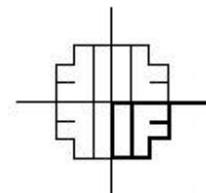




UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
INSTITUTO DE FÍSICA
Programa de Pós Graduação em Ensino de Física
Mestrado Profissional em Ensino de Física



RITA MARGARETE GRALA

**FAVORECENDO A AQUISIÇÃO DE CONCEITOS
CIENTÍFICOS EM CRIANÇAS DE 06 ANOS COM A
INTRODUÇÃO PRECOCE DE SITUAÇÕES
PROBLEMÁTICAS DE FÍSICA ¹**

Dissertação realizada sob a orientação do Prof. Dr. Marco Antonio Moreira, apresentada ao Instituto de Física da UFRGS em preenchimento parcial dos requisitos para a obtenção do título de Mestre em Ensino de Física.

Porto Alegre

2006

¹ Trabalho parcialmente financiado pela Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES).

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO.....	05
I. BREVE REVISÃO DA LITERATURA.....	10
II. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	
1. INTRODUÇÃO	13
2. DE PIAGET, AUSUBEL E VERGNAUD.....	16
3. A FORMAÇÃO DE CONCEITOS SEGUNDO VIGOTSKY	20
4. RESUMINDO	24
III. METODOLOGIA	27
IV. APRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS	30
V. DISCUSSÃO DOS RESULTADOS	74
CONCLUSÃO	77
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	79
ANEXO: TEXTO DE APOIO AO PROFESSOR	83

RESUMO

Neste trabalho, explora-se as possibilidades de ensino de significados de conceitos físicos para crianças de seis anos, em ambiente escolar carente de recursos didáticos. Verifica-se se a introdução precoce de situações problemáticas em Física através de atividades lúdicas pode criar condições para a aprendizagem significativa. Procura-se detectar, através do estudo dos diálogos espontâneos das crianças evidências da aprendizagem inicial de dois conceitos físicos fundamentais: energia e força. Utiliza-se o interesse natural das crianças em examinar objetos, em agir sobre eles e em observar o que ocorre, com o intuito de aproveitá-lo como encorajamento à estruturação dos novos conhecimentos, de forma que estes sejam extensões naturais dos conhecimentos que já possuem. Analisa-se através de gravações em vídeo as ações e as reações das crianças durante as atividades. Objetiva-se fornecer oportunidades para que a criança, agindo sobre os objetos e observando o que ocorre durante sua ação, adquira base para que, na etapa apropriada, possa construir os conceitos e os princípios, não apenas da Física, como também de outras áreas do conhecimento humano.

INTRODUÇÃO

A proposição do presente trabalho foi sendo gerada ao longo dos dezenove anos em que atuo como professora de Física e de Matemática no Ensino Fundamental e Médio. Quando, em 1986, conheci minha primeira turma de 2º ano do Ensino Médio descobri que a maioria dos alunos tinha imensa dificuldade em entender os conceitos de Física. Durante os primeiros anos de magistério, inicialmente contestei minha habilidade de ensinar e posteriormente desconfiei do método utilizado. Nos anos subseqüentes fui buscando outros “culpados”: talvez o método de avaliação, quem sabe o excesso de conteúdos, ou o número elevado de alunos em sala, talvez o livro didático ou até mesmo a preguiça desses adolescentes. Mas me intrigava um fato: alguns alunos demonstravam uma facilidade excepcional. Não eram necessariamente os mais estudiosos ou comportados, eram apenas uns poucos que logo entendiam e depois ficavam entediados, aguardando que os outros apenas arranhassem um entendimento. O que diferenciava aqueles alunos dos outros? Sua aptidão era inata ou eles encontraram um ambiente propício para seu desenvolvimento? Posso afirmar que o tema da presente abordagem nasceu no momento em que desisti de procurar “culpados” e concentrei meus esforços em encontrar uma solução para o problema.

Sabemos que não há ensino se não há aprendizagem. Então, quando ao final de um período letivo o professor mesmo com todo esforço, constata que a maioria dos alunos não atingiu o mínimo esperado, a sensação que fica é de tempo perdido, de trabalho inútil. E essa sensação de ineficiência é fonte de angústia e um fator de desestímulo profissional.

Normalmente, para contornar, ou melhor, mascarar tais dificuldades, o professor diminui o nível de exigências nas avaliações, e vai “empurrando” o alunado para a série seguinte, ano após ano.

Chegamos a cogitar que no Brasil essa situação seja proposital, já que não é de interesse das nações de primeiro mundo que países periféricos adquiram tecnologia própria ou mesmo que suas populações saibam, por exemplo, escolher, entre os produtos tecnológicos que lhes são oferecidos, aqueles mais apropriados para si ou menos nocivos ao meio ambiente.

Percebemos facilmente que os alunos estão sendo prejudicados e terão o futuro comprometido, não apenas como profissionais, mas também como cidadãos. Afinal, foram as aplicações da Física nas Engenharias, na Medicina e nas áreas afins que propiciaram os avanços tecnológicos dos últimos setenta anos. Todo esse processo deveu-se ao estudo e ao trabalho de um grande número de pessoas com boa aptidão para as ciências exatas.

Como, então, explicar a tão baixa incidência da aptidão para a Física entre os alunos do Ensino Médio?

Sendo um problema complexo, não esperamos encontrar uma resposta única. Entre as várias causas possíveis, optamos por explorar a que atribui a inaptidão para a Física à falta de estímulo suficiente, em alguma época do crescimento cognitivo de nossas crianças, para o pleno desenvolvimento de suas capacidades. Optamos por concentrar as pesquisas no início da escolarização, uma vez que nosso conhecimento atual mostra que os conceitos começam a ser construídos pelas crianças em uma fase bem precoce do seu desenvolvimento cognitivo, formando a base sobre a qual a inteligência poderá se desenvolver e construir futuras formas de conhecimento (Lins, 1984).

Compactuando com as informações da neurobiologia, sabemos que ao nascer a criança já apresenta todos os seus trilhões de neurônios. Entre alguns deles já existem ligações, mas a maioria está no estado original, com um potencial quase ilimitado de aprendizagem. É muito provável que biologicamente o potencial máximo não seja atingido ao longo de uma vida humana, porém é a possibilidade de construir e reconstruir ligações entre neurônios que dá a plasticidade característica do cérebro humano (Gardner, 2000).

Na medida em que vai crescendo e expandindo seu conhecimento, a criança vai se apropriando da cultura da sociedade em que está inserida e, em um constante reconstruir, forma a sua teia cognitiva. A dimensão humanista da cultura como aquisição sistemática da experiência humana é fruto desse esforço criador e re-criador para o qual todo ser humano se empenha desde o nascimento (Freire, 1992).

Embora existam competências universais adquiridas por todas as pessoas em todas as culturas, como, por exemplo, a capacidade de generalizar, a de recordar, a de formar conceitos, a de raciocinar logicamente, etc., existem diferenças importantes na maneira de utilizar tais capacidades em situações concretas, e essas diferenças estão relacionadas aos tipos de experiências educacionais proporcionadas às pessoas nos diversos grupos culturais (Salvador, 1994). Em outras palavras, se a comunidade na qual a criança está inserida oferece-lhe meios para expandir suas aptidões, a bagagem hereditária poderá ser posta em ação; se, ao contrário, o meio ambiente for pobre em estímulos e não lhe disponibilizar meios para experimentar diferentes formas de raciocínio, teremos uma situação em que talvez algumas estruturas cognitivas nunca sejam construídas, mesmo que, repetindo, a bagagem genética esteja latente.

Sendo assim, concentramos nossos esforços em aprendizagens que poderiam acontecer ou não, em função de as crianças participem ou não participem de determinados tipos de experiências educacionais. (Duckworth, 1991). Respeitando o ritmo próprio do desenvolvimento infantil, o nosso **objetivo foi o de propiciar às crianças a aquisição inicial do máximo possível de significados científicos, com o intuito de revelar a elas partes do mundo sobre as quais não lhes tenha ocorrido pensar.**

A reforma do Ensino Fundamental, integrando nossas crianças mais cedo na escola veio contribuir para que ampliemos nossos objetivos educacionais, incorporando aspectos que anteriormente eram característicos somente da Educação Infantil.

As Orientações Gerais do Ensino Fundamental de Nove Anos do MEC/SEB e mais especificamente, os pareceres referentes à Educação Infantil, servem de orientação para o trabalho com os novos alunos de Primeira Série e corroboram a introdução de conceitos científicos na forma de experiências e brincadeiras. Basta, por exemplo, examinarmos a resolução CEB Nº 1, DE 7 DE ABRIL DE 1999, artigo 3, item IV, a qual estabelece que *“As Propostas Pedagógicas das Instituições de Educação Infantil, ao reconhecer as crianças como seres íntegros, que aprendem a ser e a conviver consigo próprios, com os demais e o próprio ambiente de maneira articulada e gradual, devem buscar a partir de atividades intencionais, em momentos de ações, ora estruturadas, ora espontâneas e livres, a interação entre as diversas áreas de conhecimento e aspectos da vida cidadã, contribuindo assim com o provimento de conteúdos básicos para a constituição de*

conhecimentos e valores”. Do exposto acima podemos concluir que a introdução precoce de conceitos de Física além de ser amparada pela Lei Educacional vigente é uma proposta que recebe amplo apoio da Política Nacional de Educação.

Quanto à importância das pesquisas na área de ensino-aprendizagem, podemos lembrar que o processo de aprendizagem é fundamental para os seres sociais, portanto a aprendizagem deveria ser tema obrigatório do debate acadêmico e da formação curricular de todo profissional (Maturana, 1996).

Ainda poderíamos indagar por que a Física, justamente uma área do conhecimento que tem a fama de ser tão difícil, seria oferecida às crianças tão precocemente?

Para responder a esta questão, buscamos contribuições nas pesquisas de Kamii (2002), do Instituto Piaget. Sabemos que as crianças pequenas estão naturalmente interessadas em examinar objetos, agir sobre eles e observar-lhe as reações. Nossa intenção, pois, nas atividades de Física, será a de nos valermos desse interesse espontâneo, para encorajá-las à estruturação de novos conhecimentos, de forma que estes sejam extensões naturais do conhecimento que já possuem. O ensino que estamos propondo estará sempre subordinado ao ritmo natural do desenvolvimento das crianças.

Vale salientar que nosso objetivo não será ensinar diretamente conceitos, princípios ou explicações científicas. Antes, será o de **fornecer oportunidades para que a criança, agindo sobre os objetos e observando o que ocorre, adquira a base para que, na etapa apropriada, possa construir os conceitos e princípios, não apenas da Física como também de outras áreas do conhecimento humano** (Kamii, 1991). “Métodos de ensino indiretos mais sutis e mais complexos acabam sendo uma interferência (mais eficiente) no processo de formação de conceitos infantis, que faz avançar e elevar-se esse processo de desenvolvimento” (Vigotsky, 2000).

A criança se incumbem do seu papel de aprendiz quando o ambiente é estruturado, afetivo e estimulante; não precisamos forçá-la a atuar, basta sermos sensíveis a sua natural curiosidade e termos bom senso, mesmo que isso não seja possível em muitos lares de trabalhadores que, ontem, não tiveram oportunidade e que, hoje, não têm condições de conviver com esses estímulos. Para que esperarmos até que a situação econômica e social do Brasil mude para então fazermos algo? Esse dia pode nunca chegar, se nossas crianças continuarem entregues à própria sorte.

Após essas primeiras considerações, temos a informar que o presente estudo foi realizado inicialmente de setembro a novembro de 2004 com 12 crianças de 6 anos de idade, moradoras da zona rural de Gravataí-RS, matriculadas na pré-escola da Escola Municipal Cerro Azul. Nesta primeira aplicação tivemos um encontro por semana durante dez semanas. Durante esta primeira série de encontros buscou-se descobrir os interesses destas crianças e adequar as aulas a estes interesses, também durante esta primeira etapa foi possível detectar possíveis falhas e corrigi-las para a segunda intervenção.

A segunda aplicação ocorreu na mesma escola, de março a maio de 2006, com 21 crianças também de seis anos, já matriculadas na primeira série do Ensino Fundamental, após a reforma ocorrida no início do ano. Munidos da experiência anterior promovemos oito encontros, novamente com a frequência de um por semana. Salientamos ainda que a escolha em trabalhar com crianças da zona rural, ampara-se no fato de o nosso trabalho estar voltado para o resgate da dívida social que temos com nossas populações periféricas.

I. BREVE REVISÃO DA LITERATURA

As experiências de introdução precoce de Física tanto nas escolas como em outros espaços educacionais são escassas, mas muito bem sucedidas.

Na França, temos o projeto *La Main à la Pâte*, que está sendo aplicado desde 1996 com crianças do ensino maternal e primário de forma experimental e, a partir do ano de 2000, foi adotado nacionalmente em todas as escolas do país. A proposta foi desenvolvida e apoiada por Georges Charpak, Prêmio Nobel de Física em 1992, inspirada e adaptada do projeto americano *Hands On*. Esse projeto, que tem por criador também um Prêmio Nobel de Física, Leon Lederman, vem sendo aplicado em escolas no entorno do *Fermilab*, no estado de Illinois, EEUU (Athayde, 2003).

Hoje, o Centro de Ciência Lederman, no *Fermilab* (Lederman Science Center at Fermilab), tem programas específicos para crianças dos primeiros níveis de ensino, através de um sítio na *Internet* e visitas programadas ao Centro (Lederman, 2006).

No Brasil, a referência mais antiga que encontramos foi o estudo de caso efetuado por Maria da Conceição Faustino, da USP, no ano de 1994 (Faustino, 1994). Em seu trabalho foram empregados brinquedos “científicos” com crianças de pré-escola e de séries iniciais. A pesquisa foi realizada em três etapas: na primeira, o caráter científico do brinquedo foi deixado de lado; na segunda, foram introduzidos alguns conceitos científicos; e na terceira etapa, através do registro das observações e reflexões das crianças, buscou-se saber se houve generalizações do conhecimento adquirido. Com esse estudo, foi possível verificar que, além de despertar o entusiasmo, podemos obter aprendizado; o que foi evidenciado na capacidade de generalização das crianças.

Ainda no Brasil, está em pleno andamento o Projeto ABC na Educação Científica *Mão na Massa*, inspirado no modelo francês. ABC tem um duplo sentido, referindo-se à Academia Brasileira de Ciência e à alfabetização científica. Conta com a parceria da

Universidade de São Paulo (Estação Ciência e CDCC - Centro de Divulgação Científica e Cultural), da FIOCRUZ, no Rio de Janeiro, das Secretarias de Educação Municipais das cidades de São Paulo, São Carlos e Rio de Janeiro, e das Secretarias de Educação Estaduais de São Paulo e Rio de Janeiro (ABC na Educação Científica, 2006).

O Centro de Inovação Multidisciplinar do Departamento de Física da UFMG tem desenvolvido projetos de divulgação científica que contemplam também a Educação Infantil apresentando experiências que visam estimular a criatividade e conquistar as crianças para o mundo da ciência (Valadares, 2001). Através de experimentos de baixo custo e de fácil manipulação, este grupo tem levado a Física até escolas públicas e privadas para crianças desde os 6 anos.

Na UNESP – Campus de Guaratinguetá, temos um grupo aplicando o projeto *Brincando com Ciências* na pré-escola, atual primeira série. Em seu trabalho o grupo busca observar e compreender como a criança percebe e explica fenômenos físicos básicos que lhes são apresentados sob a forma de brincadeiras e desafios. A experiência “O carro de bombeiro” está relatada no volume 3, do ano de 2002, da revista *Física na Escola* (Whitaker et al., 2002). Os resultados obtidos sugerem que em muitas ocasiões lúdicas envolvendo conceitos científicos foi possível criar situações propícias para a manifestação de abstrações que evidenciam a progressão das crianças dentro da zona de desenvolvimento proximal.

Na revista Ibero-Americana de Educação, de maio de 2002, encontramos o relato da experiência de introdução de conteúdos integrados de Física e Química por pesquisadores da Universidade Federal Fluminense na Creche da própria Universidade. Os resultados iniciais mostram, segundo seus pesquisadores, que é possível pôr em prática atividades que propiciem a aprendizagem do conhecimento científico de forma natural (lúdica) com crianças bem jovens. Tal trabalho foi executado com crianças de 3 a 6 anos (Borges et al., 2002).

No Rio Grande do Sul, podemos destacar as pesquisas desenvolvidas no Centro de Educação da Universidade Federal de Santa Maria, a qual apresenta um trabalho na área de observação do processo de construção de noções científicas em crianças da pré-escola e na preparação de professores de Educação Infantil (Rossetto, 2003).

Outro trabalho gaúcho pioneiro na área é o da pesquisadora da UPF Cleci Teresinha Werner da Rosa, que desenvolveu uma importante pesquisa no ensino de Astronomia para crianças. Seus estudos indicam que o contato precoce com a Física auxilia na formação da consciência crítica da criança frente às descobertas e avanços tecnológicos do cotidiano (Rosa, 2003).

Ainda no Rio Grande do Sul, o Planetário da UFRGS, em Porto Alegre, mantém um programa especial para alunos da Educação Básica, desde a Educação Infantil (Steffani, 2004)

O Programa de Mestrado Profissional em Ensino de Física da UFRGS já teve até o momento duas dissertações com propostas de introdução da Física nos primeiros anos do Ensino Fundamental: Uma Proposta para um Currículo de Física nas Séries Iniciais do Ensino Fundamental (Schröder, 2004), e outra, para o Desenvolvimento de Unidades Didáticas de Física, direcionado a professores também das primeiras séries (Machado, 2005).

Com base no que foi exposto até agora podemos indagar por que nossas crianças ainda estão sendo privadas da oportunidade de desenvolver a conceitualização científica? Por que a Física que está tão presente na nossa vida diária deve ficar à margem do currículo escolar de nossas crianças? Por que apresentá-la tão tardiamente, como se fosse difícil e inacessível ao comum dos mortais?

Em todas as experiências mencionadas as crianças obtiveram ganho cognitivo com a introdução de experiências físicas. Afinal, propiciar à criança amplas oportunidades de observar e manusear objetos, associadas à argumentação, parece ser a forma mais adequada para que ela busque desenvolver suas potencialidades, sejam elas quais forem. Assim como cada ser vivo sabe qual o melhor alimento para si, a criança também saberá buscar entre as oportunidades oferecidas aquelas que lhe são mais apropriadas.

II. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

1. INTRODUÇÃO

Nosso referencial teórico será construído sob os aspectos epistemológico, sociológico e psicopedagógico.

Na busca por uma base epistemológica que norteasse o presente trabalho - **a introdução precoce de experiências de Física para alunos da primeira série do Ensino Fundamental** -, inicialmente escolhemos uma posição filosófica que fundamentasse e justificasse a nossa intervenção. Optamos pela visão do ser humano como o construtor de sua estrutura cognitiva, focalizado sempre a sua capacidade criativa para interpretar e representar o mundo e não somente para responder a ele quando do processo de conhecimento; aderimos, portanto, à postura filosófica cognitivista construtivista interpretacionista (Moreira, 2003).

A Figura 1 apresenta o diagrama V que descreve nossa proposta de trabalho. No Domínio Conceitual temos a posição filosófica que nos orienta - a cognitivista interpretacionista - como já foi referido anteriormente. As teorias que estão alicerçando este trabalho são a Teoria do Desenvolvimento Cognitivo de Piaget, a Teoria da Mediação e Formação de Conceitos de Vigotsky, a Teoria dos Campos Conceituais de Vergnaud, a Teoria da Aprendizagem Significativa de Ausubel e ainda a Educação como Prática Libertadora, de Paulo Freire.

Quanto aos conceitos, temos os de Estrutura Cognitiva, etapas de Assimilação, Equilibração e Acomodação segundo Piaget; Atividade Mediada Indireta de Vigotsky; Aprendizagem Significativa e Subsunoeres de Ausubel; Campos Conceituais e Situação-Problema de Vergnaud e o da Cultura como aquisição da experiência humana.

Os eventos que usamos para atingir nossos objetivos são os mais próximos possíveis de atividades feitas naturalmente pelas crianças, quais sejam: brincadeiras e jogos infantis tradicionais, construção de instrumentos para brincadeiras, além de estímulos para que verbalizem as experiências e suas conclusões. Os registros consistiram na anotação detalhada e na gravação em vídeo e áudio da atuação das crianças durante as “brincadeiras”, além de seus comentários, conclusões e da socialização dos conhecimentos adquiridos.

As asserções de conhecimento, como veremos ao longo deste relato, são de que é possível ensinar significados de conceitos físicos para crianças aos seis anos de idade, em ambiente escolar carente de recursos didáticos e tecnológicos.

Nas asserções de valor pensamos ter condições de afirmar que a introdução de experimentos de Física na primeira série do Ensino Fundamental não é apenas possível como também é recomendável.



