

## NECESSÁRIA, SIM, MAS NÃO SUFICIENTE<sup>1</sup>

SILVA, Vicente Eudes Veras da - UNESA/RJ

GT: Educação Matemática /n.19

Agência Financiadora: Não contou com financiamento.

Este artigo investiga como as novas tecnologias de informação e comunicação podem propiciar uma prática para o ensino-aprendizagem da Matemática, no que se refere à apreensão do conceito de *função de movimento*. O hiato entre o ensino da matemática concreta e o da matemática abstrata, gerado pela dificuldade que o aluno encontra em trafegar entre o concreto e o abstrato, levou-nos a utilizar como referencial teórico as duas formas de abstração elaboradas na Epistemologia Genética de Piaget. A abstração empírica consiste em retirar (abstrair) o conhecimento diretamente dos objetos ou das ações exercidas sobre eles; já a abstração reflexionante retira o conhecimento da coordenação das ações sobre os objetos. O presente trabalho é um estudo exploratório, composto de duas atividades realizadas com 60 alunos da 1ª série do ensino médio, em três instituições de ensino. Foi empregado um sensor – detector sônico de movimentos – que, quando acoplado à calculadora Texas TI 83 Plus, produz uma representação gráfica e, quando fixado a um sujeito em movimento, permite a representação gráfica do percurso por ele realizado. Concluímos que as etapas de tomada de consciência de tempo e de espaço, e a apreensão do conceito de função de movimento estão ligadas a uma evolução progressiva da própria apreensão do conceito, o que revelou a existência de um elo entre as duas formas de abstração. Finalmente, constatamos que o sensor, além de ter permitido a alternância entre a abstração empírica e a reflexionante, colaborou para que os sujeitos da pesquisa desempenhassem um papel ativo na apreensão do conceito em questão. A tecnologia é **necessária, sim, mas não suficiente** sem a tomada de consciência.

## INTRODUÇÃO

O processo ensino-aprendizagem de *funções de movimento* por meio da solução de problemas, no Ensino Médio, tem sido considerado uma tarefa escolar importante na

---

<sup>1</sup> Tomei emprestado o título do livro de Eliyahum Goldratt, Necessary But Not Sufficient.

prática pedagógica dos professores. No campo da Matemática, da Linguagem e demais disciplinas, considera-se de grande importância a exploração de tal atividade, seja verbalmente ou com números, tendo em vista a criação de situações de desafio para a inteligência dos alunos. As *funções de movimento* procuram, por intermédio da representação cartesiana do movimento, estabelecer relações entre distância e tempo, velocidade e tempo, aceleração e tempo. Lindwall e Lindström (1999), Nemirovsky (1996), Nemirovsky, Tierney, Wright (1995), ao realizarem estudos utilizando softwares que representam graficamente movimentos decorrentes da experiência dos estudantes, destacam as múltiplas formas de representação, como modos para expressar o entendimento dessas funções, a partir da apresentação das mesmas na tela do computador. Nessa pesquisa, um sensor CBR<sup>2</sup>, acoplado ao corpo, foi o ponto de partida para a discussão e análise que relaciona distância e tempo e sua representação gráfica cartesiana.

Os alunos constroem o conhecimento matemático gradualmente, seja valendo-se das atividades escolares que realizam, seja por meio da experiência cotidiana vivida fora do contexto escolar. É possível argumentar, portanto, que o desempenho dos alunos na solução de problemas nem sempre apresenta a qualidade que se espera, considerando-se a inadequação da atividade escolar em sala de aula. Independente da qualidade dos resultados, os alunos apresentam soluções para os problemas matemáticos, sendo possível tomá-las como objeto de estudo e de investigação. Essas soluções, todavia, não deveriam ser desprezadas jamais pelos educadores. Ao contrário, a atenção do professor deve voltar-se tanto para o ponto de partida quanto para o de chegada dos alunos em suas análises; desde os problemas mais simples, envolvendo tempo e espaço, até os que envolvem um maior nível de complexidade, como é o caso da própria função de movimento.

Dessa forma, o educador tem a possibilidade de compor os elementos formadores de sua matéria-prima de análise com o material oriundo do que foi compreendido e realizado pelos discentes em sala de aula, com o não feito, o não compreendido e o não resolvido no interior de uma dada situação-problema. Sem uma matéria-prima de análise diversificada, que expresse a realidade de um dado grupo de

---

<sup>2</sup> CBR – Calculator Based Ranger, detector sônico de movimentos, sensor acoplável na Calculadora Gráfica TI-83 Plus.

alunos, dificilmente o educador poderá, quando necessário, transformar os resultados da aprendizagem.

Em alguns casos, observa-se, principalmente, a grande dificuldade enfrentada pelos alunos em aulas de Cinemática, no Ensino Médio, e de Cálculo, no Ensino Superior, quando são confrontados com demandas de leitura e/ou construção de gráficos cartesianos que, em sua grande maioria, expressam movimento<sup>3</sup>. As noções físicas, matemáticas e biológicas são resultados efetivos de um complexo processo cognitivo no qual intervém a experiência cotidiana da criança, a maturação e as aprendizagens escolares. Assim, a experiência escolar corresponde somente a uma parte da elaboração de conhecimento dos sujeitos, mas, ao mesmo tempo, carrega em si um campo propício de relações e interconexões com os estudos da aquisição de conhecimentos.

