolve a representação gráfica cartesiana do próprio movimento, considerando as variáveis distância e tempo que ocorrem nos recursos tecnológicos. Assim, a expressão corporal está sempre presente quando o indivíduo externaliza as suas concepções e manifesta-se oralmente, o que considero como linguagem do corpo, que é a expressão através do gesto, da fala e do olhar. Nesse sentido, a expressão corporal desempenha um importante papel nas situações de aprendizagem, porque o aluno se faz entendido com ela. E o diálogo passa a ser uma maneira de comunicação com o mundo e com o corpo.

Para Merleau-Ponty (1994), o corpo exprime a existência, porque o expresso não existe separado da expressão. Então, olhar o corpo como fonte de expressão e linguagem abre uma possibilidade para que o estudante possa refletir sobre seu corpo e, a partir dele, sobre sua relação com o outro e com o ambiente; assim, a organização corporal envolve espaço, tempo e uma percepção que vai muito além dos órgãos dos sentidos.

A partir do envolvimento direto do corpo com o CBR e com o LBM numa situação de movimento, que, com o LBM é obtida empurrando-se um minicarro ao longo de um trilho de metal, é possível relacionar o próprio movimento corporal com a representação gráfica no plano cartesiano, que está intimamente relacionada com a experiência que prevê um conjunto de idéias e ações, que são organizadas e fundadas na realidade vivida.

Assim, no decorrer dos experimentos, os movimentos corporais realizados com os sensores suscitaram discussão sob a ótica das diferentes representações para os mesmos, abrangendo desde a fala, o gesto, representações com figuras, com tabelas, até as representações gráficas cartesianas oferecidas pelas mídias. A partir dessa análise, é possível afirmar que o movimento assume diferentes representações para os estudantes, estando em toda parte e no próprio corpo, e que as variáveis envolvidas numa situação de movimento não são experienciadas isoladamente, podendo estar presentes nas ações vivenciadas ou no plano

cartesiano, quando se estabelece relação de dependência entre elas, ao representar o movimento com uma função.

Nemirovsky (1993, 1996), ao fazer um trabalho que envolve movimento corporal, sensores, recursos tecnológicos e produção de narrativas matemáticas, destaca o corpo nessa interação, atribuindo-lhe a função de contribuir em vários sentidos com a atribuição de significados, principalmente matemáticos, para situações físicas, considerando as variáveis distância e tempo, na representação gráfica cartesiana, para um movimento corporal. Esse pesquisador, além de ver o corpo na expressão e manifestação, também o vê como fonte de ação para que tal movimento aconteça na interação com as mídias, como é o caso desta pesquisa, quando os estudantes praticam movimentos corporais tendo os recursos tecnológicos como interfaces à representação matemática.

Este estudo evidencia o quanto a valorização do corpo para entender as significações matemáticas atribuídas pelos estudantes é importante, principalmente numa situação que envolve a representação matemática de movimentos corporais e destaca as narrativas dos estudantes. Salienta também que os sensores tornam possível uma ampliação da idéia de representação de funções a partir de uma discussão que se estabelece em torno da coordenação de movimentos corporais e gráficos oferecidos para eles.

Essa discussão envolve as relações entre: representação do movimento e da trajetória realizada com os sensores; o corpo sendo movimento e suas representações múltiplas; a coordenação de representações gráficas em diferentes mídias computacionais e o gesto nas narrativas dos estudantes; as idéias que se repetem na discussão da representação cartesiana de movimentos corporais e o estudo de situações de variação no Ensino Fundamental, o que fortalece a reflexão quanto à representação de movimentos, apontando, assim, novos caminhos para o estudo de funções no Ensino Fundamental, considerando a vivência de movimentos com sensores junto ao corpo, tornando possível a discussão, análise e construção de gráficos cartesianos.

4 Considerações finais

Quando a informática passa a integrar o ambiente escolar num processo de interação que envolve aluno, professor e tecnologias, evidencia uma discussão

quanto à existência de diferentes opções de representação para aspectos matemáticos, fundamentais para que construções, análises e estabelecimento de relações ocorram, principalmente através da discussão e reflexão.

Hoje, com a utilização de sensores é possível coletar dados relativos a movimentos corporais experienciados em tempo real, os quais são representados no plano cartesiano em calculadoras gráficas ou computadores, possibilitando um estudo mais apurado dessa representação matemática, abrindo, assim um caminho para se valorizar a expressão corporal na escola.

Com a experiência corporal junto às mídias, o gráfico cartesiano assumiu uma abordagem diferente daquela que o considera como somatória de pontos. Passou a ser uma função representativa de uma situação de movimento vivenciada pelo estudante com os sensores, e também um instrumento que, com sua imagem, possibilita reviver ou rerepresentar um movimento corporal. A partir da análise das idéias que se apresentaram na discussão da representação cartesiana de movimentos corporais, tornou-se possível observar a fluência das idéias matemáticas na elaboração das narrativas dos estudantes. Algumas dessas idéias que se destacaram nos experimentos de ensino encontram-se presentes na discussão realizada na escola, relativa ao movimento, mas não estão relacionadas à representação gráfica, estão apresentadas como conceitos, principalmente nos livros didáticos.

O presente trabalho voltou-se também para o estudo de situações de variação no Ensino Fundamental, porque envolveu observação, análise e discussão de aspectos como a variação de espaço no tempo e sua representação matemática. Trata-se do fato de que neste contexto o estudo de funções e variação coloca em discussão as múltiplas representações que pode assumir um movimento corporal, envolvendo os estudantes numa discussão a respeito de variação, independentemente de terem estudado Cálculo.