Figura 1. Diagrama V da Proposta de Trabalho: **Favorecendo a Aquisição de Conceitos Científicos em Crianças de 06 anos com a Introdução Precoce de Situações Problemáticas de Física.**

2. DE PIAGET, AUSUBEL E VERGNAUD

A capacidade biológica básica da inteligência se desenvolve na manipulação do meio exterior, enquanto a criança constrói as estruturas lógico-matemáticas no curso da estruturação de conteúdos específicos com seu conhecimento prévio. Examinando com mais profundidade os diferentes tipos de conhecimentos, podemos perceber que o conhecimento físico ocorre no contato com o mundo e o conhecimento lógico-matemático é construído pela criança através da introspecção. Não obstante, o desenvolvimento de um ocorre em sintonia com o desenvolvimento do outro (Piaget, 1975). Assim, quanto maior o conhecimento físico que a criança possui, mais condições tem de desenvolver o raciocínio lógico-matemático. E a recíproca é verdadeira; quanto mais desenvolvida a estrutura lógico-matemática, mais condições ela terá de adquirir conhecimento físico. Em outros termos, as atividades de conhecimento físico conduzem as crianças, não somente ao desenvolvimento do conhecimento dos objetos no mundo físico, mas também ao desenvolvimento da sua inteligência, ou compreensão, em um sentido amplo.

A aptidão para o raciocínio lógico-matemático é um domínio que tem características específicas. Podemos citar três características que o difere de outros domínios. A primeira é que ele não é “ensinável” já que é construído a partir das relações que a própria criança criou. A segunda característica é o fato de seu desenvolvimento seguir o caminho da busca da coerência; em suma: é a procura pela lógica que prescreve o seu caminho natural. A terceira característica é que, uma vez construído, jamais será esquecido (Kamii, 2002).

Piaget distingue a abstração empírica ou simples da abstração reflexiva. A primeira é abstraída dos próprios objetos e é usada para organizar o conhecimento físico da criança. Na segunda, o conhecimento é construído pelo indivíduo na busca de relações entre os objetos e é usada no domínio lógico-matemático. Contudo, mesmo distintos, não pode haver abstração simples sem abstração reflexiva, ou seja, o conhecimento físico não pode ser construído sem uma base lógico-matemática. Durante os períodos sensório-motor e pré-operacional (antes de sete ou oito anos), a recíproca é também verdadeira, isto é, a abstração reflexiva não pode ocorrer sem a abstração simples (Kamii, 2002).

No desenvolvimento do pensamento lógico–matemático a criança parece seguir a trilha da conquista da ciência pela humanidade. Em ambos os casos, percebemos que a experimentação com objetos e a observação de seus padrões de interação é o procedimento mais antigo e basilar. Entre os três e os sete primeiros anos da criança ocorre a frenética busca por objetos que são colecionados, empilhados, contados e combinados. Somente bem mais tarde, tanto para a criança como para a humanidade, é que aparecem as noções formais de medição e comparação (Gardner, 1994).

Portanto, oferecer à criança amplas oportunidades de observar e de explorar possibilidades dos objetos parece ser a maneira mais adequada para que ela busque desenvolver suas potencialidades sejam quais forem.

Vergnaud chama essas oportunidades de situações e destaca que os processos cognitivos e as respostas do sujeito são elaborados em função das situações com as quais é confrontado (Moreira, 2004).

O conhecimento prévio adquirido e estruturado pela criança permite a ela ler os fatos empíricos da realidade de modo mais fértil e preciso. A estruturação do conhecimento torna-se mais organizada e mais coerente quando esses fatos são bem assimilados.

O grande mistério do cérebro humano é que ele só se enriquece se for utilizado. A cada novo aprendizado as células cerebrais se re-arranjam e, considerando que o número delas é muito grande, não há limite físico para sua expansão (Fernandez, 2000). Mesmo que o homem pudesse viver quatro séculos, ainda assim não conseguiria esgotar as possibilidades de conexão de seus neurônios (Gardner, 2000).

Toda experiência, toda interação, todo acoplamento, afeta o operar do sistema nervoso como um todo, já que ocorrem mudanças estruturais na rede neural, mesmo que nem sempre estas mudanças sejam visíveis (Maturana, 1996).

Ao nascer, a criança não sabe nem que ela é um ser separado do resto do universo e também desconhece que o espaço é tridimensional. É fascinante ver que aos cinco anos ela já domina o seu corpo, manipula o meio a sua volta e pode através da linguagem expressar fatos e emoções.

No homem, cujo organismo é dotado de um sistema nervoso tão rico e variado, os domínios de interação estimulam a geração de novos fenômenos, ao possibilitarem novas

formas de acoplamento estrutural. “Foi isso que, em última instância, possibilitou a linguagem e a autoconsciência humana.” (Maturana, 1996).

Esse incessante construir-se a si própria pode contar com a nossa ajuda. Basta colocarmos à disposição da criança meios para ela manipular, experimentar, concluir e finalmente explanar, contar as suas conclusões. Aprender é para a criança tão natural como comer ou dormir. Somos programados para aprender.

Ainda hoje encontramos professores que acreditam que a subnutrição é a causa do baixo rendimento escolar, embora já há 30 anos tenhamos a comprovação de que o que falta para melhorar o desempenho das nossas crianças é estímulo, escolas melhores, mestres mais bem preparados. Na década de 80 a pesquisadora Jovelina Dantas executou na Paraíba uma pesquisa com crianças em vários níveis de desnutrição e comprovou que não é a desnutrição que impede a aprendizagem, mas sim, a própria fome e a falta de estímulos (Dantas, 1981).

Nossa primeira tarefa foi encontrar assuntos que despertassem o interesse das crianças. Quanto mais envolvidas estiverem, mais conexões farão e sua estrutura lógico-matemática necessariamente se desenvolverá. A arte de ensinar começa com promover um ambiente e materiais que sugiram idéias interessantes para a criança e assim, a Física foi apresentada na forma de situações lúdicas. Segundo Ausubel e Novak, a aprendizagem é significativa quando a nova informação ancora-se em conceitos ou proposições relevantes, preexistentes na estrutura cognitiva do aprendiz (Moreira, 2003).

Também, a partir dessa nova perspectiva, poderemos abandonar o clássico dilema pedagógico da preparação ou disponibilidade para a aprendizagem escolar. Nosso enfoque não mais residirá na aptidão intelectual do aluno, relacionada com seu nível de desenvolvimento evolutivo, mas sim na existência de conhecimentos prévios propícios ao conteúdo a aprender, os quais estão relacionados com as experiências extra-escolares das crianças. Segundo Vergnaud, muitas de nossas concepções vêm das primeiras situações que fomos capazes de dominar ou de nossa experiência tentando modificá-las (Moreira, 2004).

Sendo assim, elaboramos um conjunto de situações que foram apresentadas aos alunos de forma a desestabilizá-los dentro da zona de desenvolvimento proximal (Vigotsky, 2000). Tais situações desestabilizadoras, com a ajuda do professor e dos colegas, podem levar o aluno a desenvolver os seus esquemas. Durante o processo, a tarefa do professor é

direcionar a atenção do aluno para os aspectos relevantes da situação para alcançar o fim proposto. O valor da conceitualização é justamente este: dirigir o processo de seleção da informação pertinente (Vergnaud, 2003).

A aprendizagem em relação a determinado conteúdo depende de uma grande variedade de situações e esquemas. No entanto, na aprendizagem em ciências não é suficiente propiciar experiências para as crianças, afinal a ciência também é teoria. É necessário organizar as observações dessas experiências em uma composição que una os conhecimentos entre si a um corpo coerentemente estruturado. Daí o papel importante da teoria. “Não podemos esquecer de que não há nada mais prático do que uma boa teoria” (Vergnaud, 2003, p.54). A teoria apresentada às crianças não deve destoar de suas possibilidades de compreensão. Para que se realize o desenvolvimento de conceitualização é necessário que o professor formule as perguntas adequadas para levar a criança a trilhar o caminho conceitual que desejamos.

Quanto mais rica for a estrutura de conhecimentos, maior será a probabilidade de que a criança possa construir significados novos, isto é, maior será a sua capacidade de aprendizagem significativa.

Segundo Ausubel, a estrutura cognitiva é uma estrutura na qual ocorrem a organização e a integração que correspondem ao que chamamos de aprendizagem. Podemos entender a estrutura cognitiva de uma pessoa como sendo o conteúdo total das suas idéias e a organização das mesmas. Para esse estudioso, o fator que mais influencia a aprendizagem é aquilo que o aprendiz já sabe. O conhecimento prévio é usado como ancoragem para os novos conhecimentos, a qual é feita de tal maneira, que ao ser acrescentado o novo conhecimento, a estrutura se modifica também. Quando essa incorporação ocorre de forma não-arbitrária e não-literal à estrutura cognitiva do aprendiz, temos a *aprendizagem significativa*. O novo conhecimento interage com a estrutura cognitiva do indivíduo através de *conceitos subsunçores*. Nas crianças bem pequenas a origem destes *conceitos subsunçores* pode ser através de um processo conhecido como *formação de conceitos* - ao atingir a idade escolar, a maioria das crianças já possui uma quantidade adequada de conceitos formados para que comece a ocorrer a aprendizagem significativa por assimilação, no sentido ausubeliano (Moreira, 2003). Os estudos de Vigotsky (2000) sobre a formação de conceitos pelas crianças demonstraram que essa

formação começa na fase mais precoce da infância, e que as funções intelectuais construtoras da base psicológica que possibilita o processo da formação de conceitos amadurecem somente na puberdade. Antes desta idade temos embriões de conceitos. Cuidar que as sementes germinem é uma das tarefas da escola.

3. A FORMAÇÃO DE CONCEITOS SEGUNDO VIGOTSKY

Fundamentado em situações experimentais, Vigotsky dividiu a longa estrada que leva a criança até a formação de conceitos em três fases, conforme resumido na tabela 1.

A caminhada que leva a criança até à formação de conceitos propriamente ditos inicia-se com os *conglomerados vagos e sincréticos de objetos isolados*. Nesta etapa a criança agrupa elementos abalizando este agrupamento fortuito em características subjetivas, formando elos intrínsecos entre objetos.

A segunda fase, a dos *pensamentos por complexos*, conforme Vigotsky, é a que gira em torno dos seis anos. Como nos concentramos nessa faixa etária para nosso estudo, vamos nos ater em descrevê-la com mais minúcia.

No pensamento por complexos já podemos vislumbrar um início de coerência e objetividade que caracterizará o pensamento por conceitos; porém, enquanto nos conceitos as ligações entre elementos são *abstratas e lógicas*, nos complexos temos ligações *concretas e factuais*.

O primeiro tipo de complexo é o *tipo associativo*. Exemplificando, se pedirmos para a criança agrupar objetos por alguma semelhança, o critério usado por ela varia a cada novo objeto incorporado, assim se ela decidiu agrupar cores semelhantes, logo em seguida ela começa a eleger a forma como critério, de tal maneira que aos olhos do observador parece não haver coerência nas escolhas. No complexo associativo a criança leva em consideração as semelhanças ou as conexões perceptíveis entre os objetos.

Tabela 1. Resumo das três fases da formação de conceitos pela criança, baseado em Vigotsky (2000).

Fases	Características	Subdivisões
1º fase AMONTOADOS SINCRÉTICOS	·Agregação desorganizada ·Sincretismo ·Raciocínio incoerente	ESTÁGIOS 1º) Tentativa e erro 2º) Organização do campo visual 3º) Elementos tirados de grupos ou amontoados diferentes
2º fase PENSAMENTO POR COMPLEXOS	·Ligações concretas e factuais ·Experiência direta embasando as ligações	TIPOS 1º tipo: complexo do tipo associativo. 2º tipo: complexo do tipo coleções. 3º tipo: complexo em cadeia 4º tipo: complexo difuso. 5º tipo: pseudoconceito.
3º fase PRÉ- CONCEITOS	·Surge a abstração ·Iniciam-se as ligações lógicas entre idéias ·Começa a separação e análise de características	ESTÁGIOS 1º) Agrupamento de objetos com grau máximo de semelhança. 2º) Agrupamentos baseados em um único atributo (<i>São conceitos potenciais</i>) 3º) Conceitos

O segundo tipo de pensamento por complexo é o do *tipo coleções*. Nesta etapa são as diferenças e uma possível complementaridade entre os objetos que são levadas em consideração. Mesmo em adultos percebemos tal tipo de associação por contraste, por exemplo: xícara, pires e colher ou ainda caneta, lápis, borracha e caderno. Vigotsky caracteriza este estágio como sendo longo e persistente. Resumindo, o pensamento por complexo do tipo coleções é uma reunião de elementos com base em sua participação funcional.

O terceiro tipo é considerado por Vigotsky como sendo a mais pura forma do pensamento por complexos, denominando-o *complexo em cadeia*. Neste tipo de associação

o atributo, ou elo que interliga os diversos elementos, muda constantemente. Podemos perceber que há um elo entre um critério e outro, mas não é sempre o mesmo. Não conseguimos identificar uma hierarquia entre os atributos escolhidos pela criança, apenas há elos entre eles formando uma cadeia.

O quarto tipo, o *complexo difuso*, assemelha-se ao anterior, mas tem uma natureza muito mais fluida. Qualquer atributo pode ser usado pela criança para formar a sua coleção e, por ser difuso e indeterminado, gera possibilidades de combinações ilimitadas. Se perguntarmos à criança por que ela terá juntado um triângulo verde com um quadrado azul e depois com um trapézio, poderemos obter como resposta que é porque estas figuras têm pontas.

O quinto tipo é a ponte entre os complexos e os conceitos propriamente ditos. São os *pseudoconceitos*, os quais, embora parecendo conceitos, não têm com estes a mesma essência psicológica. Ainda conforme Vigotsky, em crianças em torno dos seis anos, há predominância de pseudoconceitos sobre todos os outros complexos de pensamentos.

O pseudoconceito tem uma dupla característica: mesmo ainda sendo um complexo, já traz em si o germe que dará origem a um conceito. A criança não tem consciência de que está operando com uma forma de pensamento diferente da do adulto. Para ela, uma vez que o conteúdo de ambos – complexo e conceito - coincide, não consegue sentir o desenvolvimento e a transição de uma forma de pensamento para outra.

A terceira fase que leva a criança até os conceitos é a do pré-conceito. E já há rudimentos dela mesmo antes de a criança operar por pseudoconceitos; esta fase não espera até que toda a trajetória com os complexos esteja completa para aparecer.

Podemos observar que cada fase perpassa as outras, ou seja, é possível e provável que uma criança pense por pré-conceitos em algumas situações e por complexo em outras.

A figura 2 descreve as três etapas que antecedem a formação de conceitos segundo Vigotsky.

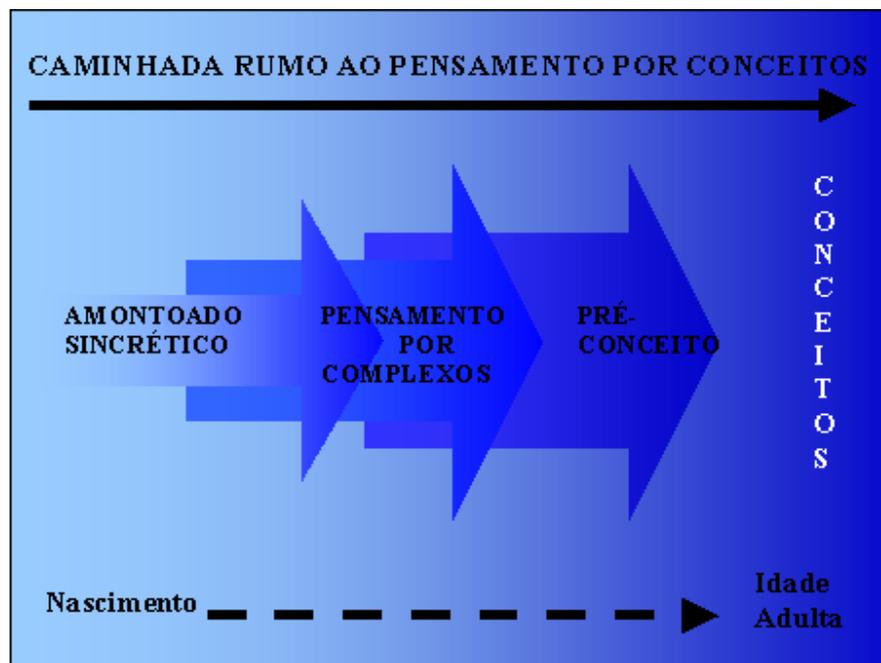


Figura 2. A formação de conceitos, baseado em Vigotsky (1993).

Temos duas raízes de onde partem os conceitos: uma tem origem nos complexos e leva a criança a estabelecer elos, relações e criar uma base para a generalização; a outra, com origem nos pré-conceitos, leva à abstração, à síntese e à análise (Vigotsky, 1993). A figura 3 é um mapa conceitual explicativo das duas raízes, as quais, segundo Vigotsky, contribuem para a formação de conceitos pela criança.

“O aprendizado escolar induz ao tipo de percepção generalizante, desempenhando assim um papel decisivo na conscientização da criança a cerca de seus próprios processos mentais. Os conceitos científicos, com o seu sistema hierárquico de inter-relações, parecem constituir o meio no qual a consciência e o domínio se desenvolvem, sendo mais tarde transferidos a outros conceitos e a outras áreas do pensamento. A consciência reflexiva chega à criança através dos portais dos conhecimentos científicos” (Vigotsky, 1993, pág. 79).

Ainda reportando-nos a Vigotsky, os conceitos científicos auxiliam a criança a reestruturar os conceitos espontâneos. Se a criança atingiu certa consciência e controle de um conceito científico, tal capacidade se expande para os conceitos espontâneos que ela

havia construído anteriormente. Consoante seus estudos, os dois tipos de conceitos se desenvolvem em sentidos contrários, mas um indo ao encontro do outro; inicialmente afastados, mas, à medida que se modificam e evoluem, acabam por se encontrar (Vigotsky, 1993).

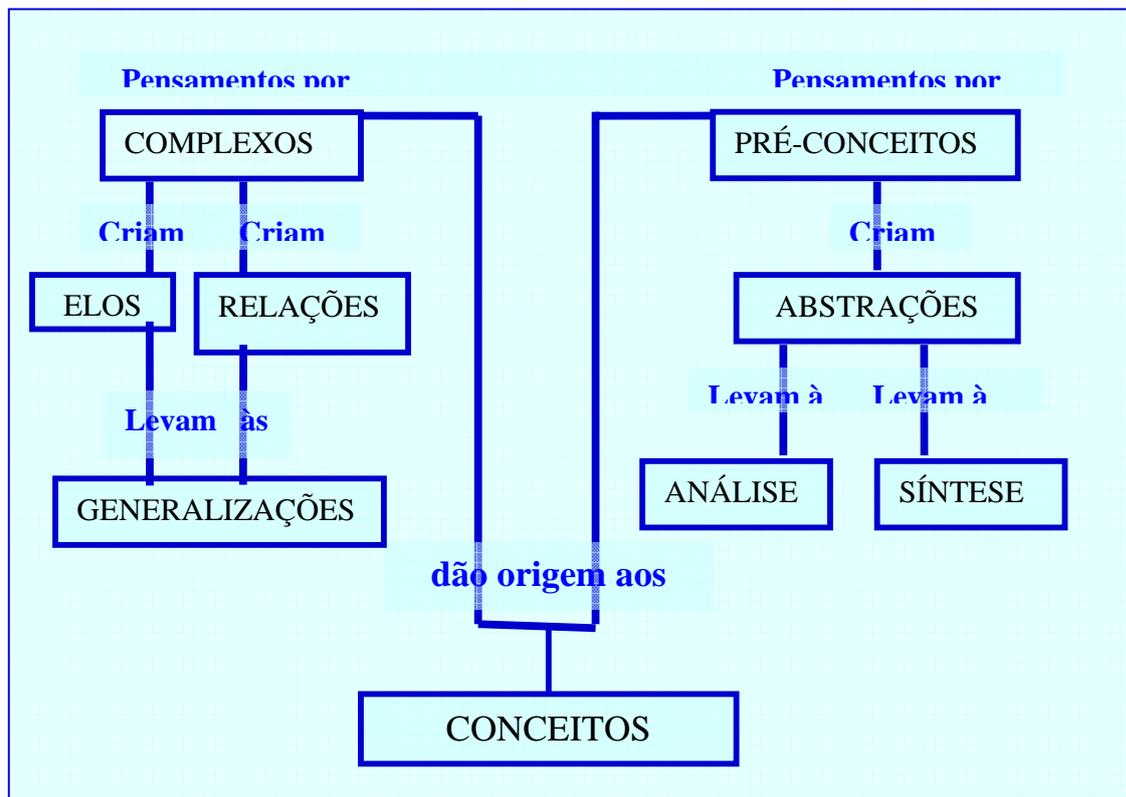


Figura 3. Mapa conceitual explicativo das raízes que dão origem aos conceitos, baseado em Vigotsky (1993).