Partimos do princípio de que a aprendizagem da Matemática pelos alunos está diretamente ligada à compreensão do mundo que os rodeia, uma vez que se tratando de uma linguagem, a matemática é estruturante de diferentes e importantes dimensões da vida cotidiana.

Mesmo sem saber, o sujeito vale-se do pensamento lógico-matemático para interpretar a realidade, como nas situações de reconhecimento do espaço físico, quando efetua deslocamentos, principalmente em lugares desconhecidos, em que velocidade e tempo são elementos constantemente avaliados. Compreender que o desenvolvimento das estruturas lógicas está relacionado aos conteúdos da própria Matemática é de importância fundamental para a reflexão sobre a aprendizagem. Aprendizagem, tomada em seu sentido mais amplo, implica um aprimoramento do raciocínio lógico e conseqüente modificação das estruturas de pensamento do sujeito. O ensino da Matemática pode alimentar-se dos elementos que constituem o cotidiano, mesmo sabendo que ele está em permanente mutação.

É inegável que os processos que envolvem o ensinar e o aprender da matemática têm sido objeto de constante preocupação dos docentes, cuja expressão pode ser verificada nas sucessivas reformas curriculares para o ensino da Matemática. Nelas, observa-se um número excessivo de concepções que enfatizam o formalismo, a falta ou interpretação indevida de programas e métodos que contemplem não só atividade

---

<sup>3</sup> Basta verificarmos os resultados do Sistema Nacional de Avaliação da Educação Básica (Saeb), do Exame Nacional do Ensino Médio (Enem), do Exame Nacional de Cursos (Provão), para constataremos o alto índice de reprovação em Matemática e Física (ensino fundamental e médio) e em Cálculo (ensino superior).

intelectual e material do aluno, mas também sua experiência cotidiana ao apropriar-se de conteúdos matemáticos. Apesar da preocupação em delinear respostas que envolvem o ensino e a aprendizagem dessa disciplina, o baixo desempenho dos alunos tem aumentado, enquanto as respostas oferecidas não têm sido capazes de minorar o fracasso na aprendizagem da Matemática. A busca de respostas a tal fenômeno parece aumentar o número de peças que formam o quebra-cabeça, impedindo a compreensão da impossibilidade de o aluno assimilar e entender conteúdos matemáticos.

Consideramos que, em parte, essas propostas de mudanças curriculares não tenham apresentado o êxito esperado ou desejado por não explorarem o estudo de características específicas que envolvem a compreensão de disciplinas como a da Matemática. Entendemos que duas dimensões são indispensáveis para a compreensão do ensino da matemática: a) a de que esta área do conhecimento é constituída por uma linguagem que possibilita uma leitura do seu entorno, tornando-se inseparável da compreensão de que cada sujeito tem do mundo; b) a de que há um hiato entre o ensino de uma matemática concreta para uma matemática abstrata e a dificuldade que o aluno encontra em fazer essa passagem.

## **ABSTRAÇÃO REFLEXIONANTE**

A Epistemologia Genética de Jean Piaget (1990) esclarece que, enquanto a abstração empírica consiste em retirar (abstrair) o conhecimento diretamente dos objetos ou da ação que exerce sobre estes objetos; a abstração reflexionante consiste em retirar (abstrair) o conhecimento não dos objetos, mas da coordenação das ações sobre os objetos. Assim, por exemplo o conhecimento da “feitura” de gráficos de função de movimento é retirado (abstraído) da coordenação de várias ações.

No processo de abstração reflexionante proposto por Piaget e discutido por Becker (1993), o conhecimento é concebido como uma construção. Esta construção acontece através de um processo de abstração reflexionante.

A abstração reflexionante apóia-se sobre os objetos físicos ou sobre os aspectos materiais da própria ação (tal como a abstração empírica) e, além disso, "sobre todas as atividades cognitivas do sujeito (esquemas ou coordenações de ações, operações, estruturas, etc.), para delas retirar certos caracteres e utilizá-los para outras finalidades (novas adaptações, novos problemas, etc.)" (Piaget, 1995, p.6). Assim, pode-se dizer que a abstração é reflexionante em dois sentidos complementares:

a) Primeiro, no sentido em que transpõe a um plano superior o que obtém no patamar precedente, como, por exemplo, ao conceituar uma ação. A esta projeção ou transferência, Piaget chamou "reflexionamento".

b) A seguir, necessariamente deve ocorrer uma reconstrução sobre o novo plano B daquilo que foi obtido no plano de partida A, ou, pelo menos, uma relação entre os elementos extraídos de A com os já situados em B. Tal reorganização, exigida pelo processo de abstração reflexionante, foi designada como "reflexão".