A partir disso, entende-se que a presença das mídias nessa interação, promove a busca de explicações por parte dos estudantes, no sentido de retomar o movimento pensado, vivido e representado no plano cartesiano, caracterizando-o como um todo e também representando-o com duas dimensões, constituindo-se, assim, num recorte da situação vivenciada.

Ao voltar o olhar para essa discussão, pode-se afirmar que a visão de movimento se modifica ao trabalhar com os sensores, porque o movimento não é

mais visto somente como aquele observado a partir de um objeto em movimento, mas passa a ser visto como o movimento do próprio corpo. Neste sentido, movimento, gráfico cartesiano e tecnologias são integrantes fundamentais de uma relação que chamo de corpo-mídias-matemática.

Então, trabalhar com essa diversidade na sala de aula, aquecida pelas discussões e debates gerados, parece ser um desafio para os professores e estudantes que farão uso de tecnologias, as quais, além de proporcionarem a interação, realçam aspectos visuais e gráficos, possibilitando a análise e a reflexão a respeito do tema representação gráfica cartesiana de movimentos corporais.

E, para finalizar, pode-se dizer que nesta pesquisa muitas compreensões foram estabelecidas a respeito de caracterizações e relações entre movimentos corporais e representações cartesianas produzidas a partir de interfaces, como o CBR e o software LBM; que a compreensão da representação gráfica cartesiana com o corpo-próprio vai além de maneiras já consagradas na escola, porque a representação corresponde a um movimento vivenciado e descreve uma função, a qual torna possível, em qualquer momento de interpretação, reviver o movimento realizado com o gesto; e que a interação corpo-mídias-matemática apresenta-se como um novo caminho para a discussão do tema **movimento na escola**.

5.0 Referências Bibliográficas

BORBA, M.C., *Students' understanding of transformations of functions using multirepresentational software*. Cornell: Cornell University, 1993. 377f. Tese (Doutorado em Educação) Cornell University, 1993.

_____, Informática trará mudanças na Educação Brasileira. *Zetetiké*, Campinas, SP, v.4, nº6, pp. 123-134, 1996.

_____, Calculadoras Gráficas e Educação Matemática, *Série Reflexão e Educação Matemática*, Rio de Janeiro: Art. Bureau, 1999a, vol. 6.

_____, Lo que debemos llevar para el siglo XXI: el caso de las funciones, *Revista Uno – Revista de Didáctica de las Matemáticas* – Espanha, n.22, ps. 45-54, 1999b.

BORBA, M.C.; SCHEFFER, N.F. The mathematics of motion, sensors, and the introduction of function to eight graders in Brazil. In: ANNUAL MEETING 2001-AERA. *Math in Motion: Investigating the relationship and between formal mathematics body action*. Boston, 2001.

COBB, P. & STEFFE, L. P., The Constructivist Researcher as Teacher and Model Builder, *Journal for Research in Mathematics Education*, Reston VA: NCTM, v.14, n.2, p.83-94, 1983

KAPUT, J.J., Technology and Mathematics Education. In: DOUGLAS A. G. (Editor). *Handbook of research on mathematics teaching and learning*, USA: Macmillan Library Reference, 1992, p.515-556.

MERLEAU-PONTY, M. *Fenomenologia da Percepção*, São Paulo, Martins Fontes, 1994.

NEMIROVSKY, R., Mathematical Narratives I, INTERNATIONAL COLLOQUIUM ON THE INTRODUCTION TO ALGEBRA. *Anais...* Montreal, 1993, p. 12-16.

_____. On Ways of Symbolizing: The case of Laura and the Velocity Sign. *Journal of Mathematical Behavior*, New Jersey: Ablex Publishing.,v.13, p. 389-422, 1994.

_____; TIERNEY, C.; WRIGHT, T. *Body Motion and graphing*. Massachusetts: TERC, 1995.

_____;TIERNEY C. *Childrens Graphing of Changing situations*. Massachusetts: TERC, 1995.

_____, R., Mathematical Narratives, Modeling, and Algebra In: BEDNARZ et al. *Approaches to Algebra*; Netherlands: Kluwer Academic, 1996. p.197-220.

_____; KAPUT, J.; ROSCHELLE, J. Enlarging Mathematical Activity from Modeling Phenomena to Generating Phenomena, In: CONFERENCE OF THE INTERNACIONALS GROUP FOR THE PSYCHOLOGY OF MATHEMATICS, 22, 1998. Stellenbosch. *Proceedings of the 22 nd PME Conference*. Stellenbosch, 1998. v.3, p.287-294.

SCHEFFER, N.F.; BORBA, M.C. Explorando o Conceito de Movimento com o Auxílio da Informática no Ensino Fundamental, In. ENCONTRO BRASILEIRO DE ESTUDANTES DE PÓS GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO MATEMÁTICA, 3., 1999, Rio de Janeiro . *Anais... III EBRAPEM*, RJ, 1999.

SCHEFFER, N.F.; BORBA, M.C. A Narrativa para um “Movimento” realizado com o Auxílio de Tecnologias no Ensino Fundamental, In. ENCONTRO BRASILEIRO DE ESTUDANTES DE PÓS GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO MATEMÁTICA, 4., 2000, *Anais... IV EBRAPEM*, Rio Claro - SP, 2000.

SCHEFFER, N.F.; Sensores, Informática e o corpo: a noção de movimento, In: SEMINÁRIO INTERNACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO MATEMÁTICA, 1., 2000, Serra Negra. *Livro de Resumos... I SIPEM*, SP, 2000. p.237-242.

VILLARREAL, M. *O pensamento matemático de estudantes universitários de cálculo e tecnologias informáticas*. 1999. 402f. Tese (Doutorado em Educação Matemática) UNESP, Rio Claro - SP, 1999.