4. RESUMINDO

A interação social é a origem e o motor da aprendizagem e do desenvolvimento intelectual, graças ao processo de interiorização possibilitado por ela (Vigotsky, 2000). No nosso trabalho, entre as três formas básicas de organização social das atividades escolares – cooperativa, competitiva e individualista –, usamos apenas as atividades cooperativas, não apenas por favorecerem atitudes mais positivas entre os alunos, como a simpatia, a atenção,

a cortesia e o respeito mútuo, como também por favorecerem o desenvolvimento cognitivo com muito mais eficácia do que as outras duas formas de interação. “O que acontece é que o simples fato de agir conjuntamente, cooperativamente, obriga todos os membros do grupo a estruturarem melhor as suas atividades, a explicitá-las, a coordená-las, sem que a responsabilidade possa ser atribuída com exclusividade a somente um dos participantes” (Salvador, 1994).

A necessidade de uma confrontação entre pontos de vista levemente discordantes, a existência de concepções diferentes no propósito de executar uma tarefa, graças à exigência de uma atividade grupal comum, induz a um conflito cognitivo que mobiliza e força as reestruturações intelectuais e, conseqüentemente, o progresso cognitivo. Para que as crianças possam criar em conjunto um conhecimento ou resolverem um problema, não é necessário que um dos participantes já domine ou conheça a solução. Basta que abordem essas tarefas com pontos de vista divergentes e que tenham as aptidões intelectuais mínimas que a estrutura da noção ou do problema exige. “É a necessidade social de compartilhar o pensamento dos outros, de comunicar o nosso e de convencer, que está na origem de nossa necessidade de verificação. A prova nasceu da discussão” (Piaget, 1967).

Não importa que a confrontação ocorra entre pontos de vista corretos e incorretos; para que se produza um progresso intelectual, basta a possibilidade de confrontar pontos de vista individuais com outros alheios, independentemente do grau de correção de ambos, o que é, até certo ponto, um aspecto secundário, ao menos no que concerne à interação entre iguais. É o próprio conflito cognitivo que mobiliza e força as reestruturações intelectuais e, com isso, o progresso intelectual.

Podemos enfatizar que à medida que as crianças mudam sua opinião sobre coisas importantes para elas, sua lógica e sua capacidade de cooperação se desenvolvem. As situações em que as crianças discutem ou discordam estão entre as mais favoráveis para ajudá-las a superarem seu egocentrismo - tanto intelectual quanto sócio-emocional (Kamii, 2002). “Junto à função comunicativa, a linguagem tem também uma função regulamentadora dos processos cognitivos, pois a intenção de formular verbalmente a própria representação com a finalidade de comunicá-la aos demais obriga a reconsiderar e re-analisar o que se pretende transmitir” (Salvador, 1994).

Uma vez que segundo Ausubel o fator isolado que mais influencia na aprendizagem é o que o aprendiz já sabe (Moreira, 2003), criar oportunidades para que nossas crianças aprendam conceitos físicos desde cedo é uma atitude que embora hoje pareça ambiciosa é plenamente viável e desejável.

Tal afirmação é fortalecida pela Teoria dos Campos Conceituais de Vergnaud. Com base nela, podemos afirmar que muitas das concepções que hoje temos, nasceram muito precocemente, através de situações com as quais nos defrontamos e fomos capazes de dominar (Moreira, 2004).

III. METODOLOGIA.

O objetivo primeiro de nosso trabalho foi o de melhorar a prática educativa e, portanto, consideramos os processos e os produtos de forma simultânea na apreciação dos resultados. A prática reflexiva durante o processo de execução e a escolha da população alvo nos conduz a uma abordagem do tipo investigação participativa (Moreira, 2002). Em outras palavras, iremos levar em consideração tanto os resultados como os processos, o que caracteriza uma investigação interpretativa. Buscando compreender o comportamento humano e sendo composto por aspectos que não podem ser conhecidos através de reações mensuráveis, estamos diante de um estudo que na visão de Kude (2002), é tipicamente qualitativo.

O presente estudo foi realizado inicialmente em 2004, de setembro a novembro, com 12 crianças de 6 anos de idade, moradoras da zona rural de Gravataí-RS, matriculadas na pré-escola da Escola Municipal Cerro Azul. Nesta primeira aplicação tivemos um encontro por semana durante dez semanas. Nestes encontros buscou-se descobrir os interesses das crianças e adequar-se as aulas à estes interesses, também durante esta primeira etapa foi possível detectar falhas e inadequações e corrigi-las na segunda intervenção.

A segunda aplicação ocorreu na mesma escola, de março a maio de 2006, com 21 crianças também de seis anos, já matriculadas na primeira série do Ensino Fundamental, uma vez que em 2006 ocorreu a mudança do Ensino Fundamental e a antecipação do ingresso das crianças na primeira série. Munidos da experiência anterior promovemos oito encontros, novamente com a frequência de um por semana.

A Escola Municipal Cerro Azul localiza-se na zona rural de Gravataí-RS, na região de Morungava. Optamos por trabalhar com crianças da zona rural, pelo fato de o nosso estudo estar voltado para o resgate da dívida social que temos com nossas populações periféricas.

Selecionamos apenas dois conceitos físicos para serem explorados - **força e energia** - e escolhemos situações divertidas ou surpreendentes para apresentar aos alunos. Após, foi necessário dirigir as suas atenções para os aspectos que eram importantes em cada situação proposta.

Inicialmente conversamos informalmente com a professora do pré-primário com o objetivo de conhecer a escola, as crianças e a comunidade. Observamos as crianças na sala de aula e na recreação no parquinho da escola, e pudemos perceber que as crianças de seis anos dessa comunidade estão interessadas principalmente em explorar as possibilidades do próprio corpo. Aprender a embalarem-se sozinhos no balanço, sem necessitarem da ajuda dos adultos, tomarem distância e correrem para subir no escorregador pela rampa de descida, subirem em árvores, correrem mais velozmente que os outros e equilibrarem-se na gangorra foram algumas das atividades preferidas por elas. Nessa fase as crianças estão aprendendo a usar o corpo que ao ser dominado, torna-se fonte de prazer e origem de outras descobertas. Por isso, uma decorrência natural foi usar o parquinho como atividade para as aulas. Nos encontros posteriores percebemos que havia interesse em ioiôs, cata-ventos, e brinquedos que “voam”, o que nos levou à escolha de uma série de experimentos que envolvessem tais objetos.

Ainda nos primeiros encontros alguns alunos formularam a hipótese de que certo brinquedo deveria funcionar com ímãs, o que indicou a nós que magnetismo também poderia ser um tema de interesse a ser utilizado.

Ao longo do trabalho buscamos usar a terminologia científica adequada às crianças ao falarmos, por exemplo, em energia do movimento, energia do vento, energia da posição, etc.. Através de perguntas instigadoras, investigamos até que ponto elas já desenvolveram os conceitos de força e energia e principalmente, se já possuíam a percepção da existência de troca de energia vinculada às leis de conservação.

Na fase de construção de conceitos das crianças observadas, ocorrem as primeiras abstrações, induções e finalmente a generalização; logo, aproveitamos também para trabalhar a idéia de que uma mesma palavra pode significar coisas distintas - a discriminação conceitual.

A tabela 2 resume os conceitos, as estratégias e o material empregado nas intervenções feitas.

Tabela 2. Resumo de temas usados no estudo.

CONCEITOS	ESTRATÉGIAS	EQUIPAMENTO	LOCAL DAS ATIVIDADES
FORÇA e	Uso de movimentos corporais	Balanço, gangorra, escorregador, campo de futebol.	Pátio e sala de aula.
	Uso de brinquedos que se movem por corda, vento, etc.	Ioiôs, cata-ventos, hélices, brinquedos de soprar.	Pátio e sala de aula.
ENERGIA	Uso de campos magnéticos de ímãs	Ímãs em barra, em disco, em placas, etc., pregos, amostras de materiais metálicos e não metálicos.	Sala de aula.

IV. APRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS

Apresentamos a seguir, sob a forma de relatos, cinco dos oito encontros semanais ocorridos de abril a maio de 2006. Privilegiamos estes cinco encontros por terem sido documentados em vídeo o que possibilitou a análise posterior das ações e respostas das crianças. A primeira aplicação, ocorrida em 2005 não será relatada uma vez que nosso maior interesse na ocasião foi o de testar e adaptar a proposta de estudo.

No início de cada aula foi necessário negociar com as crianças as regras da atividade. A cada novo dia, firmamos um acordo de quais tarefas seriam executadas e em que ordem isso ocorreria. Normalmente a seqüência era a seguinte:

1. brincar;
2. discutir em grupo;
3. expor ao grande grupo as conclusões;
4. fazer um relatório.

Uma vez que estávamos trabalhando com crianças ainda não alfabetizadas, o cronograma proposto a elas era desenhado no quadro no início de cada aula. A figura 4 exemplifica um destes acordos.



Figura 4. Seqüência de atividades a ser combinada com as crianças.

DATA: 21/03/2006

CONCEITO: Energia de rotação

MATERIAIS: Ioiôs

RELATO: A primeira aula versou sobre o estudo do ioiô e a realizamos inicialmente no pátio e logo após na sala de aula. O brinquedo foi entregue aos infantes embrulhado em papel pardo para tornar a atividade mais emocionante. Durante os primeiros 20 minutos eles brincaram livremente trocando informações entre si.

Deixadas livres, as crianças fizeram algumas experiências, além do óbvio que seria fazer o ioiô executar o movimento de sobe-e-desce. Uma destas foi a possibilidade de subirem nas mesas para ficarem mais altas e terem mais espaço de deslocamento vertical do brinquedo. Outra foi a de desmontarem os brinquedos e recombinarem as peças para obterem brinquedos de duas cores. Isso demonstrou uma grande movimentação das crianças com uma fértil troca de informações entre elas.

Seguindo o cronograma passamos à etapa do diálogo da professora com o grupo todo. Alguns trechos destes diálogos estão transcritos adiante.

A conclusão do trabalho ocorreu com a execução dos relatórios. Novamente temos uma situação na qual há muita troca de informações entre as crianças. Todos ficaram muito excitados na tentativa de representarem o que aprenderam e também de descreverem o que estavam desenhando. Por ainda não disporem das habilidades gráficas necessárias para representarem satisfatoriamente o que desejavam, surgiu nelas a natural necessidade de comunicarem o que pensam através da “explicação” dos desenhos feitos.

Percebemos que o importante para elas era “fazer coisas”; elas gostavam de estarem ocupadas fazendo algo: brincando ou desenhando. A fase intermediária de diálogo entre a brincadeira e o relatório, era desprestigiada. Isso dificultou o registro das falas, uma vez que ocorreram em meio à brincadeira e não em um momento específico para tal. Contudo, sabendo que o diálogo das crianças entre si e com o professor é uma ferramenta muito potente para desenvolver a cognição, interessamo-nos em estimulá-lo ao máximo e arriscamo-nos em atribuir esse desinteresse à própria convivência familiar, já que não se

justificaria no ambiente escolar devido ao fato de as crianças serem recém chegadas nele. Podemos conjecturar que talvez as famílias não estimulem o diálogo em suas crianças, já que é notória a pouca importância dada à opinião dos pequenos em muitas famílias. Confiamos ser interessante para o desenvolvimento cognitivo de nossas crianças que elas fossem estimuladas a falar quando estivessem em sala de aula, o que não ocorre normalmente. Afinal o que mais se exige delas é que fiquem quietas e escutem.

Acreditamos que para a ciência o estudo é tão importante quanto a divulgação, portanto a comunicação deve ser estimulada.

Transcrevemos a seguir alguns diálogos dos alunos entre si e destes com a professora condutora deste estudo.

TRANSCRIÇÃO DE DIÁLOGOS:

Professora: - Como é que faz para o ioiô voltar à mão da gente?

Gian: - A gente puxa para cima.

Lucas: - Puxa e desce.

Gian: - A gente joga ele pra baixo e depois puxa... e puxa.

Emilyn: - Primeiro a gente roda assim, enrola...É, depois joga para baixo.

Observamos no diálogo transcrito que as crianças ao buscarem explicações estão pensando por complexos predominantemente do tipo pseudoconceitos. Isso é percebido na verificação de que são as ações concretas como o puxar a cordinha do ioiô, jogar para baixo e enrolar que são usadas para explicar seu funcionamento.

Professora: - Quando eu era pequena, achava que o que tinha no ioiô era um elástico, assim uma borracha. É verdade?

Alunos: - Não, não é!

Professora: - Então não é um elástico que fica esticando e puxando?

Alunos: - Não!

Professora: - Então como é que faz para ele subir?

Gustavo: - É porque nós puxamos a mão pra cima e depois bota pra baixo, e ele abaixa.

Professora: - E o que acontece quando ele chega lá em baixo.

Emilyn: - Ele sobe

Gustavo: - Ele enrola e sobe.

Novamente observamos o uso de pseudoconceitos para explicar o funcionamento do brinquedo, característicos, segundo Vigotsky, de crianças em torno dos seis anos. As falas transcritas nos sugerem isso quando as crianças explicam que ao chegar lá em baixo o ioiô simplesmente sobe. Verificamos, no entanto, que Gustavo já busca uma explicação que se aproxima do pensamento por pré-conceitos, o que é evidenciado na observação de que o 'ioiô enrola' e sobe, em cujo uso podemos observar ligações lógicas de causa e efeito entre as idéias.

FAZENDO O RELATÓRIO

Douglas: - Vou fazer um boneco que jogou o ioiô para baixo.

Gabriela: - Ó professora, aqui 'tá' enrolando ele.

Douglas: - Olha o meu, professora. Foi jogado pra baixo.

Professora: - E o que é esta coisa escura aqui que a gente vê?

Douglas: - É um foguete jogado pra baixo rápido.

Professora: - E isso aqui?

Douglas (Fazendo com a mão gesto de girar): - É o ioiô. É o que "tá" girando. Agora vou desenhar a cordinha.

Durante a execução do relatório os alunos comentavam o que estavam fazendo e o que pretendiam representar. Nesta situação parecia haver consentimento para falar e enquanto desenhavam, explicavam o que estavam desenhando. Não havia realmente diálogo entre eles, mas comentários que, no entanto, podem ser muito úteis para diagnosticar a forma como as crianças estavam pensando.

Merece uma atenção especial a forma como Douglas explicou a rapidez com que o brinquedo deve ser jogado para baixo: "É um foguete jogado pra baixo rápido". Seu comentário parece demonstrar que o conceito de rapidez é ainda muito abstrato para sua etapa de desenvolvimento cognitivo, razão pela qual ele sentiu necessidade de tornar a definição concreta, usando a figura de "um foguete". Contudo, o uso do termo sugere que a

mente de um novo conceito pode ter sido plantada e que no devido tempo esse aluno poderá abstrair o conceito de rapidez tão útil para a aprendizagem em Física.

A seguir, ilustramos alguns momentos do trabalho com os ioiôs. Na figura 5 Gian mostra que é necessário erguer a mão para depois lançar o ioiô. Nas figuras 6 e 7 os alunos estão sobre as mesas para ter mais espaço vertical para a descida do ioiô.



Figura 5. Gian mostrando que é necessário erguer a mão para soltar o ioiô.



Figura 6. Pablo e Emilyn sobre a mesa para ter mais altura para soltar o ioiô.



Figura 7. Douglas e Marcio mostrando como brincar com o ioiô.

RELATÓRIOS DOS ALUNOS:

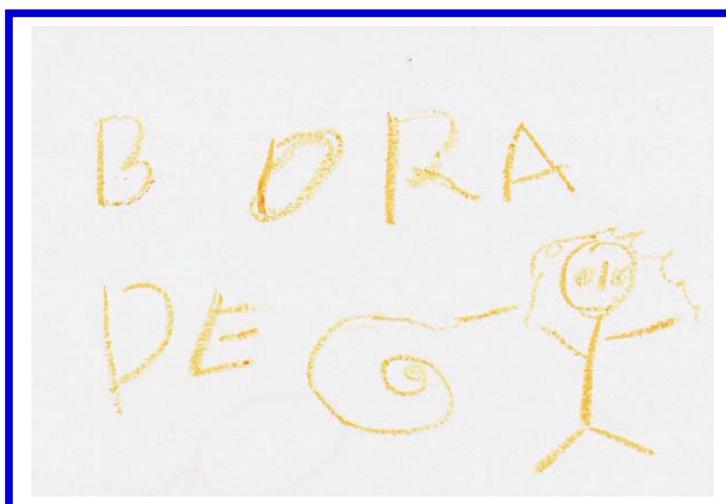


Figura 8. Criança com ioiô.

Autora: Débora, 6 anos. Segundo o depoimento da autora, a corda em espiral representa o movimento do ioiô. Observamos a atitude alegre da personagem desenhada, com braços levantados e aparentemente pulando.

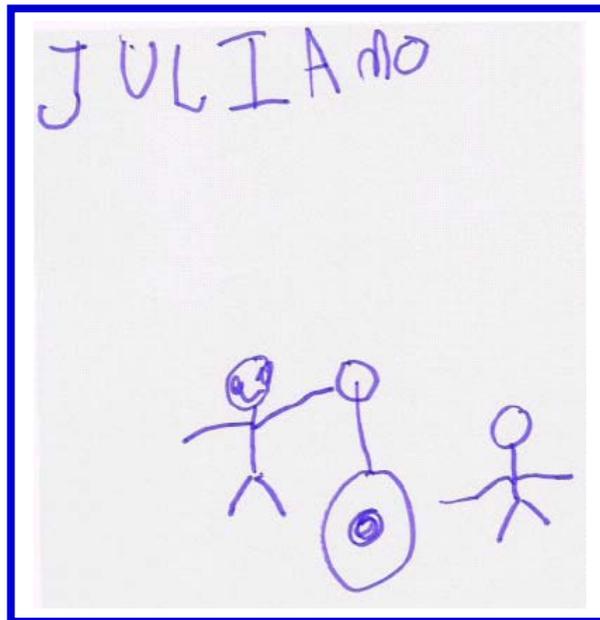


Figura 9. Duas crianças e o ioiô.

Autor: Juliano, 6 anos. Observamos que o ioiô é representado em tamanho gigantesco em relação às crianças, o que pode caracterizar a importância dada ao ioiô no desenho.

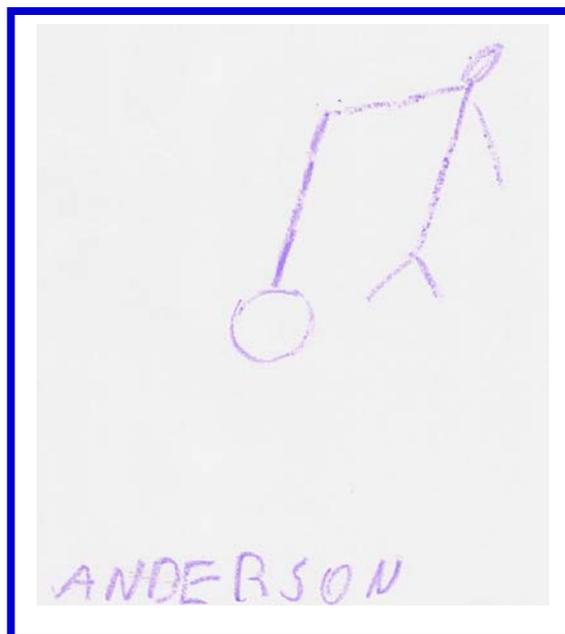


Figura 10. Criança lançando o ioiô para baixo

Autor: Anderson, 6 anos. Aqui podemos ver novamente que o brinquedo é representado de forma bem grande em relação à criança. Isso parece sugerir que, para o autor, o ioiô é a parte mais importante do desenho.

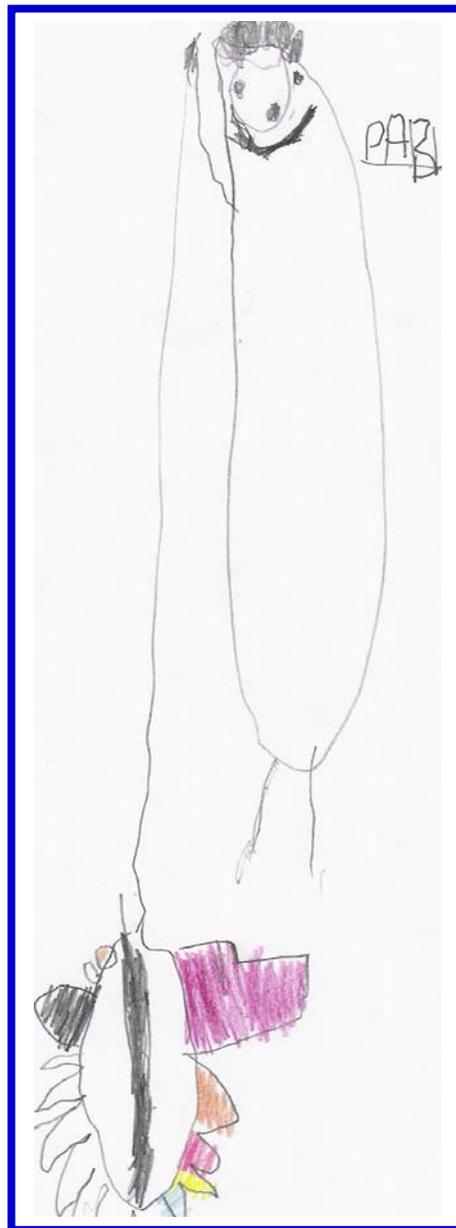


Figura 11. Criança com ioiô colorido

Autor: Pablo, 6 anos. Neste desenho percebemos a preocupação do autor em representar a criança com o braço erguido. Tal preocupação parece mostrar a importância dada por ele ao ato de erguer o braço para que o ioiô suba, talvez já percebendo a relação lógica entre causa e efeito. Este tipo de pensamento é característico da fase de pré-conceitos que, segundo Vigotsky, são *conceitos potenciais*. Notamos também que o brinquedo é representado com muitos detalhes e, segundo a criança, as saliências coloridas que circundam os dois flanges representam o movimento do ioiô.

