

ENSINO DE CIÊNCIAS E AUSÊNCIA DE FUNDAMENTOS MATEMÁTICOS

César Sátiro dos Santos

c.satiro@terra.com.br

Mestre em Ensino de Ciências – Unesp – Bauru

Giovana Lavínia da Cunha Santos

giolavi@fc.unesp.br

Mestranda em Ensino de Ciências – Unesp - Bauru

Resumo

Este trabalho pretende discutir as implicações que a ausência de fundamentação matemática pode trazer para o ensino de ciências. Adotamos como base o referencial construtivista de Piaget. Pretende-se avaliar em que medida o fraco desempenho de alunos na área de ciências pode estar comprometido com a falta dos fundamentos e esquemas lógico – matemáticos necessários a este aprendizado.

Palavras-chave: Esquemas Mentais; Construtivismo Piagetiano; Conceitos Matemáticos.

Introdução : A idéia de aplicarmos um mini-curso com as quatro operações básicas da aritmética surgiu devido a constatações que já havíamos realizado de forma não sistematizada em nossas aulas no Ensino Médio. Constatações que apontavam para uma séria deficiência de nossos alunos na realização das quatro operações fundamentais. Em uma aula de Física, o aluno é capaz de entender que duas cargas de mesmo sinal se repelem, que a força de repulsão vai depender diretamente do módulo das cargas e, até mesmo, que esta força vai variar com o inverso da distância, porém, ao expressarmos isso com a Lei de Coulomb, este mesmo aluno apresenta problemas para expressar resultados numéricos. Daí sugerimos aos nossos alunos que estaríamos oferecendo um mini-curso para tentar resgatar as bases deste saber. Além disso, poderíamos estudar as dimensões deste problema com alunos do Ensino Médio.

A Clientela : Trabalhamos neste curso com alunos das três séries do Ensino Médio. O mini – curso foi oferecido e deixamos que os alunos manifestassem interesse através da matrícula espontânea. São alunos de um curso noturno de uma escola pública de Catanduva – SP, com idades variando entre 16 e 20 anos. A grande maioria trabalha em atividades as mais diversas, quase sempre de natureza não muito complexa.

A Proposta : Não era nossa intenção apenas levantar o problema, mas tentar, dentro das nossas possibilidades, oferecer soluções, ainda que estivéssemos plenamente conscientes das dificuldades, nunca tendo alimentado a pretensão de resolver defasagens tão sérias com apenas algumas aulas. Contudo, sabíamos que “ Algumas crianças que, pelas suas experiências vivenciadas fora da escola, construíram a estrutura cognitiva que sustenta o entendimento desta situação, poderão, certamente aprender o que a escola lhes “tenta ensinar”. (RANGEL, 1992. pg. 25)”

Nosso propósito consistiu em tentar o aproveitamento das experiências de vida que poderiam ter fornecido os desafios e estímulos que estes alunos não encontraram na escola, na família e no ambiente em que se desenvolveram.

Metodologia : Embora usando o referencial construtivista de Piaget, não foi possível elaborar um curso com base total neste referencial. Apenas em parte isto foi feito: (i) o curso foi

oferecido aos alunos interessados, ou seja, não fazia parte da rotina normal da escola; (ii) as aulas foram dialogadas, o debate estimulado e todos puderam participar de forma livre e direta; (iii) tentamos oferecer as “razões” para certos procedimentos operacionais do ato de “fazer contas”, esperando encontrar ressonância e estruturas mentais mais ou menos aptas à assimilação/acomodação do que seria oferecido, pois não tínhamos condições de tempo e recursos para oferecer um curso de aritmética nos moldes sugeridos pela pesquisa de base piagetiana. Fizemos avaliações no início e no fim do processo; oferecemos um total de 8 aulas, aplicando atividades em cada fim de aula.