Conclui-se que a abstração será maior ou menor dependendo do contexto no qual o indivíduo esteja inserido. O contexto serve para alimentar as experiências anteriores ou os esquemas. Portanto, deve haver uma constante preocupação em apresentar os conteúdos de tal forma que estejam associados ao cotidiano do aluno.

A ação torna-se fundamental no processo pedagógico. Para Piaget, quando não há condições de ação, torna-se inviável a experiência. Disso conclui-se que é necessária uma ou mais ações para que possa haver mudanças nos esquemas, e estas ações podem estar relacionadas com a realização de algo concreto e ao mesmo tempo interpretativo.

O conhecimento prático constitui a matéria-prima do conhecimento. É sobre ele que se faz a abstração e Piaget dá importância para a abstração ou a tomada de consciência, que é uma ação eminentemente e progressivamente interna.

Procuramos salientar estes aspectos na utilização do sensor CBR. Ao utilizar o sensor acoplado à calculadora gráfica, esperamos que haja a formalização de novos conceitos e, junto com o processo de abstração, poderão surgir novas críticas e questionamentos. Entendemos que a abstração reflexionante, apesar de predominante sobre a empírica, não é nunca um processo exclusivo e dominante e necessita constantemente do "sentir" perceptivo.

Portanto, acreditamos que o saber tem sua origem na abstração reflexionante apoiada na prática. O fazer (a prática) é condição necessária da teoria piagetiana acima exposta, mas, de modo algum, sua condição suficiente.

## **PRODUÇÃO DO CONHECIMENTO**

As evoluções tecnológicas<sup>4</sup> geram mudanças nas organizações sociais, no pensamento humano e na produção do conhecimento. Diversas tecnologias introduzidas na educação revolucionaram-na, como o livro impresso, os aparelhos de som, o videocassete, os televisores e o computador. Ao mesmo tempo que nos preocupamos em inserir as novas tecnologias criadas ao longo dos anos nos meios educacionais, deparamo-nos com carências básicas das crianças, as quais não possuem, muitas vezes, condições mínimas favoráveis ao desenvolvimento da aprendizagem.

O uso das tecnologias, certamente, não resolverá todos os problemas do ensino e da aprendizagem da Matemática, mas poderá ser um grande auxiliar para superar dificuldades dos alunos.

Hoje, verificamos que, graças às novas tecnologias e à progressiva mudança de mentalidade dos professores, sem a qual tecnologia nenhuma será ‘operada’ em sala de aula, o modo de ensinar está mudando. Canetas óticas, “scanners”, “palm tops”, câmeras de vídeo digitais, “softwares” para reconhecimento da voz e outras ferramentas “hi-tech” são protagonistas de uma nova revolução: aquela das interfaces do conhecimento.

O uso da tecnologia, incluído aí o sensor CBR, está ao alcance das escolas, uma vez que grande parte delas está equipada com aparelhos de som, videocassetes, televisores e computadores. Acreditamos que as modernas tecnologias de comunicação - ao serem introduzidas na área educacional - sugerem transformações substanciais na estrutura funcional da escola e da sala de aula.

Por outro lado, embora as escolas façam parte de nossa cultura e reflitam seus valores, verificamos que as mudanças tecnológicas vigentes na sociedade, em geral, deixaram o sistema educacional quase totalmente inalterado. Em outras palavras, de nada adianta as escolas estarem equipadas com diversos equipamentos se o professor mantiver seu comportamento e metodologias tradicionais, ou seja, a tecnologia, por si só, não garante realização das mudanças necessárias e tampouco a participação real dos alunos.

Com o uso dos meios disponíveis, cabe ao professor tomar decisões, orientar as atividades, estabelecer tarefas, cobrar a produção individual e coletiva para criar as

---

<sup>4</sup> A atual revolução da informação é a quarta revolução da informação na história da humanidade. A primeira foi a invenção da escrita há 5000 anos na Mesopotâmia, milhares de anos mais tarde, na China, e depois pelos Maias, na América Central. A segunda revolução da informação aconteceu com a invenção do livro escrito, primeiro na China e depois na Grécia. A terceira revolução da informação teve início

possibilidades da construção do conhecimento, sempre partindo da experiência que o educando possui.

O uso da tecnologia enriquece ambientes de aprendizagem em que o aluno interage com os objetos e produz conhecimento. O estudante do futuro terá um comportamento cada vez mais interativo e participará da construção do próprio saber utilizando as novas tecnologias. Não se dá mais, exclusivamente, a simples transferência de conhecimento para o aluno. O aluno não deverá ser mais instruído, ensinado, “posto em formas”, mas sim tornar-se o construtor do seu conhecimento. É com esta esperança que realizamos nossa pesquisa com o sensor CBR. O uso desta tecnologia pode levar o aluno à abstração reflexionante e assim, à produção do conhecimento.

## **ATIVIDADES REALIZADAS**

Foram investigados 60 alunos da 1ª série do Ensino Fundamental, com idades entre 15 e 18 anos - de três escolas, sendo 20 alunos do Educandário Cruzeiro do Sul (escola 1), 20 alunos do Colégio Casimiro de Abreu (escola 2), ambos localizados na cidade de Duque de Caxias, RJ, e 20 alunos da Escola Técnica Estadual Juscelino Kubitschek (escola 3), localizada no Jardim América, na cidade de Rio de Janeiro.