SÍNTESE

Observando a gravação em vídeo da atuação das crianças, podemos notar que inicialmente a atenção estava totalmente voltada para a brincadeira em si e para a tentativa de fazer o brinquedo “funcionar” corretamente. Quando confrontadas com a necessidade de explicarem o que estavam fazendo e por que o estavam fazendo, apareceram explicações características do pensamento por complexos, ou seja, da segunda fase da formação de conceitos segundo Vigotsky. Notamos que é a experiência direta que estrutura as ligações entre os fatos. Em nenhum momento percebemos o uso dos conceitos de força ou de energia para explicar o funcionamento do ioiô. Podemos notar o emprego do conceito de rapidez por Douglas ao desenhar o seu relatório, ainda associado ao concreto: “É um foguete jogado pra baixo rápido”.

Analisando os desenhos, podemos perceber a tentativa de representar o movimento do brinquedo e a enorme importância que foi dada ao mesmo, constatável pela associação do tamanho de cada item no desenho não em consonância com a proporção natural, e sim com a proporção da “importância” de cada objeto representado.

Nesse primeiro encontro procuramos não empregar, explicitamente, os conceitos de força e energia, embora trabalhando com eles nas brincadeiras. Deixamos para que posteriormente as crianças tomassem consciência desses conceitos.

DATA: 28/03/2006

CONCEITOS: Energia eólica e energia de rotação

MATERIAIS: Gira-hélice de sopro.

RELATO: Para brincar com o gira-hélice as crianças receberam o brinquedo apenas parcialmente montado e não obtiveram qualquer instrução de como fazer para que ele funcionasse. Aos poucos foram surgindo as tentativas de montá-lo e a busca por um modo de fazê-lo funcionar. Durante esse tempo as crianças ficaram muito compenetradas fazendo muitas experiências. Notamos os rostos muito atentos e as fisionomias concentradas no esforço de descobrir a chave para fazer o brinquedo funcionar. Tal situação perdurou por uns cinco minutos, até que uma menina descobriu a maneira de encaixar a hélice e a possibilidade de soprar no canudinho para fazê-la girar. Comparo esse momento mágico com o da propagação do fogo em um rasteiro de pólvora. Quase que instantaneamente todos estavam com o brinquedo montado e fazendo a hélice girar com o sopro, isso parece mostrar que, embora concentrados nas próprias experimentações, a atenção dos alunos também estava focada nos colegas. Embora aparentemente brincando sozinhos, estavam o tempo todo em sintonia com os demais integrantes do grupo.

Depois do diálogo inicial, foi sugerido aos alunos que desmontassem o brinquedo para ver como seria seu funcionamento interno, atividade recebida com entusiasmo. Em poucos minutos já tínhamos muitos gira-hélices desmontados e sendo examinados, estimulando outra série muito boa de comentários sobre o funcionamento do brinquedo.

A etapa seguinte foi a de remontar os brinquedos, o que representou um grande desafio para alguns que nessa idade, ainda apresentavam dificuldades na coordenação fina. Acompanhamos as muitas tentativas frustradas e a alegria ao ter finalmente o brinquedo montado e a hélice girando. Pela primeira vez, então, foi sugerido às crianças que o ar em movimento possuía energia; no entanto preferimos ainda não utilizar denominações.

TRANSCRIÇÃO DE DIÁLOGOS:

Professora: - Quero que alguém me diga o que é que faz a hélice girar.

Gian: - É só encaixar e assoprar o ar.

Professora: - Muito bom. E quando a gente sopra o ar ele começa a se movimentar. Que nome recebe este ar que se movimenta?

Alunos: - Vento.

Manoel: - Ah! Eu já sabia!

Professora: - O que será que tem dentro deste brinquedo que faz a hélice girar? Vamos desmontar para ver o que tem por dentro? Depois a gente monta de novo.

Gian: - Eu sei o que é que é! É uma ‘helicezinha’ que tem dentro. Parece um ventilador

Professora: - Vamos ver se é.

(Após alguns gira-hélices serem abertos)

Alunos: - É!

Yago: - É esta coisinha aqui.

Gustavo: - É isso daqui ó!

Professora: - Ah! É isso que faz girar? Me explica como é que é.

Douglas: - Oh! Aí tu bota aqui dentro, encaixa e depois vai assoprando e ele vai girando.

Professora: - Por onde é que entra o vento?

Douglas: - O vento entra por aqui. E aqui sai o vento.

Gian: -É, e aí vai “arrodiando” a caixinha (rotor) e isso aqui (hélice) vai “arrodiando”.

Douglas: - Essa coisa aqui (rotor) gira pro “negocinho” (hélice) girar.

Essa atividade foi muito proveitosa tanto para entender como as crianças pensam como para instigá-las a desenvolverem conceitos físicos. Notamos nesta experiência que quando estimuladas por um desafio lúdico as crianças demonstram um desempenho superior ao esperado. Enquanto que na semana anterior tivemos dificuldades em fazê-las falar expondo as suas conclusões, nesse segundo encontro tivemos uma participação entusiasmada nos diálogos. Ao buscarem uma explicação para o fato de podermos fazer a hélice girar, o ar soprado foi associado ao vento sem nenhuma dificuldade. O encadeamento de idéias: “Aí tu bota aqui dentro, encaixa e depois vai assoprando e ele vai girando” já parece demonstrar a passagem do pensamento por complexo para o pensamento por pré-conceito.

Também nas duas últimas falas, de Gian e de Douglas, notamos que mesmo sem o vocabulário apropriado, as crianças conseguem transmitir a idéia de causa e efeito: “É o rotor que girando com o assopro faz a hélice girar”. Já é possível vislumbrar aqui um prenúncio de ligação lógica entre idéias, o que é uma característica do uso de *conceitos potenciais*, ou seja, de pré-conceitos.

Durante as aulas é muito difícil precisar se estamos atuando ou não na zona de desenvolvimento proximal, uma vez que cada criança avança e recua incessantemente indo de um estágio a outro no desenvolvimento de conceitos. Notamos que elas experimentavam novas formas de expressar um conceito e depois recuavam para um estágio em que já estavam habituadas. No entanto, é provável que estejamos agindo nesta zona, já que uma das suas características é a criança ainda necessitar da ajuda de um instrutor (adulto ou não) para executar uma tarefa. Notamos tal comportamento nas tentativas de as crianças darem explicações quando questionadas. Inicialmente necessitavam de ajuda, mas em seguida já tinham condições de dar explicações sozinhas.

Podemos lembrar, recorrendo à Vigotsky, que a aprendizagem e o desenvolvimento são dois processos que se inter-relacionam de forma complexa e que a aprendizagem só é boa quando se antecipa ao desenvolvimento. Percebemos que quando isso é atingido, a aprendizagem estimula e desencadeia uma série de funções que se encontravam em fase de amadurecimento.



Figura 12. Gustavo soprando o ar para dentro do brinquedo.

Nas Figuras 12 e 13 os alunos estão soprando o gira-hélice. Na Figura 14, em primeiro plano Débora brinca enquanto que em segundo plano, Thalia concentra-se na tarefa de montar o brinquedo. Na figura 13 Pablo experimenta o efeito de soprar dois brinquedos. A Figura 16 mostra o momento em que Manoel e Vitória estão concentrados na tentativa de relatar o que aprenderam.



Figura 13. Emilyn fazendo a hélice girar com o ar soprado.



Figura 14. Débora, já com o gira-hélice em funcionamento e Thalia, concentrada na montagem do brinquedo.



Figura 15. Pablo tenta soprar o ar para dentro de dois giroscópios ao mesmo tempo.

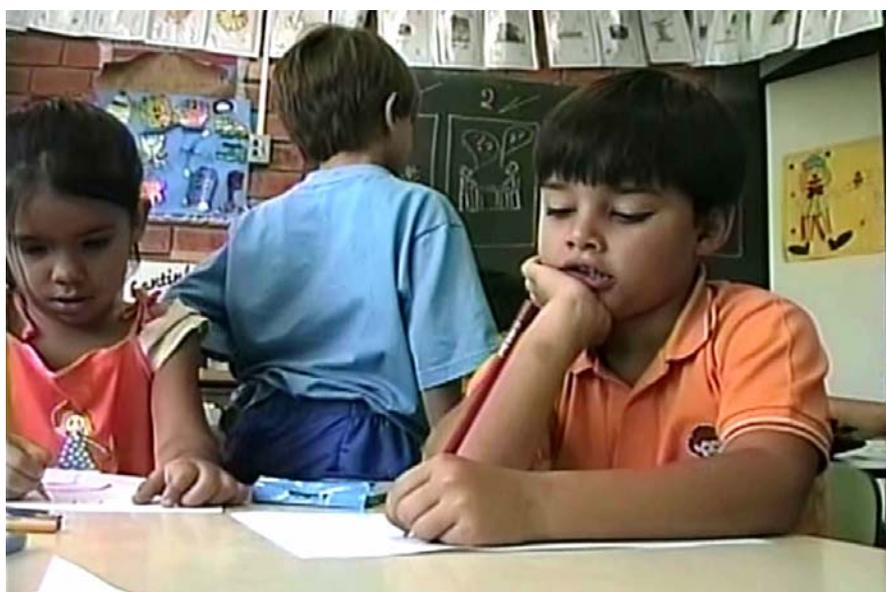


Figura 16. Manoel e Vitória concentrados em seus relatórios.

RELATÓRIOS DOS ALUNOS:

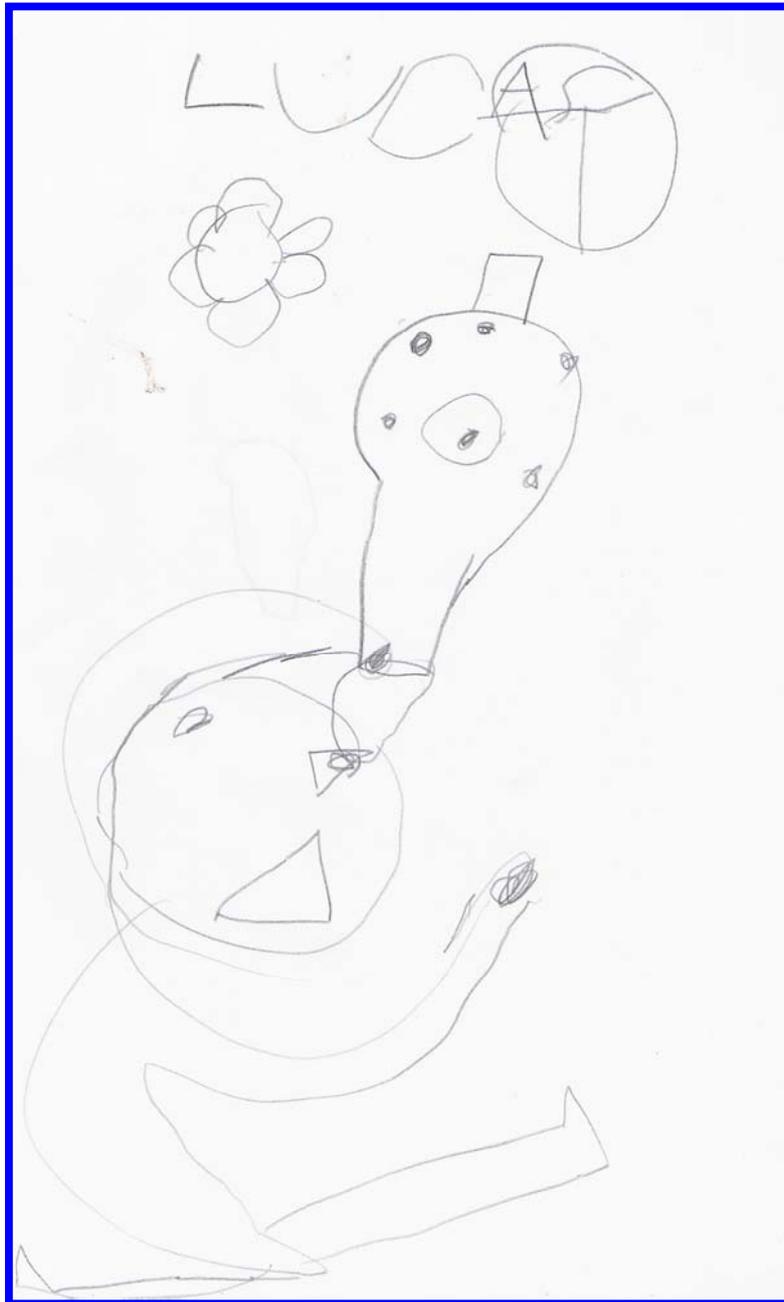


Figura 17. Criança soprando o tubo do gira-hélice.

Autor: Lucas, 6 anos. Lucas representou com muitos detalhes uma criança soprando no tubo do gira-hélice. Em destaque sob o nome do autor podemos observar a hélice voando. As crianças obtiveram este efeito fazendo a hélice girar e puxando o brinquedo rapidamente para baixo. Assim a hélice era liberada girando.



Figura 18. Gira-hélice colorido.

Autor: Vitória, 6 anos. Vitória representou a parte interna do gira-hélice. Observamos a representação das películas do rotor ao centro.

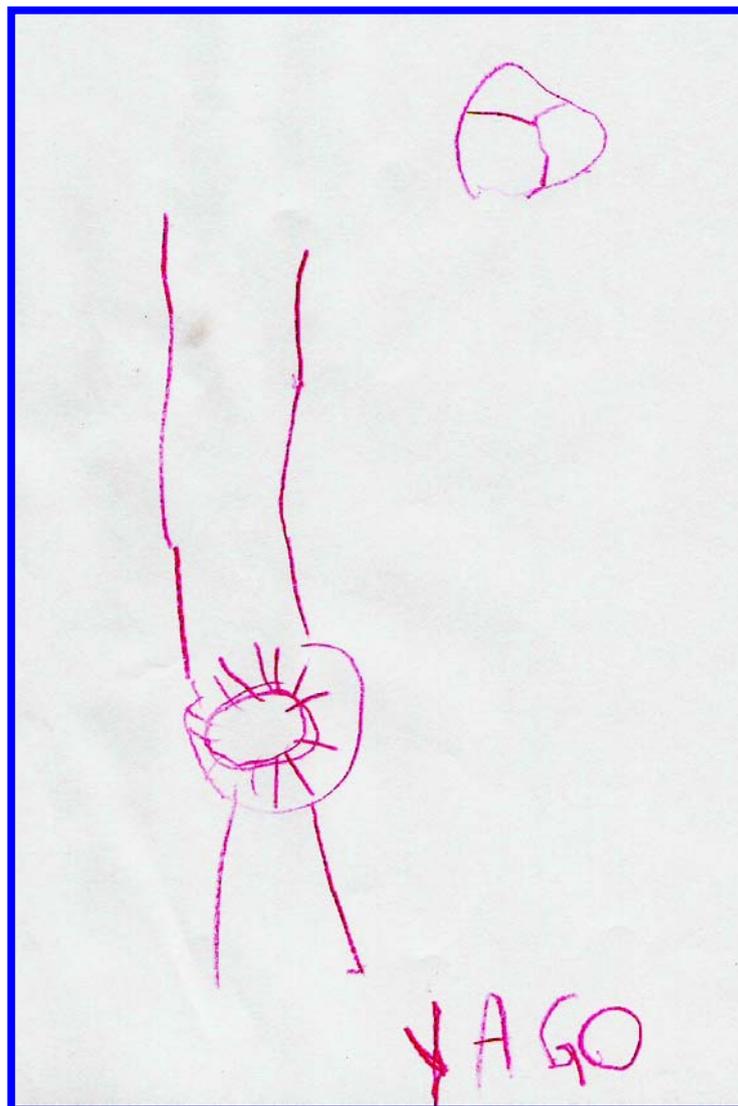


Figura 19. Gira-hélice esquemático.

Autor: Yago, 6 anos. Podemos observar a representação dos tubos de entrada e saída do ar e o rotor. A preocupação do aluno em representar a parte interna do brinquedo parece mostrar que a etapa de desmonte foi muito valorizada por ele. Podemos observar ao alto, a hélice voando.

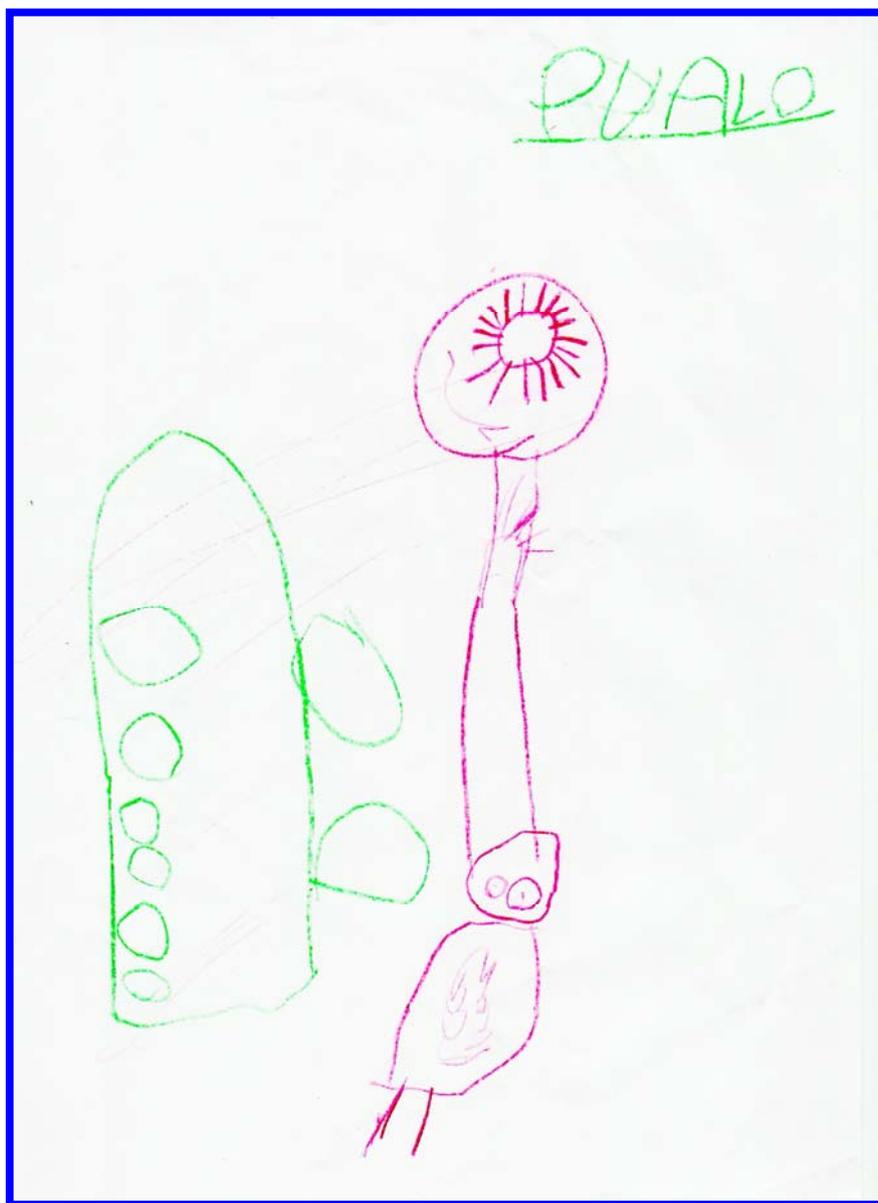


Figura 20. Criança soprando o tubo do gira-hélice.

Autor: Paulo, 6 anos. Representação de criança soprando no tubo que conduz o ar ao rotor. O brinquedo foi representado em tamanho descomunal, provavelmente demonstrando o grau de importância que tem para o autor.

