

UMA PROPOSTA PARA A INCLUSÃO DA FÍSICA NAS SÉRIES INICIAIS DO ENSINO FUNDAMENTAL¹

Carlos Schroeder [quicsch@hotmail.com]
Escola Panamericana, Porto Alegre, RS

Resumo

O propósito deste trabalho é apresentar uma sugestão de currículo de Física para as quatro primeiras séries do Ensino Fundamental baseado num enfoque construtivista. Para justificar a importância da inclusão da Física nessas séries, é apresentada uma descrição de alguns aspectos relevantes a respeito do ensino e da aprendizagem e que norteiam esse currículo, cujo objetivo maior é promover o desenvolvimento das habilidades cognitivas e afetivas dos estudantes. A título de ilustração, são descritas algumas das atividades que são propostas para crianças nesse currículo.

Palavras-chave: Física nas séries iniciais

Introdução

Já se sabe o suficiente a respeito de como as crianças aprendem para que o currículo das séries iniciais do Ensino Fundamental inclua a Física. O Construtivismo implica na necessidade de atividades nas quais os estudantes manipulem, explorem, interajam com materiais concretos, ao invés de somente se dedicar a aulas expositivas e leituras de textos. Além disso, o aprendizado depende, acima de tudo, de uma motivação saudável dos estudantes, sem a qual o esforço pode ficar condicionado a estímulos externos, tais como notas, que precisam ser constantemente reforçados. A Física, por tratar de fenômenos básicos da natureza, permite a manipulação independente e a descoberta de soluções próprias aos problemas propostos, e é, então, um ótimo meio de se desenvolver a curiosidade, o espírito crítico e a auto-estima.

No entanto, a Física ainda está longe das salas de aula dessas quatro primeiras séries. Um dos motivos mais facilmente identificáveis dessa ausência é a pouca intimidade dos professores com a Física, muitas vezes resultado de um contato desagradável durante o Ensino Médio. Este trabalho propõe um currículo que visa não preparar os estudantes desde cedo para as aulas de Física do Ensino Médio, mas usar a Física como instrumento para desenvolver as habilidades necessárias para torná-los capazes de aprender a aprender. Por esse motivo, não se espera que os professores tenham conhecimento da Física do Ensino Médio, mas sim que adotem práticas de sala de aula mais condizentes com as necessidades de seus alunos.

O que é aprender?

A natureza do aprendizado ainda é um tema sobre o qual ainda há muitos pontos a serem explorados e discutidos. Porém, há alguns aspectos sobre os quais já se pode afirmar

¹ Trabalho originalmente publicado nas Atas do I Encontro Estadual de Física – RS, 2005 (www.if.ufrgs.br/mpef/ieeefis/Atas_IEEEFIS.pdf).

existir um relativo consenso (Bransford et al., 1999). Dentre estes, os mais relevantes para o presente trabalho são:

- O aprendizado é resultado de uma construção individual que se dá a partir da interação de um indivíduo com outros e com o meio;
- A presença de uma pessoa mais experiente é fundamental para garantir que o estudante persevere, além de ter sua atenção focada para aspectos mais relevantes de uma determinada atividade e, com esse tipo de orientação, possa explorar conteúdos e procedimentos aos quais não teria como dar conta;
- Estabelecer conexões e reconhecer relações são dois componentes centrais do aprendizado e essas relações dependem do conhecimento prévio do estudante;
- Inteligência, ou facilidade em aprender, é algo que se aprende e não a consequência de características inatas;
- As situações vividas pelos estudantes durante o seu aprendizado são tão fortemente ligadas àquilo que eles efetivamente aprendem que essas situações e os conceitos construídos a partir delas se tornam inseparáveis.

A inseparabilidade entre aquilo que se aprende e as situações de aprendizado foi destacada por Vergnaud (Moreira, 2002). Na sua visão, os conceitos construídos ao longo do aprendizado são estruturados em três instâncias: as suas representações, os invariantes (as suas regras e propriedades) e as situações, ou a classe de situações, às quais os conceitos se relacionam. Essas três instâncias são inseparáveis: dominar um conceito significa não somente conhecer suas regras de aplicação e propriedades pertinentes, mas também as suas diferentes formas de representação e quais tipos de situações às quais esse conceito pode ser aplicado.