Os alunos realizaram duas atividades. Cada situação proposta foi realizada duas vezes: antes, com papel e lápis e depois, com o sensor CBR. Foram criados três estágios (I, II e III) para a análise dos resultados.

### **Atividade 1: A questão da ida do estudante à escola**

*Um estudante sai de casa para ir à escola. Após 2 minutos lembra-se de que esqueceu um livro e volta a casa. Pega o livro e volta em direção à escola e, após 4 minutos de caminhada, lembra que esqueceu (Que menino esquecido!) o dinheiro da merenda. Volta a casa, pega o dinheiro da merenda e retorna à escola. Considerando a trajetória da casa à escola uma linha reta, esboce o gráfico.*

**Estágio I** – O aluno apresenta dificuldade para compreender a questão proposta, pois apresenta reações de incompreensão diante da situação. Não há diferenciação entre

---

com a invenção da prensa de Gutenberg e dos tipos móveis, entre 1450 e 1455, e também pela invenção contemporânea da gravura.

tempo e espaço. No entanto, o aluno procura estabelecer uma concordância entre as coordenadas para traçar o gráfico.

**Estágio II** – Há um avanço com relação ao nível precedente, mas os alunos não conseguem entender que, embora com o espaço (distância) “parado”, o tempo “não pára”. Há clara explicitação de que precisam mais do que papel e lápis para realização da questão proposta.

**Estágio III** – O aluno consegue resolver a questão proposta logo de início, demonstrando que tem conhecimento dos conceitos de tempo e espaço e sua relação no gráfico com abscissa e ordenada.

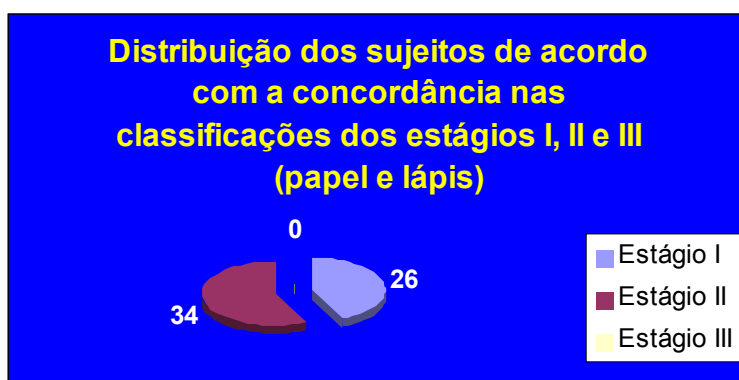


Gráfico 1 - Distribuição dos sujeitos de acordo com a concordância nas classificações dos estágios I, II e III (papel e lápis)

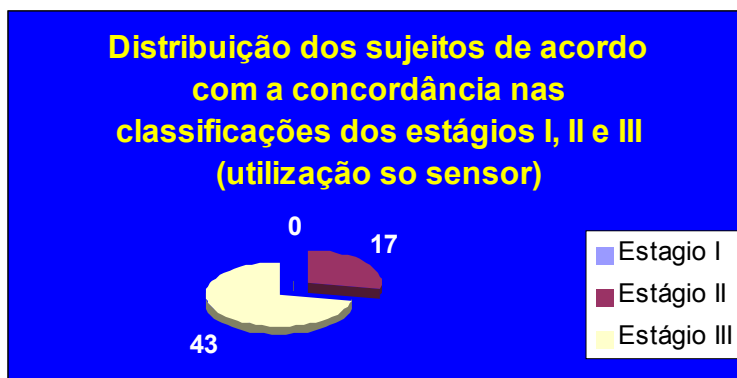


Gráfico 2 – Distribuição dos sujeitos de acordo com a concordância nas classificações dos estágios I, II e III (utilização do sensor)

**Atividade 2: A questão do número de voltas da roda-gigante**



*Uma criança encontra-se na cadeira de uma roda-gigante num Parque de diversões. O brinquedo começa a girar e após 5 voltas pára com problemas técnicos. Considerando a velocidade constante, esboce o gráfico.*

**Estágio I** – O aluno apresenta dificuldades em compreender que nas voltas da roda gigante, embora faça movimentos cíclicos, o tempo “não pára”

**Estágio II** – Há um avanço com relação ao nível precedente, mas o sujeito demonstra dificuldade em traduzir a questão proposta em imagem ou representação figurativa

**Estágio III** –A criança consegue fazer o gráfico da situação proposta logo de início, demonstrando que tem conhecimento dos conceitos de tempo e espaço e sua relação no gráfico com abscissa e ordenada.