SÍNTESE

A atividade com o gira-hélice mostrou-se muito conveniente aos nossos objetivos, devido à peculiaridade do brinquedo de permitir ser desmontado e posteriormente remontado. Nessa experiência tivemos a atenção incondicional das crianças, percebendo que graças aos desafios das brincadeiras as crianças estavam completamente presentes à aula.

Ao confrontarem-se com uma nova situação, no caso um brinquedo desconhecido, inicialmente os alunos tentaram aplicar os esquemas de funcionamento já conhecidos em outras ocasiões, como usar a força para encaixar as peças. Como isso não resultou em um sucesso imediato, foram tentando novas condutas, procurando descobrir, por exemplo, através da forma qual peça se encaixaria em outra. Provavelmente temos neste momento, a ampliação dos seus repertórios de esquemas. Segundo Vergnaud, o conceito de esquema vincula conduta e representação e é esta relação entre situações e esquemas a fonte primária da conceitualização, âmago do desenvolvimento cognitivo (Moreira e Greca, 2004). São dessas situações que precocemente enfrentamos e dominamos que vêm muitas das nossas concepções adultas.

As falas das crianças durante esta atividade, parece demonstrar desenvolvimentos cognitivos à frente do desenvolvimento lingüístico, tendo em vista que ainda não tinham amplitude de vocabulário para comunicarem o que sabiam. Devido a isso usavam constantemente termos genéricos como “coisinha” e “negocinho”, além de gesticularem para exprimirem o que estavam pensando. Sendo assim, podemos especular que estas crianças conhecem muito mais do que são capazes de mostrar.

Voltamos a insistir na necessidade de fazê-las falar não apenas para ampliar o vocabulário como também para ordenar de maneira mais eficiente suas idéias.

DATA: 04/04/2006

CONCEITO: Energia eólica

MATERIAIS: Cata-ventos

RELATOS: Ao receberem os cata-ventos a primeira reação das crianças foi a de correrem para o pátio. Durante a primeira meia hora elas testaram as possibilidades de fazer o brinquedo girar: correndo mais devagar e mais rápido, girando sobre si mesmas, arremessando o braço para frente, soprando e rodando as pás do cata-vento com a mão. Aproveitamos a ocasião para iniciarmos os questionamentos sobre o funcionamento do brinquedo. Uma vez que o diálogo ocorreu no meio da brincadeira, foi possível observar uma maior desenvoltura dos alunos nas respostas. Talvez devido à ausência de pressões psicológicas tudo transcorreu tão naturalmente que pudemos perceber seu desembaraço. Durante os diálogos pudemos indagar a opinião delas sobre o que fazia o cata-vento girar, de onde vinha a energia para o cata-vento, por que quando corríamos com o cata-vento ele girava, etc.

De volta à sala de aula, as crianças pediram que o ventilador fosse ligado. Quando questionados por que, a resposta unânime foi de que fazia vento. Porém, como a posição vertical não funcionou para fazer o brinquedo girar como o ocorrido no pátio, a primeira tentativa de contornar a situação foi o pedido de que o ventilador fosse “ligado” mais forte. Esse comentário mostra a confusão existente entre força e velocidade. A possibilidade oferecida pelo ventilador de teto é a de aumento de velocidade de giro das pás. E pelo aumento de velocidade do aparelho não ter solucionado o problema, alguns alunos subiram às mesas para assim ficarem mais próximos do ventilador, ação que foi coibida uma vez que poderia resultar em acidentes.

Depois de alguns protestos e comentários de que não estava funcionando, um aluno descobriu que se colocasse o cata-vento na posição horizontal conseguiria fazê-lo girar eficientemente. E do mesmo modo que sempre acontece com essa turma de alunos, a novidade correu pela sala e num instante todos haviam aprendido a manter os cata-ventos na posição adequada para aproveitarem melhor o vento e obterem mais velocidade de

rotação no brinquedo. Lembramos que enfrentar e superar desafios de maneira natural - sem pressões -, é uma ferramenta poderosa no desenvolvimento da cognição.

Segundo Vergnaud (Moreira, 2004), o desafio proposto aos professores é o de criarem situações que ao serem dominadas pelos alunos, venham ao encontro das duas idéias principais em relação ao sentido de situação: variedade e história. Existe uma grande variedade de situações em um determinado campo conceitual e os conhecimentos dos alunos são moldados pelas situações que encontram e progressivamente dominam, particularmente pelas primeiras situações suscetíveis de dar sentido aos conceitos e procedimentos que queremos que aprendam (op. cit.).

TRANSCRIÇÃO DE DIÁLOGOS

NO PÁTIO:

Manoel: - O meu não tá girando rápido.

Professora: - Como é que a gente faz para ele rodar mais rápido?

Débora: - Correr mais rápido.

Professora: - O que é que faz ele girar?

Juliel: - O vento. A gente vai correndo o vento vem e vai “arrodando”.

Professora: - Então podemos dizer que o vento tem energia. Energia do vento.

Gian: - É! E que faz ele girar.

Professora: - E de onde vem a energia do vento?

Gian: - Do céu, das nuvens...

Os diálogos transcritos parecem mostrar que as crianças já possuíam em suas estruturas cognitivas a idéia de movimento relativo. Embora ainda sob a forma de pseudoconceito, por fundamentarem-se em situações concretas e factuais, podemos vislumbrar o surgimento do conceito da relatividade do movimento. Elas sabiam que temos movimento de ar e que o cata-vento girava se o ar passasse por nós (pelo vento) ou se passássemos pelo ar correndo.

Também podemos destacar a solução encontrada por Gian para o questionamento proposto sobre a origem da energia do vento. Para ele a energia viria do céu e das nuvens. Aqui notamos novamente a idéia de relatividade: considerando que as nuvens se

movimentam com o vento, quem movimenta quem? As nuvens ao vento, ou o vento às nuvens?

DE VOLTA A SALA DE AULA:

Todos (em coro): - Liga o ventilador! Liga o ventilador!

Professora: - Para quê?

Todos: - Pra girar.

(Com o ventilador ligado)

Manoel: - Mais forte! Mais forte!

Paulo: - Não tá funcionando.

Gian: - Iurru! Tá girando! (Girando sobre si mesmo)

Pablo: - Ah! O meu funcionou! (colocando o cata-vento em uma posição paralela às pás do ventilador)

Professora: - O que é que faz o cata-vento girar?

Juliel: - O vento.

Professora: - Todos concordam que é o vento?

Manoel: - É! E quando o vento vem com muita energia.

Professora: - E de onde vocês acham que vem o vento?

Juliel: - Do céu. Das árvores.

Vitor: - Do Papai Noel. (Risos).

Gabriel: - Do ventilador.

Gustavo: - Tem muuuuuita energia.

Notamos por esse diálogo que as crianças já estavam usando o conceito de energia. Ao serem questionadas da origem do vento, juntamente com as idéias já expostas anteriormente, apareceu a idéia do vento como origem no Papai Noel. Embora em meio a risos, isso pode mostrar um pouco do pensamento mágico que, seguindo Piaget, domina o universo das crianças (e de alguns adultos também) no período pré-operacional. No final, notamos que a origem do vento também é devida ao ventilador e essa resposta é bastante lógica para as crianças, se a idéia foi entendida por elas do vento como “movimento de ar” e não do vento como “termo genérico para um fenômeno natural da atmosfera”.

Na Figura 21 os alunos tentam fazer girar o brinquedo usando o vento do ventilador de teto da sala de aula. Na figura 22 eles descobrem que se colocarem o brinquedo em paralelo com o ventilador conseguem maior eficiência.

Na figura 23 o aluno Pablo procura representar seu cata-vento no relatório. Observamos que ele mantém o brinquedo ao lado enquanto desenha.



Figura 21. Crianças tentando usar o vento do ventilador para fazer girar os cata-ventos.



Figura 22. Alegria da constatação de que na posição horizontal o vento do ventilador faz girar os cata-ventos.



Figura 23. Pablo desenhando um cata-vento no seu relatório.

RELATÓRIOS DOS ALUNOS:

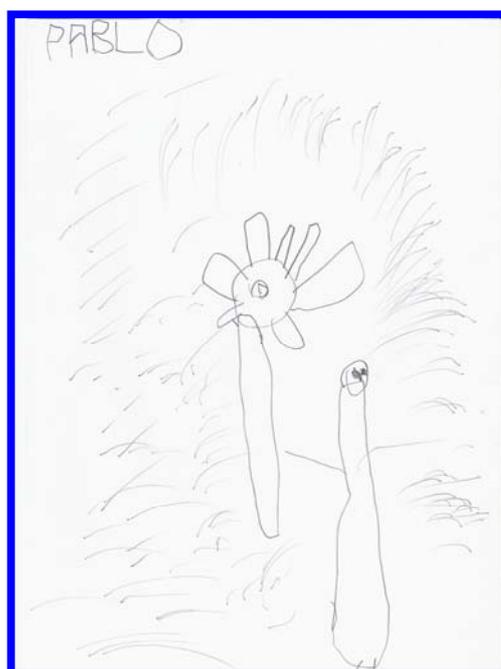


Figura 24. Criança com cata-vento.

Autor: Pablo. Idade: 6 anos. O desenho representa uma criança com cata-vento. Segundo o autor os riscos em torno representam o vento que faz girar o brinquedo.

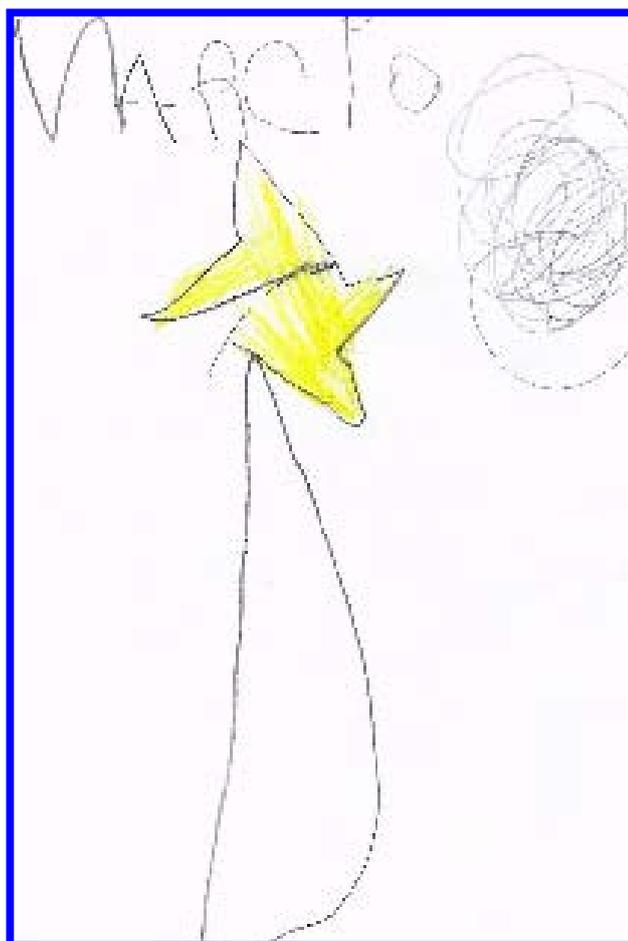


Figura 25. Cata-vento amarelo.

Autor: Marcio, 6 anos. Marcio foi muito feliz ao representar o cata-vento. A cor amarela das pás parece demonstrar que para o ele estas formam a parte mais importante do brinquedo. Observamos que a inclinação das pás está muito bem representada. Segundo Marcio, o emaranhado de linhas à esquerda representa o vento.



Figura 26. Cata-vento esquemático e o vento.

Autor: Manoel, 6 anos.

Manoel, como se percebe em seus traços fortes, pode ainda estar tendo dificuldades na coordenação fina. Mas, relevando-se tais dificuldades, o autor do desenho representou muito bem o cata-vento com sua forma ligeiramente romboédrica. Segundo esclarecimento do próprio menino, o emaranhado de linhas à esquerda representa o vento que faz girar o cata-vento.

SÍNTESE:

A atividade com o cata-vento possibilitou a observação de como as crianças percebem os conceitos de energia e força. Notamos que na sua experiência diária fazer o ventilador girar mais rápido é equivalente a fazê-lo ficar mais forte, o que é um equívoco freqüente mesmo em adultos; a confusão entre força e rapidez.

Com o desenrolar das atividades, percebemos que as crianças se mostravam mais desenvoltas e tagarelas e, à medida que as aulas foram se sucedendo, passaram a reconhecer a rotina de cada encontro: brincar, conversar, desenhar. Assim, sentindo-se confortáveis para explorarem, perguntarem e opinarem, a construção de conhecimento foi um efeito natural.

Podemos atribuir essa naturalidade não apenas à confiança que a equipe conquistou junto às crianças, como também ao próprio desenvolvimento cognitivo delas. Se lembrarmos que a construção de conhecimento foi feita dentro de um campo conceitual da Física, acreditamos estar contribuindo para a formação de conceitos *subsunçores*. A formação estrutural propiciada com nosso trabalho poderá servir no futuro para a ancoragem dos conceitos físicos de força, energia e rapidez de forma lógica e abstrata.

Dia a dia percebemos nas atitudes, diálogos e desenhos das crianças que o desenvolvimento cognitivo estava ocorrendo da forma como foi previsto. Mesmo nós, já adeptos da postura filosófica cognitivista construtivista, ficamos agradavelmente assombrados ao percebermos que essa construção estava sendo feita pelas crianças.

DATA: 18/04/2006

CONCEITO: Força de resistência do ar

MATERIAIS: Pára-quadras

RELATOS: A aula em que desenvolvemos o conceito de força de resistência do ar transcorreu, por uma questão lógica, no pátio - necessitávamos de espaço para jogar o pára-quadras. Não foi necessário dizer às crianças o que era o brinquedo ou o que fazer para brincar. Em poucos minutos todos estavam jogando o brinquedo para cima para que ele caísse aberto e freado pelo ar.

Depois de 10 minutos a aluna Débora fez uma pilha de tijolos para ficar em uma posição mais alta e assim poder ter maior distância vertical e conseqüentemente mais tempo para o pára-quadras abrir antes de chegar ao solo. Logo Gustavo, Gabriel, Emilyn e Pablo a estavam imitando. A foto da Figura 28 retrata esta tentativa. Foram feitas outras experiências, como rodar o brinquedo e jogá-lo, abri-lo e jogá-lo, etc. A dificuldade de lançamento do pára-quadras seria solucionada se eles enrolassem o brinquedo para que na subida tivéssemos pouca resistência do ar e a própria queda se encarregasse de abri-lo na descida. Preferimos deixar que eles descobrissem isso por si, o que ocorreu depois de quase quarenta minutos pelo aluno Vitor. Depois de obter sucesso no lançamento do seu pára-quadras, ele fez questão de mostrar seu feito ao cinegrafista para que fosse devidamente registrado. Durante a demonstração, Vitor explicou ao cinegrafista que ele deveria mirar a câmera para cima para conseguir filmar a experiência, instrução essa que, além de divertir o profissional, evidenciou a importância que Vitor estava dando ao seu papel de divulgador de uma descoberta.

Depois do episódio de Vitor, Gian e Emilyn descobriram que do segundo piso da escola obteriam uma boa altura para lançar o pára-quadras. Vemos esta experiência na foto da Figura 27. Isso rendeu mais 15 minutos de experiências, com alunos subindo, soltando o brinquedo (sem velocidade inicial), e descendo e subindo novamente para tentar jogar para cima, inúmeras vezes. É intrigante observar a tenacidade das crianças na busca do sucesso na brincadeira. Na figura 29 temos alunos e professor consertando pára-quadras.

A aprendizagem em relação a determinado conteúdo depende de uma grande variedade de situações e esquemas (Moreira, 2004). A nossa tarefa foi muito fácil sob este aspecto: simplesmente deixamos as crianças à vontade para experimentarem e descobrirem. De volta à sala de aula, através de questionamentos simples, procuramos direcionar-lhes o pensamento para alguns aspectos relevantes. Com isso conseguimos reunir experiência e teoria, afinal não há nada mais prático do que uma boa teoria (Vergnaud, 2003, p. 54).

TRANSCRIÇÃO DE DIÁLOGOS:

NO PÁTIO:

Manoel: - Uau, meu! Pára-queda!

Lucas: - Olha pro céu Paulinho!

Gean: - O meu vai bem certinho!

NA SALA DE AULA

Professora: - Como é que funciona o pára-quadras?

Lucas: - Eu sei! O vento bate assim e ele fica flutuando.

Professora: - Por que ele fica flutuando?

Paulo: - Por causa da sacola (saco plástico que faz as vezes de pára-quadras).

Gian: - Eu sei, chama pra cima porque o vento bate por baixo da sacola.

Juliel: - Aí ele não cai muito rápido.

Gian: - O meu cai devagar.

Professora: - Está bem, vocês me disseram que o ar bate na sacola por isso ele cai devagar.

Gian: - Bate por baixo (frizando bem a colocação). E aí fica, e cai devagar.

Professora: - E se não tivesse ar, o que iria acontecer?

Pablo: - Ia cair bem rápido.

Professora: - Na Lua não tem ar. Como será que ele iria cair lá na Lua.

Pablo: - Opa! Eu não sei!

Manoel: - Ele ia encostar na Lua e ficar parado.

Lucas: - Oh! Prof. Rita, quando não tem vento e joga pra cima vai tri alto.

Professora: - Quer dizer então que o vento segura ele.

Manoel: - Mas o meu foi mais alto que o teu. (Referindo-se ao método de jogar o pára-quedas enrolado).

Notamos nas falas das crianças que elas já compartilhavam a idéia de que o ar exerce resistência ao movimento dos corpos. Percebemos que vento e ar foram usados como sinônimos. No entanto o comentário de Gian de que o 'vento' bateria por baixo do pára-quedas foi muito proveitoso. Já a afirmação de Lucas, de que sem vento o brinquedo iria bem alto refere-se muito provavelmente à resistência imposta quando há movimento relativo entre os corpos e o ar. Uma vez que eles estavam usando vento e ar como sinônimos, teríamos vento quando houvesse movimento relativo no ar.

Analisando os diálogos podemos avaliar que o pensamento das crianças nesse campo específico da força de resistência do ar pode estar na etapa dos *pseudoconceitos* devido ao aspecto generalizante que tais complexos possuem (Vigotsky, 1993).



Figura 27. Crianças usam o segundo piso da escola para lançarem os pára-quedas e assim, terem mais espaço vertical para que os brinquedos abram durante a queda.



Figura 28. Crianças fazem pilhas de tijolos para ficarem altas e terem mais espaço vertical para lançar o pára-quadras.



Figura 29. Professor e alunos consertam um pára-quadras.



Figura 30. Pablo enrola o pára-quedas para arremessá-lo para cima.

Na Figura 30 temos o aluno Pablo enrolando o pára-quedas para arremessá-lo. Esta possibilidade foi encontrada pelas crianças e faz com que o brinquedo sofra menos resistência do ar durante o lançamento para cima e conseqüentemente, suba a uma altura maior.

RELATÓRIOS DOS ALUNOS:



Figura 31. Personagem desce com pára-quadras.

Autor: Douglas, 6 anos. Segundo o autor, os traços em torno da folha representam o ar que sustenta o pára-quadista.