Pode-se resumir os itens acima descrevendo que o aprendizado é um processo dirigido no qual um indivíduo constrói relações a partir de situações que vivencia, interagindo com o meio e com outros indivíduos. A interação com o meio se dá a partir do momento que um indivíduo possa manipular, agir sobre os materiais que dispõe para observar e refletir sobre as respostas que obtém a partir dessas ações. Informações meramente passadas, ou pelo professor ou escritas em livros, são de eficácia limitada, pois não permitem manipulações. Smith (1989) aponta que, mais importante do que o conteúdo explícito de um texto, a maior parte daquilo que um leitor apreende do ato de ler depende da "informação não-visual", de seu conhecimento prévio do assunto tratado. A eficiência da leitura, portanto, é bastante limitada para a construção de conhecimento: concentrar as aulas de Ciências no uso de livros-texto é uma prática que tem poucas chances de levar os estudantes a aprender. Assim como a prática propriamente orientada leva ao desenvolvimento da fluência da leitura, os estudantes podem desenvolver, na escola, a fluência em aprender.

Stiegler e Hiebert (2003), ao compararem as práticas de sala de aula de professores de oitava série no Japão e nos EUA, apontaram uma diferença cultural fundamental para explicar os resultados dos dois países em testes comparativos de Matemática (notadamente o TIMSS- *Third International Math and Science Survey*, de 1995, no qual os estudantes japoneses obtiveram o melhor resultado e os norte-americanos se revelaram entre os de

pior desempenho): as aulas no Japão costumam se centrar ao redor de poucos problemas para os quais os estudantes devem criar soluções, ao passo que, nos EUA, a quase totalidade do tempo é gasta na reprodução mecânica de algoritmos previamente dados pelo professor. Os estudantes japoneses têm, portanto, mais facilidade em se tornar fluentes em Matemática do que os norte-americanos uma vez que são colocados frente a situações não-familiares (problemas ao invés de exercícios) nas quais constroem soluções ao invés de acumular informações.

O desenvolvimento da fluência em aprender depende do desenvolvimento de dois tipos de habilidades básicas: as *cognitivas* e as *afetivas* (Hautmäki et al., 2002). As habilidades cognitivas remetem ao processo piagetiano de assimilação e acomodação (Piaget, 1976): uma dada situação pode levar um indivíduo a reestruturar seu conhecimento prévio (aquilo que aprendeu) e sua forma de interpretar a realidade (como aprendeu) para, assim, ser capaz de resolver satisfatoriamente um eventual conflito entre a situação vivida e a expectativa inicial que essa situação havia gerado nesse indivíduo. Essas habilidades cognitivas, então, são basicamente divididas em *o quê* se aprende - os conteúdos - e *como* se aprende - a forma pela qual se aprende (ver figura 1). Por sua vez, as habilidades afetivas têm a ver com *o por quê* se aprende. O processo de aprendizado requer que os estudantes permaneçam concentrados em tarefas, nem sempre prazerosas em si, por períodos de tempo progressivamente mais longos, tarefas essas que podem não ser bem sucedidas em várias ocasiões. O ensino, portanto, necessita não somente desenvolver as habilidades cognitivas dos estudantes, mas também seus valores pessoais, a capacidades de perseverar, de lidar com frustrações (auto-controle) e refletir sobre suas ações e expectativas, ou seja, desenvolver suas habilidades afetivas, especialmente porque o desenvolvimento cognitivo necessita de um motivador.

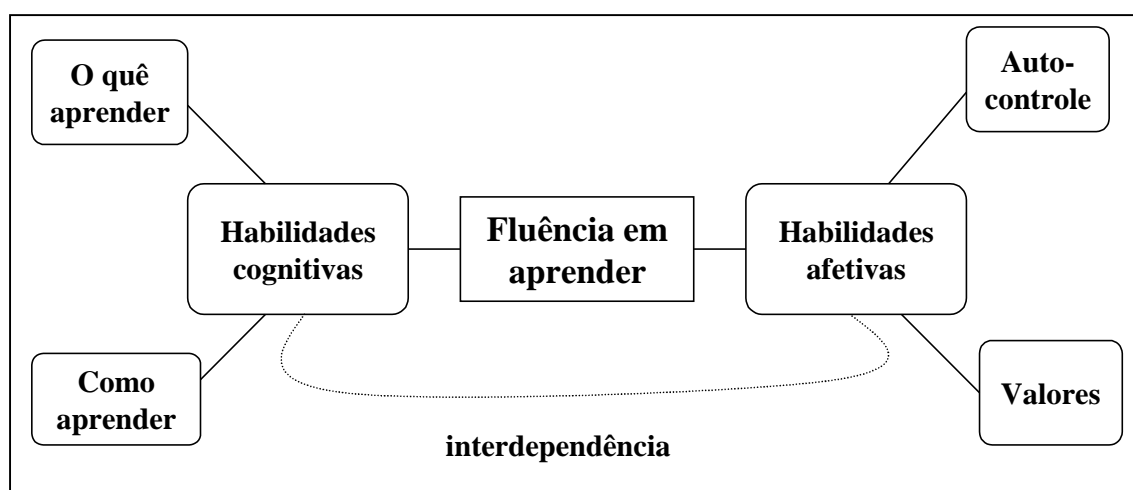


Fig. 1: componentes da fluência em aprender.