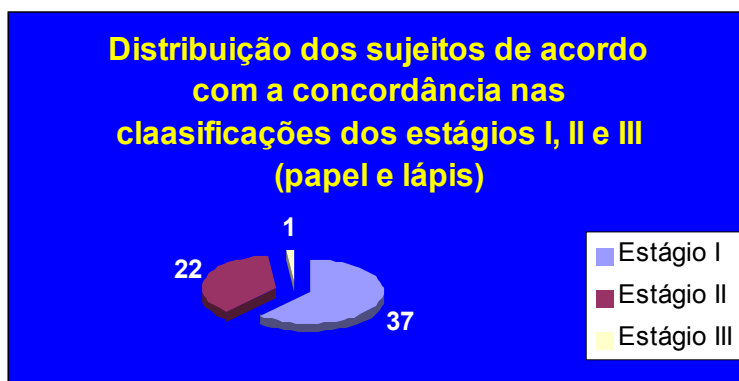


Gráfico 3 – Distribuição dos sujeitos de acordo com a concordância nas classificações dos estágios I, II e III (papel e lápis)

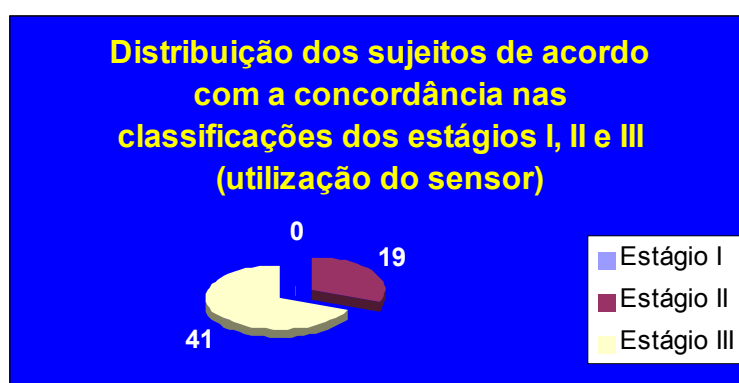


Gráfico 4 – Distribuição dos sujeitos de acordo com a concordância nas classificações dos estágios I, II e III (utilização do sensor)

## ANÁLISE DOS RESULTADOS

As duas atividades que foram realizadas sobre gráficos de função de movimentos confirmaram que a apreensão destes comporta sempre a intervenção da abstração reflexionante. Mas os fatos que eles descrevem têm, por outro lado, sinalizado que a apreensão de gráficos de função de movimento não se reduz a um conjunto de constatações, exigindo a construção de um de um quadro assimilador. Esse quadro é criado para assegurar uma leitura adequada dos dados (e falamos, aqui, desta leitura, e não das reconstruções e das continuações, para as quais ele desaparece), de tornar a relacionar espaço e tempo em conexão com as atividades I e II propostas.

Verificamos, também, durante as atividades realizadas pelos alunos (escolhemos aqui, uma dupla de alunos, **THA** e **RAI**), uma constante colaboração das duas formas de abstrações, empírica e reflexionante.

A evolução dos gráficos feitos depois da utilização do sensor, em comparação com os gráficos feitos apenas com papel e lápis, é muito instrutiva quanto às relações entre a abstração reflexionante e a abstração empírica. Esta, com efeito, apóia-se, no domínio espacial, sobre o aspecto figurativo dos objetos, isto é, sobre suas formas e dimensões, suas configurações de conjunto ou seus movimentos, mas, enquanto trajetos materiais isolados aparecem como figuras estáticas. Apesar de tanto **THA** como **RAI**, ao realizarem os gráficos da atividade I apenas com papel e lápis, terem procurado descrever a situação com palavras (**THA**) ou com o próprio desenho do estudante e da escola (**RAI**), tanto **THA** como **RAI**, não foram capazes de desligar-se do aspecto figural dado (a imagem que lhes vêm à cabeça).

A abstração reflexionante apóia-se, ao contrário, sobre coordenações de ações, enquanto combinações e composições livres que ultrapassam as relações imediatamente constatadas. Certamente, estas composições de deslocamentos dão, igualmente, lugar a constatações e são submetidas a êxitos que, por sua vez, também são constatados, porque aquilo que é próprio das operações espaciais é o fato de poderem traduzir-se, detalhadamente, em imagens ou representações figurativas. A dupla de alunos, então, conclui que precisa realizar a atividade mais de uma vez para ampliarem as suas constatações.

**THA.** Você fica com este negócio esquisito (referindo-se ao sensor) que eu fico com a calculadora.

**RAI.** Tudo bem, vamos ver em que isto vai dar.

**THA.** Temos que ir, voltar, ir, voltar e ir e chegar.

**THA** liga o sensor através da calculadora e **RAI** começa a caminhar.

**THA**. Ih, isso funciona, a linha tá se mexendo.

**RAI**. Deixa eu ver também. Olha, a gente se aproxima da escola e a linha diminui, agora estamos voltando para casa e a linha cresce.

**THA**. Não estou entendendo nada. Vamos fazer tudo de novo.



**Foto 1 - THA e RAI utilizando o sensor CBR no início da atividade I**

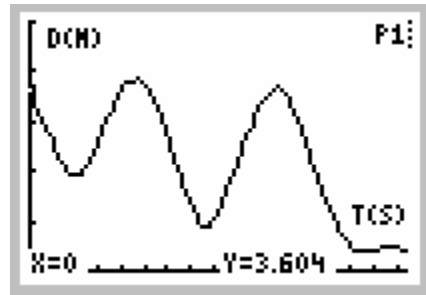
O critério fundamental das coordenações bem sucedidas, das quais precede a abstração reflexionante, é sua necessidade intrínseca, por oposição aos resultados aleatórios ou meramente constatados.