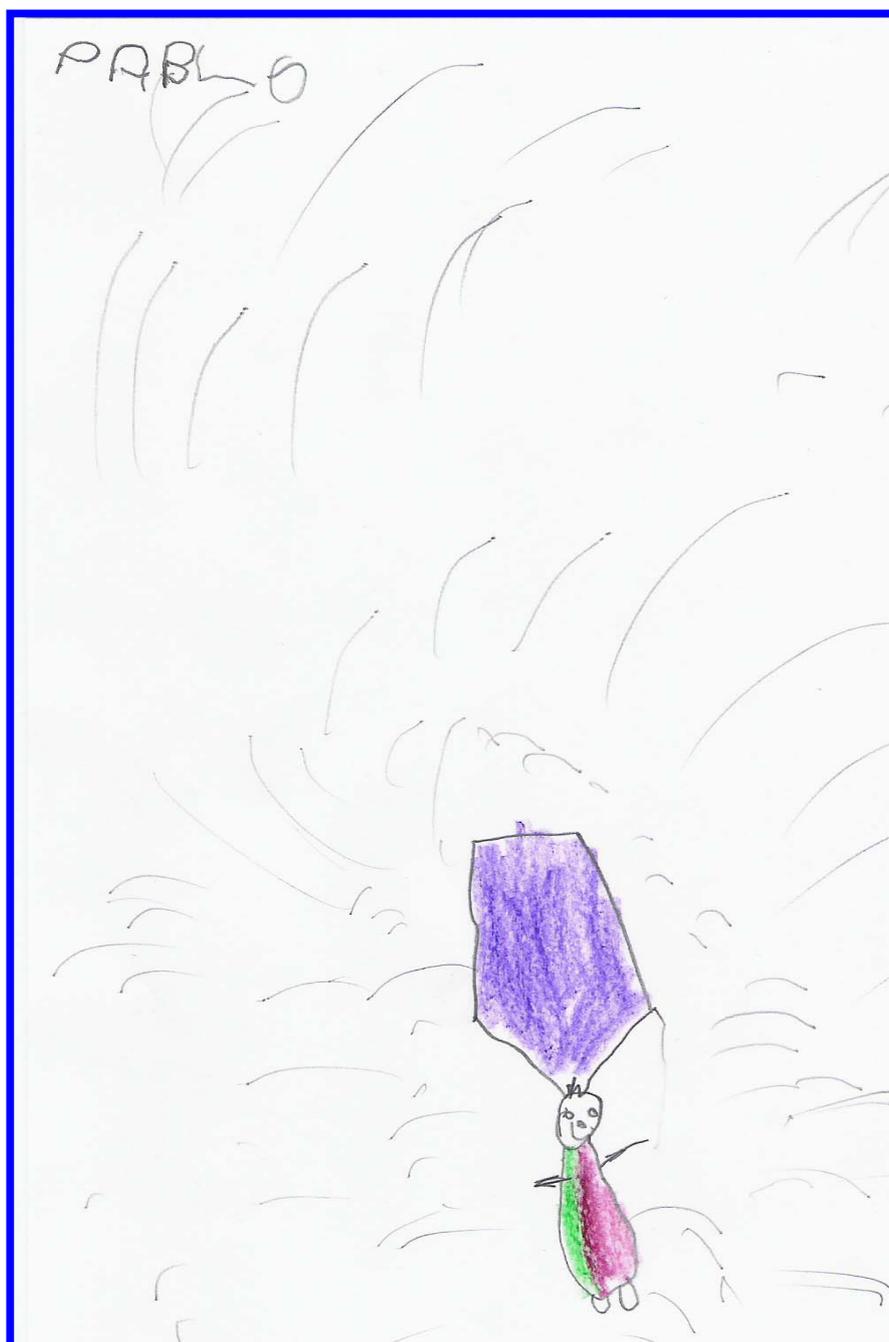


Figura 32. Pára-quedista colorido desce no ar.

Autor: Pablo, 6 anos. Observamos que o pára-quedista e pára-quedas ocupam um pequeno lugar na folha enquanto que os traços que representam o ar ocupam uma grande região, isso pode mostrar que o autor dá grande importância ao ar na brincadeira com o pára-quedas.

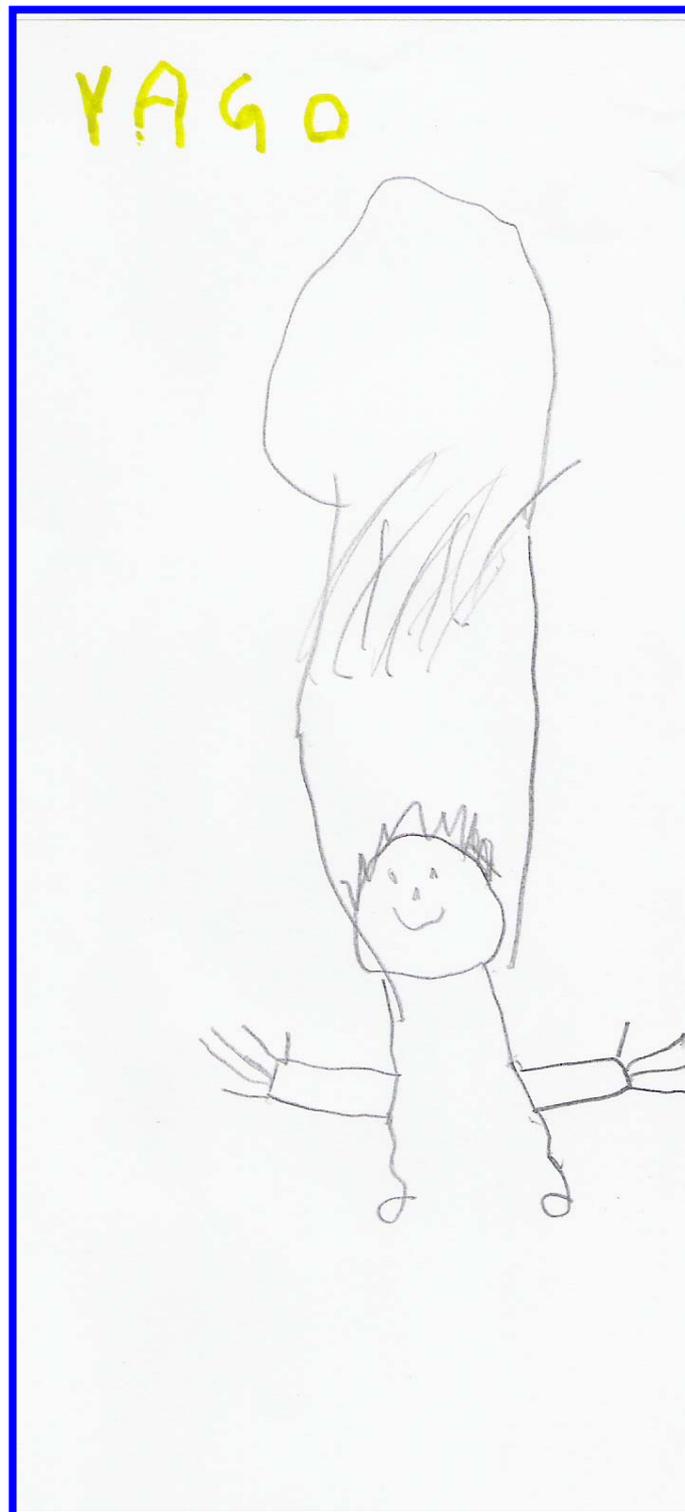


Figura 33. Pára-quedista com braços abertos.

Autor: Yago, 6 anos. Segundo seu autor, os traços sob o pára-quedas representam o ar que sustenta a queda do brinquedo.

SÍNTESE:

A atividade com o pára-quedas presta-se muito bem para iniciar ou ampliar os conhecimentos físicos das crianças. Buscando contribuições na Teoria da Aprendizagem Significativa de Ausubel, podemos dizer que o conceito que exploramos nesta atividade - força de resistência do ar -, pode servir como *subsunçor* para outros significados de força, mais abstratos, que virão a aparecer na vida dessas crianças. Afinal a interação entre conhecimentos novos e prévios é a característica chave da aprendizagem significativa.

Segundo Vergnaud, o desenvolvimento cognitivo depende de situações e de conceitualizações específicas necessárias para lidar com elas (Moreira, 2004). Por serem as situações (tarefas, problemas) que dão sentido aos conceitos e por necessitarmos de uma variedade delas para dar significado a um conceito, provavelmente estejamos, com a brincadeira do pára-quedas, possibilitando às crianças meios de ampliarem os seus repertórios de esquemas específicos para tratarem de problemas em campos conceituais da Física, mais precisamente da Mecânica.

Para concluir, vamos lembrar que propiciar oportunidades para que nossas crianças aprendam conceitos físicos desde cedo é uma atitude aparentemente ambiciosa, mas que está se mostrando plenamente viável e desejável.

DATA: 25/04/2006

CONCEITO: Magnetismo

MATERIAIS: Ímãs, materiais ferromagnéticos e não-ferromagnéticos.

RELATOS: Durante essa atividade as crianças exploraram inicialmente as diversas possibilidades dos ímãs. A brincadeira de movimentar um ímã sob a mesa e assim movimentar “magicamente” pregos sobre a mesa, foi muito praticada. Também experimentaram movimentar objetos metálicos sobre livros tendo um ímã afixado atrás deles. A tarefa lhes foi extremamente cativante, o que se constatou pela pouquíssima movimentação de alunos pela sala durante a “brincadeira”.

Depois de algum tempo, eles iniciaram as construções de estruturas tendo ímãs como base. Assim surgiram foguetes, canhões, casas, bonecos e o que mais a imaginação permitiu. Podemos ver alguns exemplos destas atividades nas fotos das Figuras 34, 35 e 36. Na foto da Figura 37 temos em primeiro plano uma estrutura feita com três pregos e um ímã. Na foto da Figura 38 Gian mostra um “foguetes” feito com pregos e ímã, enquanto que na Figura 39 podemos ver Lucas e Yago testando possibilidades com os ímãs.

Quando todas as possibilidades já haviam sido bem exploradas, a convite da professora, os alunos separaram o material utilizado na aula em três caixas distintas. Uma só com ímãs, outra apenas com o que fora atraído por ímãs e a última com o que não fora. A seleção dos objetos provocou muitas discussões entre os alunos quanto a definirem as caixas adequadas para o depósito de cada um deles, e trouxe para nós uma grande surpresa: uma aluna classificou uma pedra como ímã, por ser algo que “grudava”. Como se tratava de pedra britada comum em construções e que foi coletada aleatoriamente, não pensei que ela tivesse razão. Todavia, constatamos que, quando próxima de um ímã suficientemente potente (usamos ímãs de HD de microcomputador), realmente a pouca quantidade de ferro contida na pedra era suficiente para que ela fosse atraída. Estamos sempre sendo surpreendidos pela natureza e pelas crianças.

A última atividade com ímãs foi a confecção de um pequeno cartão com desenhos para ser presenteado às mães.

Usamos uma placa emborrachada magnetizada cortada em pequenos retângulos, auto-adesiva e própria para ser fixada em papel. Como já notáramos anteriormente, as crianças deste grupo gostavam de “fazer coisas”. Gostavam que as atividades resultassem em objetos concretos e, se ao mesmo tempo fosse possível fazer um mimo para as mães, então teríamos total adesão.

Na Figura 40 podemos ver Manoel explicando o seu relatório à professora e aos colegas.

TRANSCRIÇÃO DE DIÁLOGOS:

Professora: - O que vocês aprenderam com o ímã?

Emilyn: - A gente aprendeu, sabe aquele negócio do ímã? Tem que ‘botá’ pertinho do prego, aí o prego vem e encaixa.

Professora: - Tudo gruda no ímã?

Paulo: - Não, papel não gruda.

Gian: - Eu aprendi que quando chega perto ele já gruda, assim.

Professora: - Ele puxa?

Gian: - É!

Professora: - Quer dizer então, que não precisa encostar para grudar?

Emilyn: - Não! Com aquele ímã “grandão”, ele puxou e o prego andou.

Notamos nestes diálogos o embrião do conceito de força de campo. A informação de que basta estar próximo para que ocorra atração é básica no aprendizado do conceito físico de campo desempenhando o papel de intermediário na força entre os corpos. É a força de ação-à-distância. O comentário de Emilyn se referindo ao ímã “grandão” leva-nos a pensar que ela acredita que o tamanho do ímã tem relação direta com a intensidade da força magnética. Infelizmente o comentário da aluna só foi percebido posteriormente, na gravação em vídeo, e acabamos por perder uma rica oportunidade de criar um conflito cognitivo em aula. Para tanto bastaria apresentar a ela um ímã pequeno e potente. Um conflito cognitivo mobiliza e força as reestruturações intelectuais e, com isso, o progresso cognitivo (Piaget, 1967).

A imagem usada por Emilyn de que o prego “andou” é reveladora do estágio de seu desenvolvimento cognitivo. Provavelmente pensando por complexos, ela teve necessidade de fazer uma ligação concreta e factual para referir-se ao movimento do prego. Afinal, algo que se movimenta aparentemente sozinho, só pode estar “andando”.



Figura 34. Emilyn e Gabriel “brincam” com ímãs e pregos.



Figura 35. Gian monta uma estrutura tendo como base dois ímãs em forma de barra



Figura 36. Emilyn, Douglas e Juliel testam as possibilidades de experimentar com ímãs.



Figura 37. Estrutura formada por três ímãs e pregos. A criança viu nesta estrutura um carrinho.



Figura 38. Gian mostra um foguete feito com ímãs e pregos



Figura 39. Lucas e Yago testam possibilidades.



Figura 40. Manoel explica o seu relatório. Observamos que a atenção é total, tanto dele quanto do colega Márcio.

RELATÓRIOS DOS ALUNOS:

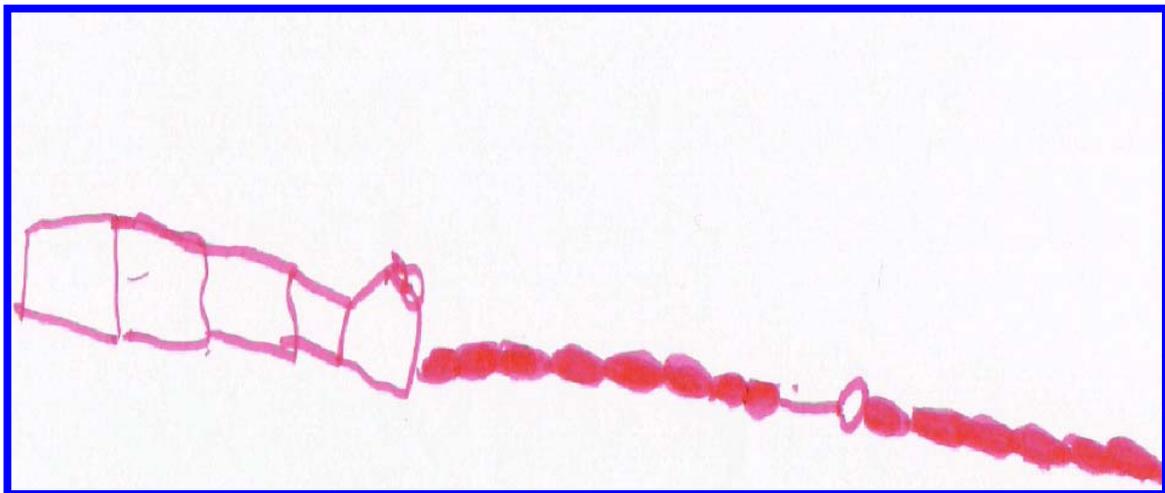


Figura 41. Ímãs e cliques formando uma corrente.

Autor: Débora, 6 anos.

Temos aqui representados cinco ímãs em forma de barra atraindo diversos cliques metálicos.

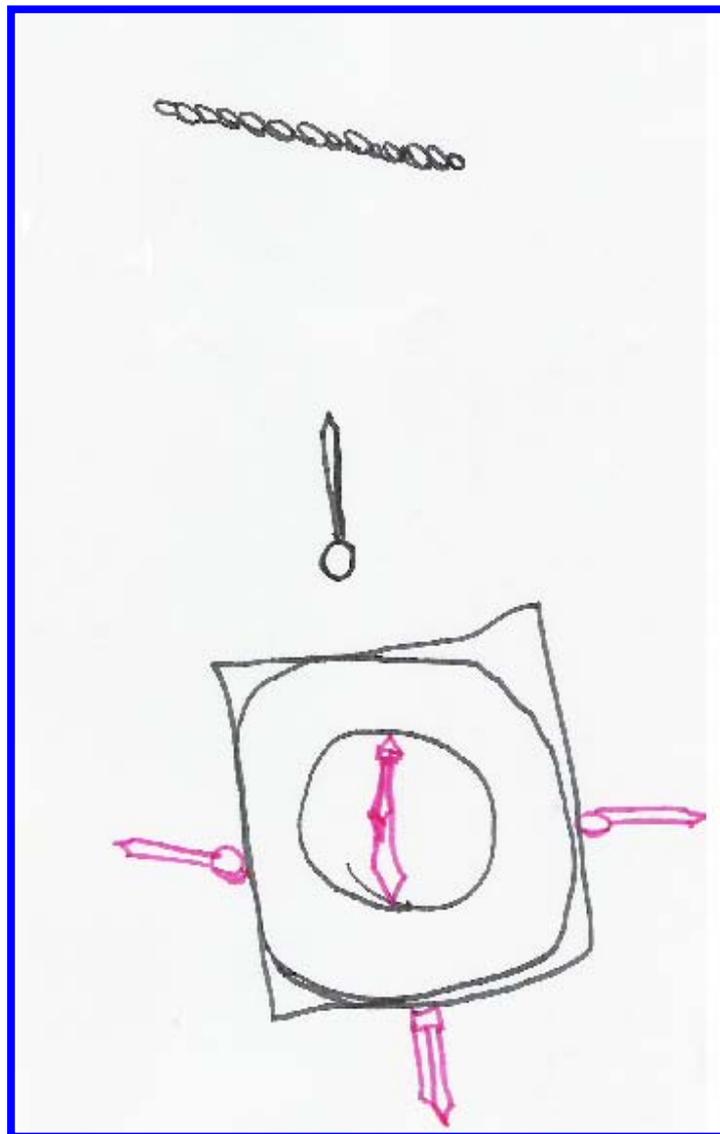


Figura 42. Ímã e pregos.

Autor: Pablo

Idade: 6 anos

O ímã em forma de círculo, representado ao centro está atraindo os pregos. Notamos que acima do ímã há um prego que está sendo atraído à distância. Na parte superior do desenho temos a representação de uma corrente que embora metálica não é ferromagnética e portanto não é atraída pelo ímã.

SÍNTESE:

O magnetismo é um campo da Física bastante profícuo para ser trabalhado com crianças pequenas pelas qualidades de “aparente” mágica que os fenômenos magnéticos apresentam.

Acreditamos que com crianças tão pequenas não seja conveniente oferecer experiências muito estruturadas e com a busca de resultados previamente esperados. A melhor atitude é deixar que elas descubram as potencialidades das brincadeiras com ímãs e se maravilhem com as surpresas que eles possam oferecer.

V. DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Embora aparecendo de maneira bastante sutil, resultados positivos puderam ser verificados ao longo dos encontros semanais com as crianças, nos quais pudemos comprovar o crescimento cognitivo delas através de suas atitudes e falas.

Podemos lembrar que segundo Vigotsky a aprendizagem e o desenvolvimento são dois processos que se inter-relacionam de forma complexa e que a aprendizagem só é boa quando se antecipa ao desenvolvimento. Quando isso é atingido, a aprendizagem estimula e desencadeia uma série de funções que se encontravam em fase de amadurecimento.

Em muitas oportunidades verificamos que quando confrontadas com a necessidade de explicarem o que estavam fazendo e por que o estavam fazendo, as crianças usaram explicações características do pensamento por complexos, ou seja, da segunda fase da formação de conceitos segundo Vigotsky. Quanto a precisarmos se estávamos atuando ou não na zona de desenvolvimento proximal, tal tarefa mostrou-se extremamente difícil para nossa apreensão, uma vez que cada criança avançava e recuava incessantemente, indo de um estágio a outro no desenvolvimento de conceitos.

Notamos que elas experimentavam novas formas de expressar um conceito e depois recuavam para um estágio em que já estavam habituadas. Contudo, mesmo considerando-se as dificuldades de captação, muito provavelmente, estávamos sim agindo na zona de desenvolvimento proximal, uma vez que uma das características desta pôde ser constatada em nossas observações semanais - a de que a criança ainda necessita da ajuda de um instrutor (adulto ou não) para executar uma tarefa e posteriormente já executa a tarefa sozinha. Nas atividades que propúnhamos, as crianças apresentavam freqüentemente esse comportamento em suas tentativas de darem explicações quando questionadas; inicialmente necessitavam de ajuda, e assim que a recebiam, como que instantaneamente já tinham condições de dar explicações próprias.

Ao confrontarem-se com uma nova situação - no caso, a de descobrirem como montar e fazer funcionar um brinquedo desconhecido - inicialmente os alunos tentaram aplicar os esquemas conhecidos que já haviam funcionado em outras ocasiões, como o uso da força para o encaixe das peças. Como isso não resultava em um sucesso imediato, foram tentando novas condutas, procurando descobrir por outras variantes como, por exemplo, pela forma, qual peça se encaixaria em outra. Acreditamos que conseguimos, nestes momentos de êxitos, a ampliação de seu repertório de esquemas. Como já foi dito, segundo Vergnaud, o conceito de esquema vincula conduta e representação e é esta relação entre situações e esquemas a fonte primária da conceitualização, âmago do desenvolvimento cognitivo (Moreira e Greca, 2004). São dessas situações que precocemente enfrentamos e dominamos que vêm muitas das nossas concepções adultas.

Observamos também, pelas falas das crianças, que seus desenvolvimentos cognitivos estavam naquele momento à frente dos desenvolvimentos lingüísticos, já que os integrantes do grupo ainda não tinham amplitude de vocabulário para comunicarem o que sabiam. Devido a isso utilizavam constantemente termos genéricos como 'coisinha' e 'negocinho', além de gesticularem muito para exprimirem o que estavam pensando. Sendo assim, podemos indagar se as crianças não possuíam muito mais conhecimento do que eram capazes de mostrar. Não obstante, não queremos, em hipótese alguma, descartar a necessidade de fazê-las falar; ao contrário, insistimos nela, não apenas para as crianças ampliarem o vocabulário como também para ordenarem de maneira mais eficiente as suas idéias.