Aulas de Física para crianças

Por mais que haja controvérsia a respeito de uma série de eventos e fatos relacionados a sua vida e obra, Galileu Galilei (1564-1642) é geralmente considerado como quem verdadeiramente iniciou a atividade conhecida como Ciência. Isto se deve, entre outros fatores, ao fato de Galileu não ter se contentado com uma descrição qualitativa dos fenômenos naturais, mas ter procurado quantificar com a maior exatidão todos os resultados que obtinha. Além disso, em suas obras, Galileu procurava descrever com a

maior riqueza de detalhes possível os aparatos que usava, além dos métodos e procedimentos que seguia, para que outros pudessem repetir seus experimentos e concordar ou refutar seus resultados. Acima de tudo, Galileu escrevia em italiano e não somente em latim, como era costume entre os filósofos de sua época (Geymonat, 1997). Essas características de seu trabalho são parte essencial da atividade científica até os dias de hoje: precisão, ausência de dubiedade, divulgação para o maior número de pessoas possível e constante revisão crítica. O ponto central da atividade científica é, portanto, a comunicação, a expressão e a troca de idéias mantendo um espírito crítico. Ioannidis (2005) mostra que, na Medicina, aproximadamente metade dos trabalhos publicados em revistas especializadas é rapidamente refutado, ou seja, provado falso, em publicações posteriores. Prancotal (2004) indica que as chamadas pseudociências exploram justamente a dubiedade e a falta de clareza. A força da Ciência está, então, muito mais na comunicação e na expressão do que em algum método específico de trabalho.

As aulas de Ciências são, então, a melhor oportunidade para desenvolver estudantes com espírito crítico e capacidade de se expressar claramente. Mais do que aprender conteúdos, as aulas de Ciências podem servir para maturar os valores afetivos necessários para o aprendizado em geral. Isso pode acontecer desde que as aulas de Ciências reproduzam as características essenciais da atividade científica: observação e coleta organizada de dados, expressão clara de procedimentos, resultados e conclusões, e discussão crítica de todo o processo. É necessário, portanto, que o ensino de Ciências não se centre nos livros-texto e que as atividades experimentais propostas não sejam meras ilustrações nem "provas experimentais" desses conteúdos mas sim pontos de partida da exploração de temas.

Por ser o mais básico dos ramos da Ciência, a Física apresenta um aspecto extremamente produtivo: pode-se propor atividades experimentais que permitam crianças menores de dez anos manipular diretamente os materiais usados e não se limitar a contemplar fenômenos. Atividades de Física permitem que as crianças ajam sobre os materiais utilizados, observem o resultado de suas ações e reflitam sobre suas expectativas iniciais, reforçando ou revendo suas opiniões e conclusões.

Para melhor cumprir seu papel no desenvolvimento de estudantes com valores apropriados ao aprendizado, as aulas de Física para crianças menores de dez anos podem ser propostas como desafios, dispensando maiores instruções por parte dos professores. Os resultados obtidos durante as atividades são analisados pelas próprias crianças, que tiram suas conclusões e propõem suas explicações para o que for observado. Dessa forma, não é essencial que o professor ou professora envolvido (a) tenha domínio da Física, mas que seja capaz de propor os desafios e garantir que todas as crianças participem das atividades, discussões e proponham suas próprias conclusões baseadas em argumentos lógicos e nas evidências disponíveis (os resultados das atividades). O fato de essas conclusões não concordarem necessariamente com teorias cientificamente aceitas é secundário. O aprendizado de tais teorias é mais oportuno e frutífero para estudantes mais velhos.

As aulas de Física para crianças menores de dez anos podem seguir a seguinte estrutura básica:

- Introdução oral: o professor apresenta os materiais a serem usados e propõe o desafio para as crianças;

- Organização dos grupos: as crianças se dividem em pares, ou grupos de três ou quatro, e coletam os materiais a serem utilizados, que não ficam já separados, mas dispostos em uma mesa central;
- Realização da tarefa: os grupos tentam resolver o desafio proposto, discutem as propostas de cada uma, experimentam, refletem, pedem auxílio do professor (que só auxilia e facilita, mas não dá respostas prontas), concluem – a atividade em si não pode durar mais do que 5 ou 10 min, uma vez que as crianças podem se sentir entediadas após esse tempo;
- Elaboração de relatórios: após conseguirem resolver o desafio proposto, as crianças elaboram relatórios individuais, nos quais listam os materiais usados, o procedimento adotado, os resultados obtidos e as suas conclusões.