Fundamento Teórico: Nosso referencial teórico é a Teoria do Desenvolvimento cognitivo de Jean Piaget. Piaget caracterizou o desenvolvimento da inteligência em alguns estágios mais ou menos bem estabelecidos, distinguindo quatro estágios e/ou períodos gerais de desenvolvimento cognitivo: sensório-motor, pré-operacional, operacional-concreto, operacional-formal.

Período Sensório – Motor: É o primeiro momento do desenvolvimento lógico, vai de 0 a 2 anos. Nele se verifica a evolução da percepção e da motricidade, ou seja, o desenvolvimento de reflexos como sucção, preensão, visão, tato, audição, etc.

Neste período, Piaget situa a origem de um comportamento inteligente, além de se caracterizar por um grande egocentrismo. Não há coordenação nas ações. Não há diferença entre a criança e o mundo.

Período Pré – Operacional : O período do desenvolvimento lógico denominado pré-operacional, vai de 2 a 7 anos mais ou menos. Com o uso dos símbolos, linguagem e imagens mentais, o pensamento da criança começa a se organizar, mas ainda não é reversível. É ainda egocêntrica, vendo a realidade como esta a afeta. Sem reversibilidade, é incapaz de transitividade e outras operações lógicas dependentes da reversão.

Período Operacional – Concreto : Vai de 7 a 12 anos. Verifica-se uma descentração progressiva, pois ela passa a considerar as coisas sob várias perspectivas. Surge a reversibilidade mental. Pode combinar classes elementares para formar classes superiores ($A + A' = B$) e dada a classe superior, diferenciar suas classes componentes ($B - A' = A$). Ela é capaz de pensar no todo e nas partes simultaneamente. Adquire a noção de reversibilidade por inversão e negação, cujo produto é uma anulação ($+ A - A = 0$) e a de reversibilidade por reciprocidade (se $A = B$, $B = A$ ou se A está à esquerda de B , B está à direita de A).

Ela ainda não é capaz de operar com hipóteses e recorre a objetos e acontecimentos concretos. Para antecipar o ausente, ela tem que partir do concreto.

Período das Operações Formais : Por volta dos 12 anos, e para todo o resto da vida. Sua característica principal é a capacidade de raciocinar com hipóteses verbais e não apenas com objetos concretos. É o pensamento proposicional, no qual se raciocina por proposições. Pode-se partir do concreto, mas os adolescentes formula os resultados dessas operações sob a forma de proposições e continua a operar mentalmente com elas.

O adolescente torna-se capaz de fazer raciocínios hipotético-dedutivos. A dedução lógica, é um de seus novos instrumentos. Ele passa a buscar hipóteses gerais que possam explicar fatos observáveis que tenham ocorrido.

Passagem de um Período ao Outro : Não se dá de maneira abrupta. Cada período tem características predominantes e os indivíduos de cada faixa etária apresentam comportamentos mais ou menos conforme o previsto por estes estágios. Pode haver atrasos e

raramente comportamentos característicos de estágios superiores. A ordem dos períodos é invariável, muito embora possa haver diferença nas idades em que cada criança atinge cada período. O importante é a sucessão de períodos, não as idades em que acontecem.

Basicamente, a passagem de um período a outro se dá por um mecanismo de adaptação por sucessivas equilibrações entre dois componentes chamados por Piaget de: ASSIMILAÇÃO E ACOMODAÇÃO.

Assimilação : É o mecanismo que o sujeito aplica ao procurar compreender o seu mundo. Todos os fatos novos tendem a ser explicados em função dos esquemas ou estruturas cognitivas de que o sujeito dispõe. Diante de qualquer situação nova, buscamos interpretá-la segundo nossas concepções atuais. A assimilação apresenta-se sob três formas indissociáveis: (i) assimilação funcional: consiste em repetir uma ação pelo prazer de colocá-la em exercício, com a finalidade de consolidá-la ; (ii) assimilação recognitiva: tem a função de discriminar os objetos assimiláveis a um esquema dado; (iii) assimilação generalizadora: consiste em estender o domínio desse esquema à situações novas vivenciadas.