Na medida em que as atividades se desenrolavam, percebemos que os alunos se mostravam mais desenvoltos e tagarelas. Com a sucessão das aulas, passaram a conhecer a rotina de cada encontro: brincar, conversar, desenhar. Assim, sentindo-se confortáveis para explorarem, perguntarem e opinarem, a construção de conhecimento foi uma decorrência natural.

Podemos atribuir essa construção cognitiva espontânea não apenas à confiança que a equipe conquistou junto às crianças, mas também ao próprio desenvolvimento cognitivo delas. Se lembrarmos que isso estava sendo feito dentro de um campo conceitual da Física, acreditamos ter contribuído para a formação de conceitos *subsunçores*, estruturas as quais

poderão servir no futuro para a ancoragem dos conceitos físicos de força, energia e rapidez de forma lógica e abstrata.

Segundo Vergnaud, o desenvolvimento cognitivo depende de situações e de conceitualizações específicas necessárias para lidar com elas (Moreira, 2004). Como são as situações (tarefas, problemas) que dão sentido aos conceitos e necessitamos de uma variedade delas para dar significado a um conceito, esperamos com as brincadeiras que propiciamos, ter possibilitado às crianças meios de ampliarem os seus repertórios de esquemas específicos para tratarem de problemas em campos conceituais da Física.

Ficamos agradavelmente assombrados ao percebermos que conforme o previsto, as crianças estavam construindo novos significados, isso foi percebido no dia a dia através de suas atitudes, diálogos e desenhos

Para concluirmos nossas discussões, podemos enfatizar que, proporcionar para nossas crianças oportunidades de aprender conceitos físicos desde cedo é uma atitude que embora pareça ambiciosa está se mostrando exequível e desejável.

CONCLUSÃO

Os dois meses em que uma vez por semana participamos da rotina escolar foram muito gratificantes. Foi possível verificarmos que, com o passar do tempo e a sucessão de experiências lúdicas, as crianças cresceram cognitivamente e principalmente adquiriram confiança nas próprias capacidades. Descobrirem-se sabedoras e capazes, tornou-as disponíveis para experimentar mais e, por conseguinte, deixou-as melhor preparadas para outras oportunidades de aprender. E só esse benefício já justificaria a nossa intervenção.

Através de nossos registros verificamos que, muito provavelmente, as crianças participantes do presente estudo desenvolveram como almejávamos “protoconceitos” científicos para os dois conceitos explorados no estudo, os de força e de energia.

Verificamos, também, que com crianças tão jovens e ainda não alfabetizadas devemos nos fixar a pequenos detalhes nas falas e nos desenhos para avaliarmos o andamento dos processos de aprendizagem. Nem sempre elas nos mostram claramente como estão pensando. Por valerem-se de “complexos” e “pré-conceitos” muitas vezes nós adultos não percebemos a lógica do encadeamento das idéias pueris. Mas o fato de não serem perceptíveis não significa que não exista coerência em seus raciocínios.

Observando diretamente as atuações das crianças nas “situações-problema” e posteriormente analisando as gravações em vídeo, notamos que, como resultado das atividades propostas e da possibilidade de dialogarem e exporem seus pensamentos, em diversas ocasiões elas avançaram para uma forma de raciocínio mais elaborado.

A dupla intervenção - possibilidade de explorar objetos e/ou situações e posterior possibilidade de expor conclusões aos demais - constrói um instrumento didático muito eficiente. Com esta combinação, e atuando de forma lúdica, temos a possibilidade de favorecer o desenvolvimento da estrutura cognitiva em crianças de seis anos. Quanto mais rica for esta estrutura, maior será a probabilidade de que possam construir significados novos, isto é, maior será a capacidade de aprendizagem significativa.

Findamos nosso trabalho, então, com a certeza pessoal de que é possível ensinar significados de conceitos físicos para crianças com seis anos de idade, mesmo em ambiente escolar carente de recursos didáticos e tecnológicos.

Lembrando que nossas atividades foram feitas dentro de um campo conceitual da Física, acreditamos ter contribuído para a formação de conceitos *subsunçores* iniciais, os quais poderão servir no futuro para a ancoragem dos conceitos físicos de força, energia e rapidez, de forma lógica e abstrata.

Segundo Vergnaud, muitas das nossas concepções adultas, vêm das primeiras situações que fomos capazes de dominar ou da nossa experiência tentando modificá-las (Moreira,2004). Sendo assim, acreditamos que a introdução de experimentos físicos simples ao longo da primeira série do Ensino Fundamental trará ganhos à estrutura cognitiva de nossas crianças e poderá auxiliá-las na estruturação de aprendizagens significativas de conceitos físicos, muito provavelmente.

Talvez um dos nossos maiores desafios neste momento seja o de estimular os professores das séries iniciais do Ensino Fundamental a introduzir tópicos de Física em suas aulas. Podemos lembrar que em sua maioria, estes profissionais não tiveram bons encontros com a Física em sua própria história escolar. Sendo assim, é esperado que inconscientemente perpetuem esta situação, passando-a para seus alunos. Desfazer este círculo vicioso será um processo de longo prazo, porém nossa urgência é apenas a de iniciar a mudança e não a de vê-la concluída. Afinal educação é um processo para toda a nossa vida e para as gerações vindouras.

Aceitamos este desafio. Acreditamos que os resultados positivos deste esforço virão. Talvez não sejam colhidos em um lapso de tempo pequeno, mas fica a certeza de que virão, e esta certeza nos faz continuar.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ATHAYDE, Beatriz de Castro; SAMAGAIA, Rafaela; HAMBURGER, Amélia Império; HAMBURGER, Ernest W. **ABC na educação científica, mão na massa**: análise de ensino de ciências com experimentos na escola fundamental pública paulista Universidade de São Paulo - Estação Ciência/ Instituto de Física. Disponível em: <http://educar.sc.usp.br/maomassa/enpec_2003_artigo.htm>. Acesso em: 13 ago. 2005.

BORGES, Márcia Narcizo *et al.* É possível desenvolver conteúdos de ciências na pré-escola? **OEI - Revista Iberoamericana de Educación**, Madrid, n. 25, 2002. Disponível em: <<http://www.campus-oei.org/revista/experiencias25.htm>>. Acesso em: 17 jan. 2006.

BRASIL. Ministério da Educação. LDB. Lei Nº 9.394 de 20 de dezembro de 1996. Disponível em: <www.planalto.gov.br/ccivil_03/LEIS/L9394.htm>. Acesso em: 05 ago. 2005.

BRASIL. Ministério da Educação. **Orientações gerais do ensino fundamental de nove anos do MEC/SEB**. Disponível em: <www.mec.gov.br> Acesso em: 13 fev. 2006.

BRASIL. Ministério da Educação. **Política nacional de educação infantil**: pelos direitos das crianças de 0 a 6 anos à educação, elaborado em 2003. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/pol_inf_eduinf.pdf> . Acesso em: 20 set. 2005.

BRASIL. Ministério da Educação. Resolução CEB Nº 1, de 7 de abril de 1999. Disponível em: <<http://www.mec.gov.br/cne/pdf/CEB0199.pdf>> . Acesso em: 17 jan. 2006.

CARVALHO, Anna Maria Pessoa de *et al.* **Ciências no ensino fundamental**: o conhecimento físico. São Paulo: Scipione, 1998.

DANTAS, Jovelina Brazil. **Desnutrição e aprendizagem**. São Paulo: Ática, 1981.

DUCKWORTH, Eleanor. **Idéias maravilha em educação**. Lisboa: Instituto Piaget, 1991.

FAUSTINO, Maria da Conceição. **Ciência na pré-escola**: um estudo de caso. 1994. 151 f. Dissertação (Mestrado) - Instituto de Física da USP, 1994. Disponível em: <http://www.usp.br/sibi/biblioteca/educa_exatas.htm#IF>. Acesso em: 25 jul. 2005.

FERNANDEZ, Victor. Desafios como sociedad en la educacion del siglo XXI em menores de seis años. Em: SIMPÓSIO MUNDIAL “UNA EDUCACIÓN INFANTIL PARA O SIGLO XXI, 2002, Chile. [**Anales...**] 2000. Disponível em: <<http://www.worldbank.org/children/nino/basico/Victor.htm>> . Acesso em: 06 jul. 2002.

FREIRE, Paulo. **Educação como prática de liberdade**. São Paulo: Ed. Paz e Terra S/A, 1992

GARDNER, Howard. **Estruturas da mente**: a teoria das inteligências múltiplas. Porto Alegre: Artes Médicas, 1994.

GARDNER, Howard. **Inteligências múltiplas**: a teoria na prática. Porto Alegre: Artmed Editora, 2000.

GASPAR, Alberto. **Física**: volume único. São Paulo: Ática, 2002.

GRUPO de Reelaboração do Ensino de Física. **Física 1**: mecânica. 7. ed. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 2001.

HARLAN, Jean D; RIVKIN, Mary S. **Ciências na educação infantil**: uma abordagem integrada. 7. ed. Porto Alegre: Artmed, 2002.

HEWITT, Paul G. **Física conceitual**. 9. ed. Porto Alegre: Bookman, 2002.

KAMII, Constance; DEVRIES, Rheta. **O conhecimento físico na educação pré-escolar**. Porto Alegre: Artes Médicas, 1991.

KAMII, Constance; DEVRIES, Rheta. **Piaget para a educação pré-escolar**. São Paulo: Artmed, 2002.

KUDE, Vera Maria Moreira. **Textos de metodologia de pesquisa em psicologia**. Porto Alegre: PUCRS, Faculdade de Psicologia, 2002.

LEDERMAN Science Center at Fermilab. Disponível em: <http://www-d.fnal.gov/ed_lsc.html>. Acesso em: 17 Jan. 2006.

LEVINE, Shar; GRAFTON Allison. **Brincando de Einstein**: atividades científicas e recreativas para sala de aula. 2. ed. Campinas: Papirus, 1996.

LINS, Maria Judith Sucupira da Costa. **Estruturação da inteligência do pré-escolar segundo Piaget**. Rio de Janeiro: Editora Anima, 1984.

LUDOFÍSICA Pet Física UEM. Disponível em: <<http://www.pet.dfi.uem.br/ludofisica/ioio.html>>. Acesso em: 21 mar. 2006.

MACHADO, Marcelo Araújo. **Desenvolvimento e implementação de unidades didáticas para a formação de professores das séries iniciais do ensino fundamental**. Porto Alegre, 2005. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Física) -Instituto de Física –UFRGS, Porto Alegre, 2005.

MATURANA. Humberto R.; VARELA. Francisco G. **A árvore do conhecimento**: as bases biológicas do entendimento humano. Campinas: Editorial Psy II, 1995.

MOREIRA, Marco Antonio; GRECA, Ileana Maria. **Sobre cambio conceptual, obstáculos representacionales, modelos mentales, esquemas de asimilación y campos conceptuales**. Porto Alegre: IF-UFRGS, 2004.

MOREIRA, Marco Antonio. **A teoria dos campos conceituais de Vergnaud, o ensino de ciências e a investigação nesta área**. Porto Alegre: IF-UFRGS, 2004.

MOREIRA, Marco Antonio. **Teorias de aprendizagem**. São Paulo: EPU, 2003.

MOREIRA, Marco Antonio; PALMERO, Maria Luz Rodríguez. La teoría de los campos conceptuales de Gerard Vergnaud. **Actas del PIDECE**, v. 4. p. 55-87. Porto Alegre: UBU/UFRGS, 2002.

PIAGET, Jean. **O raciocínio na criança**. Rio de Janeiro: Ed. Record, 1967.

PIAGET, Jean; INHELDER, Bärbel. **Gênese das estruturas lógicas elementares**. Rio de Janeiro: Zahar Editores, 1975.

PROJETO ABC na educação científica: mão na massa. Disponível em: <<http://educar.sc.usp.br/maomassa/>>. Acesso em: 17 jan. 2006.

ROSA, Cleci Teresinha Werner da; HEINECK, Renato; ROSA, Álvaro Becker. **A importância do estudo da astronomia nas séries iniciais**. Disponível em: <<http://www.campus-oei.org/revista/experiencias70.htm>>. Acesso em: 16 jan. 2006.

ROSSETTO, Gislaine A. R. da Silva; ROSA, Daniela Correa; TERRAZZAN, Eduardo Adolfo. Educação em ciências na pré-escola: implicações para a formação de professores. **Revista do Centro de Educação da UFSM**, Santa Maria, v. 28, n. 1, p. 85–92, 2003.. Disponível em: <<http://www.ufsm.br/ce/revista/revce/2003/01/a6.htm>>. Acesso em: 20 jun. 2005.

SALVADOR, César Coll. **Aprendizagem escolar e construção do conhecimento**. Porto Alegre: Artes Médicas, 1994.

SCHRÖEDER, Carlos. **Um currículo de física para as séries iniciais de ensino fundamental**, 2004. 162f. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Física) - Instituto de Física da UFRGS, Porto Alegre, 2004.

STEFFANI, Maria Helena. **Alfabetização científica ao alcance de todos** : desafios da pesquisa e da extensão no Planetário da UFRGS. In: Seminário Ciência na Sociedade, Ciência na Escola (2004 : Porto Alegre) A universidade na educação para a ciência. Porto Alegre : UFRGS, 2004 p. 100-101.

TORRES, Carlos Magno Azinaro et al. **Física, ciência e tecnologia**: volume único. São Paulo: Editora Moderna, 2001.

VALADARES, Eduardo de Campos. Novas estratégias de divulgação científica e de revitalização do ensino de ciências nas escolas. **Revista Física na Escola**, São Paulo. v. 2, n. 2, p. 30–34, 2001.

VERGNAUD, Gerard. A Gênese dos Campos Conceituais. Em **Por que ainda há quem não aprende?** . Esther Pillar Grossi, (org.). Petrópolis: Vozes, 2003.

VIGOTSKY, Lev Semenovich, **A construção do pensamento e da linguagem**. São Paulo: Martins Fontes, 2000.

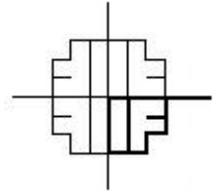
VIGOTSKY, Lev Semenovich. **Pensamento e linguagem**. São Paulo: Martins Fontes, 1993.

WHITAKER, M. A.; WHITAKER, D. C.; AZEVEDO, T. C. M. **O tanque do bombeiro: um estudo sobre abstrações reflexivantes em crianças da pré-escola frente a física dos fluidos**. **Revista Física na Escola**, São Paulo: v. 3, n. 1, p. 10–13. 2002.

ANEXO



Universidade Federal do Rio Grande do Sul
Instituto de Física
Mestrado Profissional em Ensino de Física



**ROTEIROS PARA ATIVIDADES
EXPERIMENTAIS DE FÍSICA
PARA CRIANÇAS
DE SEIS ANOS DE IDADE**

Anexo da dissertação de Mestrado:

“Favorecendo a Aquisição de Conceitos Científicos em Crianças de 06
anos com a Introdução Precoce de Situações Problemáticas de Física”

Mestranda:

Rita Margarete Grala

Orientador:

Prof. Dr. Marco Antonio Moreira

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO.....	03
I. CONCEITOS FÍSICOS.....	05
II. ESTRUTURA DAS AULAS.....	09
III. ROTEIROS:	
a) MOVIMENTOS CORPORAIS	
1. Balanço.....	11
2. Corrida	14
3. Escorregador.....	16
4. Gangorra.....	18
b) BRINQUEDOS QUE SE MOVIMENTAM	
5. Cata-vento.....	23
6. Ioiô.....	25
7. Helicóptero.....	27
8. Bolinha na cesta.....	29
9. Língua-de-sogra.....	30
10. Pára-quedas.....	32
11. Gira-hélice.....	35
c) BRINCADEIRAS COM ÍMÃS	
12. Ímãs.....	37
CONCLUSÃO.....	39
BIBLIOGRAFIA.....	40

INTRODUÇÃO

É através da aprendizagem significativa crítica que o aluno poderá fazer parte de sua cultura e, ao mesmo tempo, não ser subjugado por ela, por seus ritos, mitos e ideologias. (M. A. Moreira, 2005)

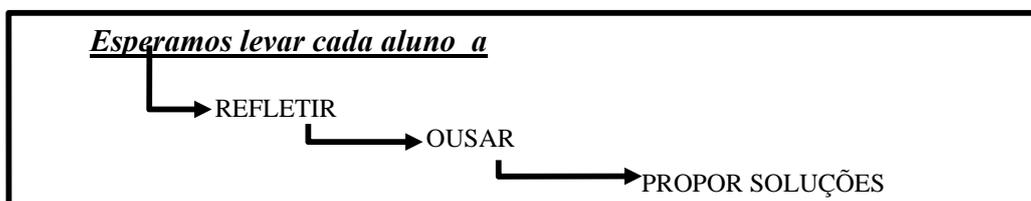
Caro colega professor, o presente trabalho tem por objetivo estimular a introdução precoce de conceitos físicos, já na primeira série do Ensino Fundamental. Para alcançarmos este propósito, oferecemos uma série de doze atividades lúdicas que podem ser trabalhadas com alunos de seis anos de idade, mesmo antes de estarem alfabetizados. Essa coletânea é o resultado do trabalho realizado nos anos de 2005 e 2006, com crianças residentes na zona rural da cidade de Gravataí - RS.

No início do nosso estudo, trabalhamos com alunos de seis anos de idade, matriculados na pré-escola da Escola Municipal Cerro Azul. No ano seguinte, com a reforma no Ensino Fundamental promovida pelo MEC e a conseqüente mudança de idade para o ingresso no ensino formal, pudemos trabalhar com alunos também nessa faixa etária, mas já matriculados na primeira série na mesma escola.

Subsidiando-nos em pesquisas neurocientíficas, verificamos que o cérebro humano é tremendamente plástico e, se for exercitado, pode desenvolver-se muito mais rapidamente. Para ser exercitado, nosso cérebro necessita enfrentar desafios e, no caso de infantes, o aprendizado pode ter a forma de situações ou de brinquedos intrigantes que despertem a sua curiosidade. Como um dos objetivos na primeira série é desenvolver a cognição, podemos, portanto, usar a Física para tal.

Afinal, não há motivo autêntico para esperarmos até o final do Ensino Fundamental para colocarmos nossos alunos em contato com conceitos que já fazem parte do seu cotidiano, como os conceitos de força e de energia. Sendo assim, podemos ampliar as capacidades cognitivas de nossas crianças se as expusermos a situações novas e desafiadoras. Através de pequenos e curiosos brinquedos, podemos despertar nelas o gosto pela observação, pelo descobrimento, pelas busca de explicações, enfim, ajudá-las a adquirirem o prazer de entender e de aprender.

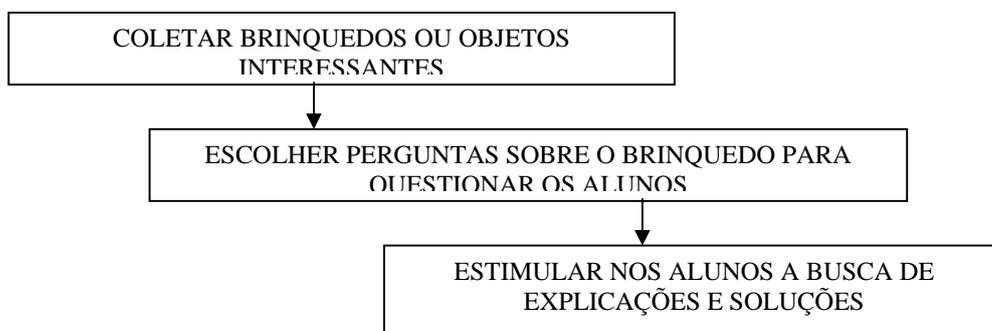
O esquema a seguir delinea nossa proposta.



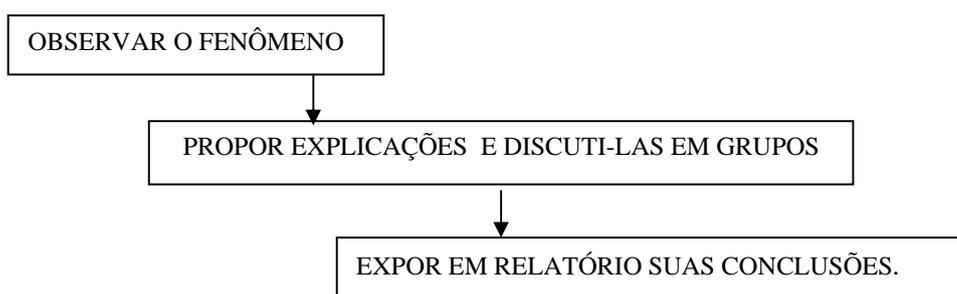
As doze experiências propostas são apenas um começo, um primeiro estímulo, para que nossos colegas professores percebam que é fácil, possível e recomendável trabalhar conceitos físicos com crianças bem pequenas. Acreditamos que depois desse contato inicial, o sucesso da experiência fará com que cada colega aumente o número de brinquedos que envolvam conceitos físicos a serem trabalhados nas séries iniciais.