**THA**: Poxa, olha aqui que interessante.

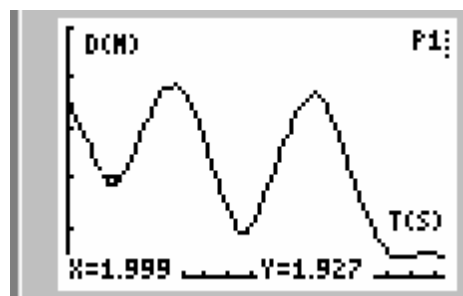
**RAI**: O que foi?

**THA**: Saímos daqui (*mostra o gráfico na calculadora*). Estamos a 3,6m da escola.

**RAI**: Ih, o tempo tá zerado.

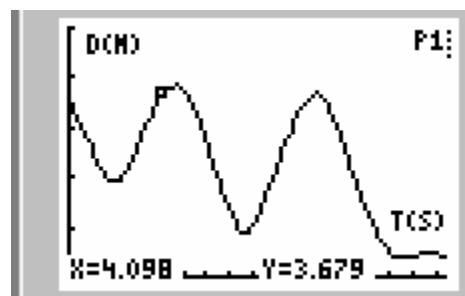


**THA:** Quando lembramos do livro já estávamos a 1,9m da escola e voltamos para pegar o livro.



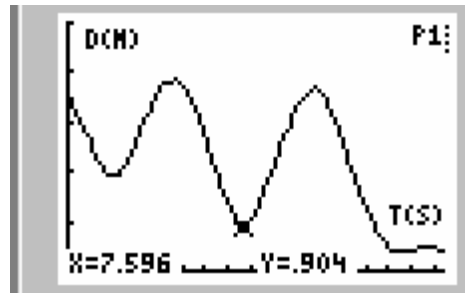
**RAI:** Quando chegamos em casa de novo.

**THA:** Olha o espaço, estamos novamente a 3,6m da escola.



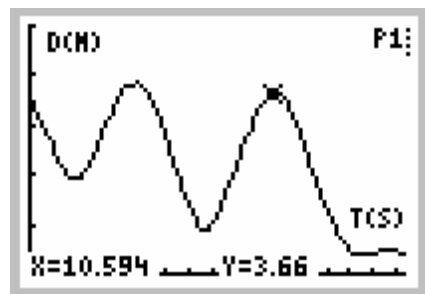
**RAI:** Agora estamos novamente perto da escola.

**THA:** Mais perto ainda, olha aí, menos de 1 metro.

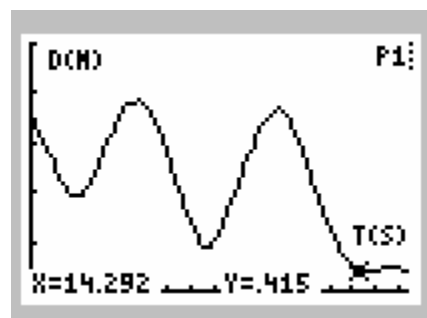


**RAI:** Lembramos do lanche e voltamos para casa.

**THA:** Certinho, novamente estamos a 3,6m da escola.



**THA:** Voltamos para a escola.



**RAI:** Finalmente, e com o livro e o lanche.

**THA:** Eu tinha feito uma reta no papel e lápis, não tinha me tocado que nestas idas e vindas casa-escola-casa haveria variações no espaço. Em alguns instantes, estaria mais longe e em outros instantes, estaria mais perto.

**RAI:** E eu, não fiz uma reta, mas também não levei em consideração que quando voltasse para casa, o espaço seria menor.



**Foto 2 - THA e RAI utilizando o sensor CBR ao final da atividade I**

**THA:** Eu nunca aprendi isso. Agora posso ver.

**RAI:** Mais do que ver, podemos fazer.

As relações entre o reflexionamento e a reflexão devem ser concebidas como de estreita continuidade: ao transpor uma estrutura de um plano inferior a um plano superior, o reflexionamento dá-lhe um novo conteúdo, o que já significa generalizá-la um pouco, enquanto que o papel inicial da reflexão é de apenas reconstruí-la ou reconstituí-la em um novo plano, o que significa prolongar o reflexionamento.

Aquilo que é próprio da abstração reflexionante é, portanto, conduzir necessariamente à construção de operações sobre operações, mas com a particularidade de que as novas operações que sobrevêm não são uma qualquer, mas prolongam as precedentes de uma maneira diferenciada.

A abstração reflexionante é um processo que permite construir estruturas novas, em virtude da reorganização de elementos tirados de estruturas e, como tal, tanto pode funcionar de maneira inconsciente, como vimos na atividade I, ou por meio de intenções deliberadas, como vimos na atividade II. Em geral, o sujeito de uma investigação ignora, por muito tempo, de que fontes surgem os mecanismos constitutivos de sua nova construção.