Acomodação : Se o objeto que se pretende assimilar impõe resistências, o sujeito faz um esforço no sentido contrário ao da assimilação. Ele se lança ao movimento de acomodação, que consiste em modificar hipóteses e concepções anteriores diante do novo fato, ou seja, ele opera mudanças no seu aparato cognitivo, ele age no sentido de transformar-se. A acomodação surge a partir das perturbações provocadas pelas situações novas que o sujeito enfrenta. O desenvolvimento da criança, é uma construção por reequilibrações e reestruturações sucessivas.

Ação : O pensamento, é a interiorização da ação. É agindo sobre o mundo que o indivíduo encontra as situações que provocam o uso dos esquemas de assimilação ou, quando um evento não pode ser assimilado, entra em ação os mecanismos de acomodação.

Aprendizagem : De acordo com Piaget, só há aprendizagem quando há acomodação, ou seja, uma reestruturação da estrutura cognitiva (esquemas de assimilação existentes) do indivíduo, que resulta em novos esquemas de assimilação. A mente tende sempre, por reequilibração, a um aumento de organização interna e adaptação ao meio. Assim, a aprendizagem se dá por um processo de equilíbrio majorante e este equilíbrio não é estático, mas extremamente flexível e operacional. Quanto mais amplas e abrangentes forem as equilibrações, mais apto estará o sujeito para agir e se apropriar do mundo.

Desenvolvimento de Conceitos Matemáticos : No período operacional-concreto, surgem algumas noções importantes como a conservação do comprimento – por volta dos 7 anos - , conservação da superfície e dos perímetros bem como a conservação de volume. Antes dos 7 anos, a criança não dissocia altura e volume. De 7 a 9 anos começam a relacionar as 3 dimensões: forma, altura e volume. A criança ainda não domina a multiplicação matemática, mas já domina a constância de verticais e horizontais que constituem o sistema de coordenadas. Até 12 anos, os principais esquemas matemáticos terão sido construídos.

Discussão dos Resultados : Nosso mini-curso revelou alguns fatos que merecem análise:

- a) Esquemas de Adição/Subtração: nossos alunos parecem possuir estes esquemas, embora alguns revelem problemas quanto a valor posicional e sérios problemas com decimais.
- b) Esquemas de Multiplicação/Divisão: A avaliação inicial revelou sérios problemas nestes esquemas. A maioria dos alunos consegue fazer multiplicações simples, mas apresentam

dificuldades em multiplicar inteiros por decimais e decimais por decimais. Na multiplicação, verifica-se que houve uma “evolução” no antes e depois das aulas.

Na avaliação inicial, os resultados da divisão para os 27 alunos inscritos, percebe-se que na divisão sem decimais, 19 alunos acertaram as 3 questões propostas. Quando chegamos na divisão com decimais, apenas 1 acertou as 3 questões propostas e 23 erraram todas as questões. Mais uma vez, observa-se um sério problema com decimais e problemas de reversibilidade, pois o aluno multiplica (sentido de ida), mas não divide (sentido de volta), o que mostra uma construção inadequada do esquema, pois estes devem ser reversíveis.

Os 7 alunos que realizaram todas as etapas do mini-curso, acertaram 100% nos dois tipos de divisão. Isso não garante que tenham os esquemas bem construídos, podem apenas ser alunos melhor treinados, contudo, isto pode facilitar aprendizagens futuras.

Nossos alunos parecem apresentar problemas de diferentes tipos:

- a) reversibilidade: muitos realizam as operações de ida e apresentam dificuldade na operação inversa;
- b) valor posicional: é um esquema complexo e mesmo em termos históricos surgiu tardiamente. Muitos alunos apresentam esse problema
- c) decimais: sempre que as operações apresentam decimais, os problemas são evidentes. Mesmo em contas de adição, alguns mostraram não saber posicionar corretamente os números nem o significado dos mesmos. Este parece ser um esquema muito mal construído.
- d) proporcionalidade: Nas aulas de divisão ao apresentarmos a técnica do “acrescentar zeros e cancelar vírgulas”, explicamos tratar-se de multiplicar dividendo e divisor por 10, 100 ou 1000, etc., muitos revelavam dificuldade em perceber que a multiplicação de dividendo e divisor por um mesmo valor, não alterava a proporção entre dividendo e divisor.