É essencial que as crianças proponham explicações próprias para o que aconteceu durante a realização da atividade e que essa explicação seja efetivamente baseada nos resultados observados e não aleatória. Dessa forma, garante-se que as crianças tenham a oportunidade de desenvolver seu raciocínio lógico e sua capacidade de expressão.

Exemplos de atividades-desafios

- O equilíbrio:

Nesta atividade, que pode ser proposta para crianças de sete anos, o professor propõe que os grupos consigam descobrir como equilibrar um retângulo de papelão sobre o dedo (fig. 2). A seguir, os grupos devem equilibrar o retângulo com o dedo colocado no ponto indicado (fig. 3), usando, sucessivamente, um, dois e três grampos de roupas (fig. 4). O desafio é estendido e outras figuras de papelão são propostas (meia-lua, triângulo). Ao final, os grupos constroem uma figura de papelão e escolhem um ponto para servir de apoio com o dedo e passam essa figura como desafio para outros grupos.



Fig. 2: tentando equilibrar um retângulo com o dedo.



Fig. 3: materiais utilizados e retângulos com o ponto indicado para equilibrá-los.



Fig. 4: equilibrando o retângulo com grampos.

- Velocidade:

Esta atividade pode ser proposta a crianças de nove anos de idade. Os materiais usados são fita métrica, cronômetro, bolinha de gude e fita crepe. As crianças devem remover as mesas e limpar um corredor na sala de aula. A seguir, medem uma distância a partir da parede (2 m, por exemplo) e traçam uma linha no chão com a fita crepe. Por fim, traçam uma nova linha no dobro da distância medida inicialmente (no caso, 4 m da parede). Essas serão as linhas de largada. A criança responsável pelo cronômetro (pode haver rodízio) permanece em pé ao lado da linha de largada. Cada criança rola a bolinha uma vez em direção à parede. O cronômetro é disparado quando a bolinha passa pela linha

e parado quando se ouve ela bater na parede. Cada criança faz uma medida a partir de cada linha de largada e é responsável por anotar seus próprios resultados. Ao final, analisando os tempos, as crianças devem dizer em qual das duas tentativas a bolinha estava mais rápida e explicar sua conclusão. A figura 5 mostra o procedimento.

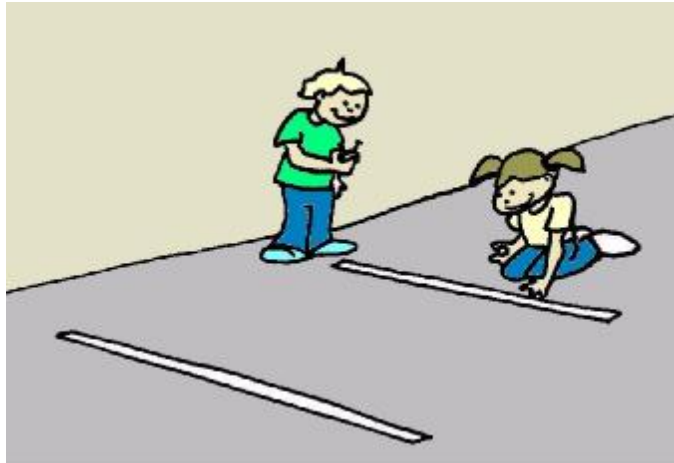


Fig. 5: medidas de velocidade

- Lançador de bolinhas:

Esta atividade pode ser proposta para crianças de dez anos. Cada grupo recebe uma boa quantidade de jornais velhos e fita crepe, além de uma bolinha de gude. As folhas dos jornais devem ser enroladas em tubos (fig. 6) e fechadas com fita crepe. Um tubo mais grosso deve ser feito para servir de rampa para a bolinha. O objetivo é construir uma estrutura que sirva para lançar a bolinha usando os tubos de papel (fig. 7). Os grupos podem comparar qual rampa faz o melhor lançamento e alterar suas rampas para conseguir melhorar seus resultados.



Fig. 6: tubos de papel.



Fig. 7: exemplo de lançadora de bolinhas.