No caminhos traçados pelos alunos para a apreensão de gráficos de função de movimento, os resultados mostram que a abstração empírica não basta a si mesma, fornecendo apenas dados de fato, sem reunir em um todo o sistema de transformações e, sobretudo, sem fornecer as razões. Mas a abstração empírica permanece necessária à medida que os modelos dedutivos do sujeito devem aplicar-se a objetos. Quanto a abstração reflexionante, é ela fonte contínua de novidades, porque atinge novas “reflexões” sobre cada um dos planos sucessivos de “reflexionamento” que se engendram, sem que sua seqüência seja jamais abalada. Assim, da ação à representação e desta às comparações chegamos, enfim, ao pensamento reflexivo, em que há continuidade de engendração, pois a “reflexão” reorganiza um novo sistema, com progresso da coerência e da integração, até a apreensão da “razão” das estruturas elaboradas anteriormente (a qual se apoiará ulteriormente sobre muitas outras razões, portanto, em níveis meta-reflexivos, cada vez mais elevados).

Inicialmente, as abstrações “refletidas” realizadas pelos alunos, devido às comparações, são tardias em relação ao próprio processo “reflexionante”. Mais tarde, atingem o mesmo nível e podem, então, servir de trampolim para um novo avanço, na direção do pensamento reflexivo, feito de reflexões sobre as reflexões anteriores.

Enfim, este duplo processo do “reflexionamento dos reflexionamentos” inferiores e da “reflexão sobre as reflexões” precedentes constitui um processo ininterrupto e dinâmico que levou os alunos à apreensão do conceito de função de movimento.

## CONCLUSÃO

Nesta artigo, verificamos que todo o desenvolvimento das atividades I e II (antes, com papel e lápis e, depois, com a utilização do sensor) se caracterizam por um ajustamento laborioso das abstrações e das generalizações, o que corresponde, mais precisamente, as diferenciações (correspondendo ao aspecto de “reflexionamento” da abstração reflexionante) e as integrações (correspondendo ao aspecto de “reflexão”, enquanto confecção do novo gráfico). A lei geral que rege uma tal evolução pode, pois, expressar-se em termos de um equilíbrio gradual entre a diferenciação e a integração.

Toda esta evolução é dirigida, assim, por uma lei de equilíbrio entre as diferenciações e as integrações, resultando as primeiras do processo de “reflexionamento”, próprio das abstrações reflexionantes, que retira de um nível inferior

certas ligações, empregadas implicitamente, ou simplesmente implicadas, mas não notadas, para as transformar em objetos de pensamento no nível posterior. As segundas resultam, então, em “reflexão” ou reorganização necessárias, sobre o novo plano, do sistema assim enriquecido pela introdução destes objetos de pensamento não considerados até então. Esta “reflexão”, que constitui o segundo aspecto da abstração reflexionante é, então, necessariamente generalizadora, por se apoiar sobre uma totalidade mais ampla. Não se trata, portanto, somente de relações indissociáveis da abstração e da generalização que determinam os dois pólos do processo de equilibração, mas, de modo mais geral, dos pólos de diferenciação e da integração.

Queremos agora acentuar a questão do conhecimento do sujeito sobre estas interações, utilizando o paradigma piagetiano para isto. Para Piaget, o conhecimento corresponde aos vários graus de tomada de consciência do sujeito sobre as interações. Portanto, o conhecimento é diretamente proporcional a capacidade do sujeito em representar por meio de esquemas, suas interações. Embora, a verbalização das ações ocupe um lugar destacado nas investigações que Piaget realizou, isto não significa que a linguagem em si gera a cognição. É a função semiótica no seu conjunto que liberta o sujeito dos limites circunscritos de suas interações, permitindo representações que transcendam as experiências espaciais e temporais imediatas.

Entretanto, esta tomada de consciência (passagem das coordenações inconscientes às conscientes) exige, conforme Piaget, reconstruções tão trabalhosas como se fossem uma nova construção.

Os alunos, ao final das duas atividades propostas, percebem claramente as duas características fundamentais do espaço e do tempo, ao utilizarem o sensor CBR e realizarem as atividades, visto que sem os êxitos da ação, a conceituação permaneceria inoperante. Por um lado, trata-se de uma espécie de projeção ou de reflexão no sentido físico (reflexo), que consegue transpor do plano motor para o das representações a relação tempo e espaço nas atividades I e II. Por outro lado, trata-se da reflexão no sentido de uma reorganização conceitual, pois a coordenação de uma ação (corpo-sensor)<sup>5</sup> acrescenta um elemento novo e essencial: a compreensão de suas condições e de suas razões, o que equivale a inserir o êxito prático, como caso singular, no conjunto

---

<sup>5</sup> A Prof<sup>a</sup>. Dra. Janete Bolite Frant do Programa de Estudos Pós-Graduados em Educação Matemática (PUC/SP) atualmente trabalha com a seguinte linha de pesquisa: *Tecnologia, Corpo, Linguagem: Implicações para a Educação Matemática*.



das possibilidades realizáveis em condições análogas, e a construir dessa forma um referencial de uma natureza totalmente diferente do sistema inicial (papel/lápis).