Estes dados apresentam indicações que justificam o sofrível desempenho destes alunos em disciplinas como Matemática, Física e Química. Como aprender ciências, sem os esquemas de proporção, inverso proporcional, transitividade, etc.?

O que pretendemos destacar são as possíveis implicações da ausência destes esquemas lógico – matemáticos para aprendizagens posteriores. Se não precisamos ensinar ciências dentro de um escopo unicamente quantitativo, não podemos, contudo, ignorá-lo. Deve-se ainda considerar que a grande maioria dos conceitos trabalhados em Química e Física abrangem raciocínios de proporcionalidade, inverso – proporcional, transitividade e, logicamente, operações com regras de três e o conseqüente uso das operações básicas da aritmética, isso sem mencionarmos *raízes*, *exponenciais* e *logaritmos*.

Se estes esquemas são essenciais para assimilar conceitos que os requerem, como será possível a aprendizagem em termos qualitativos e quantitativos? Não estará na ausência destes esquemas um dos motivos para os baixos níveis de aprendizagem em ciências e da tão falada dificuldade para aprender disciplinas como Química, Física e Matemática?

Lembramos que este trabalho foi realizado com alunos de Ensino Médio, das três séries, com idades entre 16 e 20 anos, o que indica um sério problema em nossa educação pública, pois não se pode conceber que alunos em final de Educação Básica ainda não disponham de condições para fazer uma conta com decimais.

Com relação aos alunos que apresentaram um bom desempenho, seria desejável uma nova avaliação para constatar se o desempenho dos mesmos foi fruto de treinamento ou de uma aprendizagem real.

Por outro lado, se destacamos o fato de que o formato de “testes” é inadequado para avaliar aprendizagens, deve-se considerar que o aluno que realmente aprendeu, não deverá apresentar dificuldades na realização de testes de formato tradicional. Queremos dizer o seguinte: você pode ensinar à uma criança que $2 + 3 = 5$. Ela automatiza este “fato” que lhe foi ensinado, mas ao perguntarmos quantos animais ela identifica ao olhar para dois coelhos e três gatos, ela pode não responder. Ou seja, o esquema de adição realmente não existe, apenas

a memorização de uma resposta para uma pergunta determinada. Por termos tratado com alunos de Ensino Médio, consideramos que a maioria destes esquemas lógico – matemáticos já deveriam estar prontos. Se os testes não podem aferir se um indivíduo aprendeu ou não, podem indicar quem chegou a construir o conceito e sua conseqüente formalização, ou ainda, o uso da formalização por si só. É possível que um aluno saiba somar, nas práticas comerciais diárias, mas não saiba usar o formalismo matemático. Contudo, esse formalismo é indispensável para prosseguir nos estudos e sua ausência pode significar uma séria ruptura no aprendizado pessoal.

Nosso mini – curso não pode ser considerado um meio ideal para resolver os problemas identificados, mas sugere que muitos alunos, mesmo passado o “tempo” de construção, buscam ainda com renovado interesse, superar as deficiências que os impedem de avançar.

Referências

- GOULART, Iris B. **Piaget : Experiências básicas para utilização pelo professor**. 17ª Edição. São Paulo. Editora Vozes. 2000.
- KAMII, C; CLARK, G. **Reinventando a Aritmética**. São Paulo. Editora Papirus. 1986.
- MOREIRA, M. A. **Teorias de Aprendizagem**. São Paulo. EPU. 1999.
- PIAGET. Jean. **Seis Estudos de Psicologia**. Rio de Janeiro. Forense – Universitária. 1985.
- RANGEL, Ana C. S. **Educação Matemática e a Construção do Número pela Criança**. Porto Alegre. Artes Médicas. 1992.