- Circuitos elétricos:

Esta atividade é proposta para crianças de dez anos. Cada grupo usa um pedaço de papel alumínio e fita crepe para construir um fio elétrico. Este fio é usado com uma pilha para acender uma lâmpada de lanterna, na forma de desafio (o professor só explica como montar o fio de alumínio e passa o desafio, sem explicar mais nada). A figura 8 mostra um grupo de crianças acendendo a lâmpada. O desafio a seguir é usar duas pilhas e duas lâmpadas e inventar o maior número possível de circuitos que funcionem.



Fig. 8: acendendo uma lâmpada.

- Qual o ímã mais potente?

Esta atividade pode ser proposta para crianças de sete anos. Cada grupo recebe um conjunto de diferentes ímãs e materiais feitos de metal (clipes, pregos, etc). O professor propõe uma primeira atividade para testar qual ímã é mais potente: ver quantos pregos cada ímã é capaz de suspender (figura 9). Após realizar este primeiro teste, discutir os resultados e elaborar os relatórios (que podem ser desenhos), os grupos devem inventar pelo menos dois outros testes.



Fig. 9: teste dos ímãs.

Conclusões

A inclusão do ensino de Física desde a primeira série do Ensino Fundamental vai além de qualquer aspecto utilitário. Obviamente, é importante que as crianças comecem a construir conceitos físicos desde cedo e consigam, quando já no Ensino Médio, explorar aspectos mais formais desses conceitos para também aplicá-los à Química e à Biologia. Também é importante que os cidadãos sejam minimamente alfabetizados em Física para poderem compreender e formar sua própria opinião a respeito de temas controversos e relevantes, como o uso de energia nuclear ou o efeito estufa. Porém, o ponto central que norteia a inclusão do ensino da Física é a oportunidade de aprender a aprender que ela oferece às crianças.

O ensino de Ciências é oportuno não só porque a Ciência é um componente importantíssimo da nossa cultura; acima de tudo, a natureza da atividade científica a torna uma ferramenta com características únicas para o desenvolvimento de habilidades essenciais a qualquer cidadão: as habilidades cognitivas e afetivas necessárias para aprender. A Física, nesse contexto, é o mais produtivo dos ramos da Ciência por possibilitar, mais que os demais, a exploração e manipulação direta dos materiais por parte das crianças.

O tipo de ensino proposto neste trabalho não requer que os professores tenham domínio da Física do Ensino Médio, mas sim do tipo de atividades e práticas propostas. É necessário, então, que esses professores possam ser expostos a essas práticas de ensino de maneira consistente. Este currículo está, atualmente, sendo adaptado para um minicurso à distância dirigido a professores em conjunto com a UFRJ. Porém, é importante ressaltar que, em casos nos quais a adoção desse tipo de prática de sala de aula foi bem sucedida, o processo de treinamento dos professores durou pelo menos um ano letivo (Hammeyer et al., 1995, e Yager, 2005). Apesar de ser trabalhoso e de demandar tempo, o processo para

tornar esse tipo de prática de ensino a regra e não a exceção nas escolas pode resultar numa melhora significativa dos estudantes em todos os conteúdos.

Referências

BRANSFORD, J. D., et al., eds. *How people learn: brain, mind, experience, and school*. Washington: National Academy Press, 1999.

GEYMONAT, L. *Galileu Galilei*. São Paulo: Nova Fronteira, 1997.

HAMEYER, U., et al. *Portraits of productive schools*. Albany: State University of New York Press, 1995.

HAUTAMÄKI, J., et al. *Assessing learning-to-learn: a framework*. Helsinki: National Board of Education, 2002.

IANNONIDIS, J. P. A. Why most published research findings are false. *PLoS Medicine*, v. 2, n. 8, Aug. 2005. Disponível em <http://medicine.plosjournals.org>. Acesso em: 05/09/2005.

MOREIRA, M. A. A teoria dos campos conceituais de Vergnaud, o ensino de Ciências e a pesquisa nesta área. *Investigação em Ensino de Ciências*, vol. 7, n. 1, mar. 2002.

PRANCOTAL, M. *A impostura científica em dez lições*. São Paulo: Editora UNESP, 2004.

SMITH, F. *Compreendendo a leitura*. Porto Alegre: Artmed, 1988.

STIEGLER, J. W., HILBERT, J. *Understanding and improving classroom Mathematics instruction*. Disponível em: <www.kiva.net/~pdkintl/kappan/kstg9709.htm>. Acesso em 09/08/2003.

YAGER, R. F., ed. *Exemplary science: best practices in professional development*. Arlington: NSTA Press, 2005.