A reflexão leva os alunos à apreensão do conceito de funções de movimento pois realiza uma correspondência entre as ligações sensoriomotrizes e as relações conceituais que as representam. Mas esta apreensão do conceito de funções de movimento, como uma coordenação completa entre a atividade proposta e a ação, só é alcançada após a utilização do sensor, o qual possibilita a realização da ação com o próprio corpo. É um processo de construção que podemos separar em quatro campos possíveis de tomada de consciência:

- 1) há primeiramente a conceituação das atividades I e II propostas e dos dados dessas atividades. Dir-se-á que se trata, no caso, de níveis de compreensão e não de tomada de consciência. O sujeito inicialmente apenas retém certos aspectos do problema enunciado, e isso constitui portanto um primeiro campo de tomada de consciência e de leitura dos dados de observação;
- 2) há, a seguir, as intenções variáveis do sujeito e 3) suas realizações sucessivas. Ambas dão origem em cada ação particular a uma tomada de consciência e a constatações sem dificuldades, embora ainda reste estabelecer suas ligações com a atividade proposta e a assimilação dos dados;
- 4) há, finalmente, o campo da tomada de consciência das conexões entre ações sucessivas e das variações de suas variações. Este é o ponto crucial na conceituação das construções e que levou os alunos, com a interiorização das ações, à apreensão do conceito de função de movimento.

A interiorização das ações mediante representações supõe a tomada de consciência, visto que essa tomada de consciência é uma conceituação. Neste processo de interiorização, a consciência adquirida não se liga unicamente a cada uma das ações particulares (ida/volta da escola ou cinco voltas da roda gigante), mas também às relações que se estabelecem entre as significações sucessivamente elaboradas.

Essa tomada de consciência progressiva do conjunto da conduta, que podemos verificar na resolução das atividades I e II, é essencial no domínio das ações de construção do conceito de funções de movimento.

Entendemos, ainda, que o processo educativo é um componente fundamental da vida social, é um elemento essencial na socialização dos seres humanos, que podem se

perceber-se como os únicos animais que têm a referência do futuro, construída a partir de nossa compreensão do passado e do presente em movimento.

Se, por um lado, a educação, no contexto mais amplo da formação humana ou da criação da humanidade, deve ser vista como um percurso em busca da organização de valores, deve ser vista também como um processo de construção de conhecimentos, formação de habilidades técnicas e cognitivas. Por outro lado, ao observarmos os métodos de ensino praticados pelos professores de nossos avós e de nossos pais e aqueles que se encontram em vigor em nossos dias, é certo que haverá diferenças, mas dificilmente poderemos dizer que houve revoluções que transformaram substancialmente a prática pedagógica e, principalmente, o uso de recursos para a aprendizagem. Hoje, acreditamos que a tecnologia tem assumido, também, um papel significativo sobre os processos de ensino e de aprendizagem. Não como modismo, mas com meio de achar meios para cumprir melhor nossa missão como educadores. Desta forma, queremos sublinhar que a tecnologia é **necessária, sim, mas não suficiente**.

Enfim, surge um novo modo de ensinar, no qual se encontram os papéis do professor e do aluno. Num mundo em que a velocidade da informação é cada vez maior, o educador precisa formar pessoas para o uso inteligente e crítico dos meios e, assim, motivar os alunos por meio de um processo de ensino/aprendizagem mais eficaz. A tecnologia é **necessária, sim, mas não suficiente** sem um processo de ensino/aprendizagem mais eficaz

Concluimos também que, as etapas da tomada de consciência estão ligadas a uma evolução progressiva da própria apreensão do conceito. Na realidade, a tomada de consciência e a apreensão de um conceito procedem ambas da abstração reflexionante. Isso equivale a dizer que a tomada de consciência e apreensão de um conceito parecem estar necessariamente ligadas. A tecnologia é **necessária, sim, mas não suficiente** sem a tomada de consciência.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BECKER, F. **Educação e Construção do Conhecimento**. Porto Alegre: Artmed, 2001.

GOLDRATT, E. **Necessary But Not Sufficient**. Ptak Release, October, 2000

LINDWALL, O., & LINDSTRÖML, B. **Describing, demonstrating, and indicating in microcomputer-based laboratories.** Paper presented at AERA, Montreal, Canada, August, 1999, p. 24-28.

NEMIROVSKY, R. **On Ways of Symbolizing: The Case of Laura and the Velocity Signs in Microcomputer-Based Labs:** Educational Research and Standards. NATO ASI Series F: Computer and Systems Sciences, 1996, Vol. 156, 177-206

NEMIROVSKY,R., TIERNEY, C., WRIGHT, T. (1998). **Body motion and graphing.***Cognition and Instruction*, Noble, 1998, p. 119-172.

PIAGET, J. **Abstração Reflexionante.** Porto Alegre: Artes Médicas, 1995.

PIAGET, Jean. **Epistemologia Genética.** São Paulo: Livraria Martins Fontes Editora Ltda. 1990.