Sabemos que educação é um investimento em longo prazo e provavelmente não seremos nós os privilegiados que colherão os frutos desse esforço; mas a certeza de que os bons resultados virão, nos faz continuar. Teremos com essa nossa proposta, então, adolescentes no Ensino Médio com personalidade inquisitiva, flexível, criativa e inovadora, o que, afinal, é o sonho de todo professor.

TAREFAS DO PROFESSOR



TAREFAS DOS ALUNOS



I. CONCEITOS FÍSICOS

Nas atividades propostas a seguir serão evidenciados dois conceitos básicos da Física: força e energia.

Podemos pensar na força como sendo um puxão ou um empurrão. É ela a responsável pela variação na velocidade de um corpo. Exemplificando: se um corpo está em repouso e começa a se movimentar, se está em movimento e pára, ou simplesmente tem a sua velocidade alterada em direção ou sentido, aí está havendo a atuação de forças. Também é a força a responsável pela deformação que um corpo pode sofrer. Assim sendo, não se pode dizer que algo ou alguém tem força. Podemos sim, **exercer** ou **fazer** força sobre algum corpo. Em resumo, se empurrarmos ou puxarmos um objeto, estaremos exercendo força sobre ele.

A força pode ser um empurrão repentino (como um soco) ou uma atuação contínua (como a ação da gravidade). Pode ocorrer também, a ação simultânea de diversas forças em um determinado corpo, e neste caso é oportuno falarmos em *força resultante*, que é aquela a qual sozinha faria o mesmo efeito que todas juntas. Verifica-se que a *força resultante* é diretamente proporcional à aceleração adquirida pelo corpo. Quanto maior a força resultante sobre um corpo, maior a aceleração adquirida por ele. Para medirmos forças usamos a unidade Newton (símbolo N).

No dia-a-dia estamos permanentemente em contato com forças. Um exemplo é a **força de atrito**, que aparece entre superfícies sempre que está ocorrendo deslizamento ou uma tendência de deslizamento entre elas. É a força de atrito entre nossos pés e o solo que nos possibilita andar. Também é a força de atrito que nos possibilita segurar objetos entre os dedos. Nossas “digitais” têm a função de ampliar a eficiência deste atrito.

Outro exemplo interessante é a **força de empuxo**, que é exercida por um fluido sobre um corpo nele imerso ou submerso. É a força de empuxo que nos faz flutuar na água ou que faz um balão de ar quente subir na atmosfera.

Podemos citar também a **força magnética** entre ímãs e entre estes e corpos de materiais ferromagnéticos. A força magnética também age sobre cargas elétricas em movimento e representa uma propriedade fundamental para a formação da imagem nos televisores.

A partir dos estudos do físico japonês Hideki Yukawa temos hoje uma nova visão de força. A partir desta nova forma de pensar a força passou a ser chamada de Interação.

Atualmente, em física moderna, consideram-se quatro interações fundamentais que dão origem a todas as forças conhecidas. São elas:

1. Interação gravitacional – Esta interação é experimentada por todas as partículas e é responsável pela força gravitacional. Macroscopicamente falando podemos citar o peso de uma pessoa como exemplo desta interação.

2. Interação eletromagnética – Esta interação ocorre entre partículas eletricamente carregadas e pode ser exemplificada pelas forças elétricas e forças magnéticas. Quando limpamos um objeto de vidro com uma flanela seca percebemos que quanto mais esfregamos mais partículas de poeira são atraídas pelo objeto, este é um exemplo prático da atuação da força elétrica. A força de atração que mantém os “ímãs de geladeira” presos é um exemplo de força magnética.
3. Interação forte (ou nuclear forte) – Subdividida em interação forte fundamental e interação forte residual tem pequeníssimo alcance e é a responsável por manter o núcleo atômico coeso.
4. Interação fraca (ou nuclear fraca) – Ocorre quando temos átomos muito instáveis com mais de 82 prótons no núcleo. É responsável pelo chamado ‘decaimento beta’. Já existe uma teoria de unificação da interação fraca com a eletromagnética, o que dá origem a uma força chamada eletrofraca.

Na física moderna, quando dois corpos exercem forças mútuas, eles na verdade trocam partículas que são chamadas de partículas mediadoras. Cada tipo de interação é mediado por suas próprias partículas. O quadro abaixo descreve resumidamente as interações fundamentais e suas partículas mediadoras.

Tabela 1. Resumo de interações fundamentais baseado em Braz Junior Dulcídio (2002).

TIPO DE INTERAÇÃO	<i>Gravitacional</i>	<i>Eletromagnética</i>	<i>Fraca</i>	<i>Forte</i>
PARTÍCULAS QUE SOFREM SUA AÇÃO	Todas as partículas	Partículas carregadas eletricamente	Léptons e Quarks	Quarks, Glúons e Hádrons
PARTÍCULAS MEDIADORAS	Gráviton	Fótons	Partículas W e Z	Glúons e Mésons
TIPO DE FORÇA	Força gravitacional	Força elétrica e força magnética	Força fraca	Força forte e força cor residual

No que concerne à Energia, temos que seu conceito é essencial na Física, afinal, o próprio Universo é feito de energia e matéria. A partir da relação de equivalência massa-energia de Einstein, $E=mc^2$, podemos pensar na massa como energia “solidificada”.

Embora fazendo parte da nossa vida diária, é muito difícil perceber a energia. Normalmente só notamos a sua existência quando ela está sendo transferida de um corpo para outro, ou quando está sendo convertida de uma forma a outra. Ela é como um bem que podemos ter, perder, consumir e ganhar. Para executar qualquer atividade (mesmo as mentais), os seres humanos usam a energia de natureza eletroquímica obtida dos alimentos ingeridos. Nos automóveis, nos aviões e nos barcos também temos transformações de energia. Nesse caso a energia química armazenada nos combustíveis é transformada em energia cinética e potencial.

Podemos identificar na nossa experiência diária várias formas de manifestações de energia. Por exemplo, a **energia radiante** que é aquela que se apresenta sob a forma de ondas eletromagnéticas. É o caso da luz e do calor, os quais, embora aparentemente diferentes aos nossos sentidos, são na verdade a mesma forma energética, apenas com uma diferença na frequência de vibração.

Quando usamos um estilingue para lançar uma pedra, estamos empregando a **energia potencial** armazenada em um sistema elástico.

Outra forma de **energia potencial** é a gravitacional que é aquela que um corpo possui devido a sua posição em um campo gravitacional. É a energia que uma criança tem no alto de um “escorregador”. Esta energia pode, em parte, ser transformada em **energia cinética** que é verificada nos corpos em movimento. Uma criança no final da descida de um ‘escorregador’ tem esta forma de energia.

A **energia sonora**, muito presente no nosso dia a dia de professores, está contida nas ondas de som. É uma energia extremamente pequena e só a captamos porque nossos ouvidos são muito sensíveis.

Para medir a energia usamos preferencialmente a unidade joule (símbolo J). No entanto, podemos usar unidades “práticas” como o quilowatt-hora, empregado pelas companhias de energia elétrica, e a caloria, usada na medição da energia armazenada nos alimentos.

A energia obedece ao princípio fundamental da conservação, ou seja, não pode ser criada nem destruída, apenas transformada. Assim, nas usinas termelétricas temos a utilização da energia armazenada em combustíveis fósseis a qual, através de diversas transformações, origina a energia elétrica. Nas usinas termonucleares, como a de Angra dos Reis, são usadas as energias das desintegrações atômicas do urânio. Do mesmo modo, nesse caso, após sofrer sucessivas transformações, há a conversão em energia elétrica.

A energia que chega à Terra vinda do Sol também tem origem nuclear. Na figura 1 é feito um resumo das transformações que a energia sofre desde a sua origem solar até chegar as nossas casas sob a forma de energia elétrica.

No Sol temos a conversão de hidrogênio em hélio, em um processo conhecido como **fusão nuclear**, com a liberação de energia. Esta energia viaja pelo espaço na forma de ondas eletromagnéticas e, ao chegar à Terra, é absorvida pela água dos rios, dos lagos e dos mares e se torna **energia térmica**. Aquecidas, as moléculas de água passam para o estado de vapor e sobem para a atmosfera, ganhando, então, **energia potencial gravitacional**. Devido à dinâmica característica da atmosfera, a água retorna ao estado líquido e na forma de chuva volta à superfície da Terra, ficando represada inclusive em lugares elevados. Aí armazenada, a água ainda possui **energia potencial gravitacional** e, ao descer para superfícies mais baixas, adquire **energia cinética**. Se a água em movimento for canalizada através de dutos, pode fazer girar turbinas que transmitem **energia cinética de rotação** aos geradores.

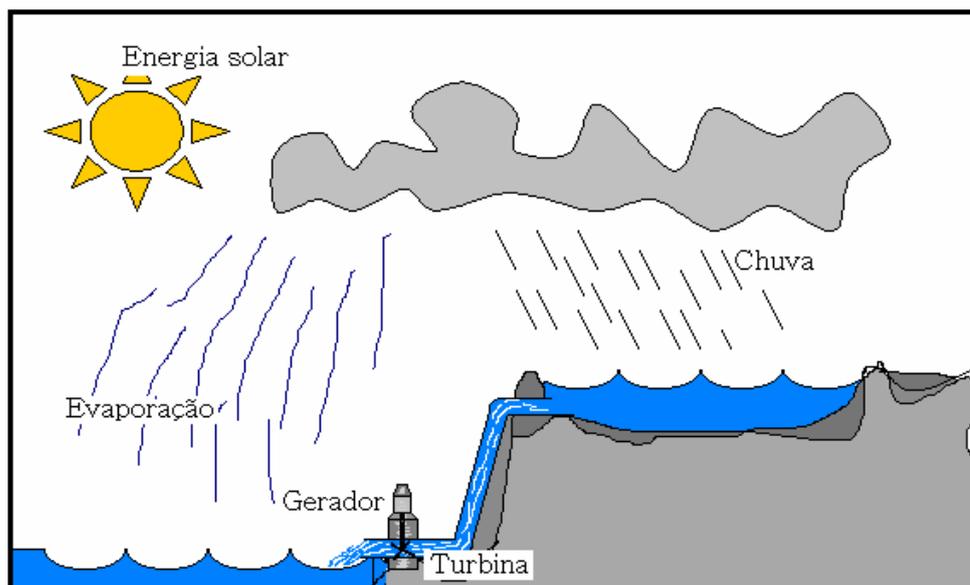


Figura 1. Transformações de energia.

Nos geradores, por um processo conhecido como indução eletromagnética, temos a **energia cinética de rotação** transformada em **energia elétrica**.

Observa-se que em nenhum momento a energia foi criada ou destruída, apenas foi transformada de uma forma em outra. Esse princípio de conservação é fundamental para entendermos os fenômenos físicos.

SUGESTÃO DE LEITURAS DE APROFUNDAMENTO:

Partículas e interações, de Marco Antonio Moreira, disponível em <http://www.sbfisica.org.br/fne/Vol5/Num2/v5n1a03.pdf>

A Energia e sua Lei de Conservação, Capítulo 1.4 de **Física 1: Mecânica**, do Grupo de Reelaboração do Ensino de Física. / GREF. 7º ed. – São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 2001.

II. ESTRUTURA DAS AULAS

Cada aula proposta foi planejada para ocupar um tempo de uma hora. Julgamos que deva ser dada uma explicação e feita uma combinação prévia com as crianças sobre como serão estas aulas experimentais.

Na figura 2 está representada uma seqüência de desenhos utilizada para explicar às crianças a ordem com que as atividades serão desenvolvidas. Sem essa combinação prévia haverá dificuldades em conseguir que as crianças parem de “brincar”.



Figura 2. Seqüência de atividades a ser combinada com as crianças.

Cada uma das doze sugestões de atividades apresentada a seguir é iniciada com os conceitos físicos envolvidos mais diretamente; após, são enumerados os objetivos didáticos almejados, os materiais empregados e as sugestões de atividades. Em seguida são listados alguns questionamentos que poderão ser feitos aos alunos para incitá-los a observarem alguns aspectos da “brincadeira”. Essas perguntas são apenas sugestões, uma vez que as próprias crianças, através de seus comentários e idéias, acabam muitas vezes por dar à atividade um rumo inesperado.

É importante salientar que não necessitamos ter todas as respostas; podemos inclusive não ter resposta alguma. Só o fato de aceitarmos os seus questionamentos e de fazer outros a elas, já é suficiente para desenvolver a cognição das crianças. Lembremos sempre que não existem respostas certas ou erradas, apenas algumas são mais adequadas que outras.

Todas as atividades propostas são encerradas com a redação de um relatório, que pode ser um desenho, um texto ou colagens diversas; a criança decide qual a melhor forma de descrever a

brincadeira e o que aprendeu com ela. O objetivo desta fase é ajudar a criança a expor de maneira concreta suas idéias. É apropriado, tratando-se de crianças pequenas, que se façam perguntas sobre seus desenhos, tendo em consideração que elas ainda não dispõem das habilidades motoras necessárias para descrever graficamente o que pensam ou sentem. Além disso, elas estão sempre ávidas para explicar o que representaram. Observe-se que esses relatórios não têm o objetivo de avaliar o desempenho dos alunos, mas sim de estimulá-los a ter o hábito de registrar suas descobertas e são instrumentos que podem auxiliar no desenvolvimento de futuras formas de expressão discursiva ou gráfica.

Cada roteiro termina com uma pequena explanação dos conceitos físicos envolvidos (Para saber mais). Sempre que possível, é feita uma ponte entre o formalismo da Física e as suas aplicações práticas e cotidianas. O intuito é o de desmistificar a fama de que a Física é uma área do conhecimento de difícil entendimento e as explicações suplementares podem aprofundar um pouco mais o conhecimento que o professor já tem nesta área.

Colega professor, no final de cada atividade listamos algumas fontes de pesquisa que poderão ser utilizadas para aprofundar seu conhecimento. A Física é um campo fascinante e temos certeza de que muitos assuntos abordados nas atividades irão despertar o seu interesse. Na tabela 1 temos um resumo das atividades propostas.

Tabela 1. Resumo dos temas propostos.

CONCEITOS	ESTRATÉGIAS	EQUIPAMENTO	LOCAL DAS ATIVIDADES
FORÇA E ENERGIA	Uso de movimentos corporais	Balanço, gangorra, escorregador, campo de futebol.	Pátio e sala de aula
	Uso de brinquedos que se movem por corda, vento, etc.	loiôs, cata-ventos, hélices, brinquedos de soprar.	Pátio e sala de aula
	Uso de campos magnéticos de ímãs	Ímãs em barra, em disco, em placas, etc. Pregos, amostras de materiais metálicos e não-metálicos.	Sala de aula

III. ROTEIROS

a) **MOVIMENTOS CORPORAIS**

Introdução: As crianças na faixa etária dos seis anos sentem muito prazer em movimentar o corpo e colocar-se à prova, gostando imensamente de serem desafiadas (embalarem-se mais alto, correrem mais rápido, subirem mais alto, etc). Usaremos esse interesse natural para levá-las a tomarem consciência dos movimentos que estão executando e observarem o emprego da força e da energia nas brincadeiras.

1. Balanço

CONCEITO: Força e energia no movimento pendular.

OBJETIVOS: Almejamos levar as crianças a

- tomarem consciência dos movimentos corporais empregados ao embalarem-se no balanço;
- aprenderem a embalarem-se sozinhas;
- reconhecerem o uso da força nesse processo;
- iniciarem o uso do termo “energia do movimento”.

MATERIAIS: Balanços

ATIVIDADES: Depois de divididas em grupos de três, as crianças são levadas ao parquinho da escola para brincar nos balanços. A tarefa de cada grupo é que uns ensinem aos outros como fazer para embalarem-se bem alto sozinhos. As perguntas são feitas durante a atividade e têm o objetivo de levá-las a pensarem no assunto, e não o de darem respostas “certas”.

PERGUNTAS:

- O que fazemos com o corpo para que o balanço suba bem alto?
- Em que momento espichamos as pernas e quando as encolhemos?
- É preciso força para fazer isso?
- Quando nos balançamos adquirimos “energia de movimento”. De onde vem essa energia?

DISCUSSÃO EM GRUPO: De volta à sala, os alunos são colocados em círculo e pedimos que relatem o que aprenderam. É o momento de fazer o possível para que todos se manifestem. Ao longo da discussão é conveniente usarmos os termos científicos aceitos como certos, embora não

seja necessário exigir por parte dos alunos o formalismo lingüístico. Devemos lembrar que esse é o início de uma caminhada que vai culminar no uso corrente dos termos científicos e que a cientificidade vai ocorrer somente após vários anos de estudo.

RELATÓRIO: Depois da discussão as crianças voltam a ficar em grupos, recebendo papel, lápis de cor e borracha, e são estimuladas a fazer o relatório sobre o que foi aprendido. Na idade em que estão, algumas crianças já têm uma autocrítica muito restritiva e se recusam a desenhar, valendo-se de argumentos como “Não sei”, “É muito difícil”, “Não consigo fazer”. É o momento de ajudá-las a vencer tais barreiras. Vale lembrar que superar desafios é um ótimo exercício para a vida.

PARA SABER MAIS: O movimento de um corpo no balanço é um exemplo de movimento oscilatório (pendular).

Como o ângulo de oscilação do balanço infantil é normalmente muito grande (na verdade o que a criança mais quer é embalar-se bem alto e, portanto, com grande ângulo), não podemos analisar este movimento como sendo o de um *pêndulo simples*. Contudo, é fácil fazer um estudo da troca de energia e do trabalho que ocorre em um sistema formado por uma criança que se embala e um balanço.

No esquema da figura 3 temos três grandezas utilizadas no estudo dos pêndulos.

L: comprimento do pêndulo.

a: amplitude de oscilação, afastamento máximo da posição de equilíbrio.

θ : ângulo da oscilação.

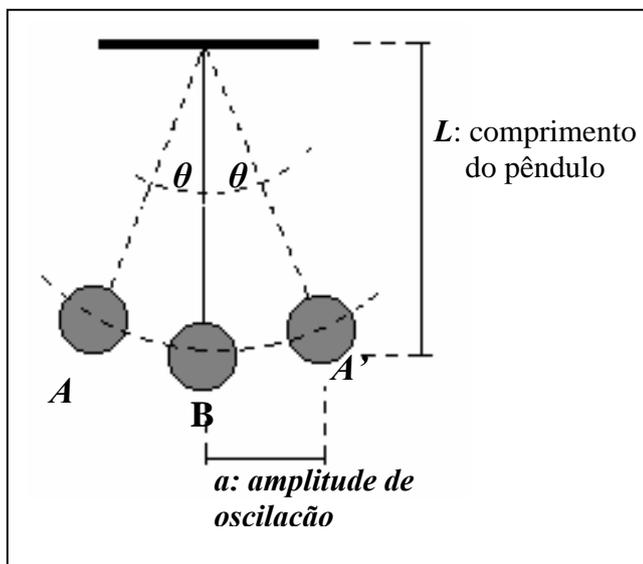


Figura 3. Pêndulo

Nos pontos mais altos da trajetória (pontos **A e A'**) o sistema criança-balanço tem a máxima energia potencial. Ao passar pelo ponto mais baixo da trajetória (ponto **B**), essa energia potencial

(que podemos chamar de energia de posição), transforma-se em energia cinética. A troca de uma forma de energia para outra vai ocorrendo enquanto que, por ação de forças dissipativas (atrito da criança com o ar, atrito das correntes com os engates, etc.), vai ocorrendo a transformação também em energia térmica, sonora, etc. e o balanço vai perdendo amplitude de oscilação (vai parando). Lembremos que a amplitude de oscilação que tem relação com a altura que a criança imprime ao balanço, tem estreita relação com a energia armazenada no sistema. Para fazer a energia do movimento voltar a crescer, a criança necessita empregar o trabalho de seus músculos. Aqui temos o trabalho da força muscular transformando a energia eletroquímica armazenada no corpo da criança em energia potencial e cinética.

Como a criança faz isso? Erguendo ao máximo o corpo em uma extremidade e os pés, na outra. Observe o esquema da figura 4.

Após ter dado o impulso inicial que faz o balanço sair da posição de equilíbrio, ponto **B**, a criança atinge o ponto de máximo afastamento em **A**. Nesse instante ela ergue o corpo para trás e para cima promovendo um aumento na amplitude de oscilação. Lembrando que maior amplitude significa maior energia, a criança usou a sua força muscular para executar um trabalho que é transformado em energia potencial pelo sistema oscilante. Ao passar pelo ponto **B** temos a situação de máxima velocidade; logo, de máxima energia cinética. Ao chegar ao ponto **A'** é hora de usar a força muscular e erguer as pernas o mais alto possível, jogando-as simultaneamente para cima e para frente. Novamente temos a execução de trabalho e transformação deste em energia potencial (energia de posição). Então, de oscilação após oscilação, a amplitude do movimento da criança vai aumentando e ela vai cada vez mais alto.

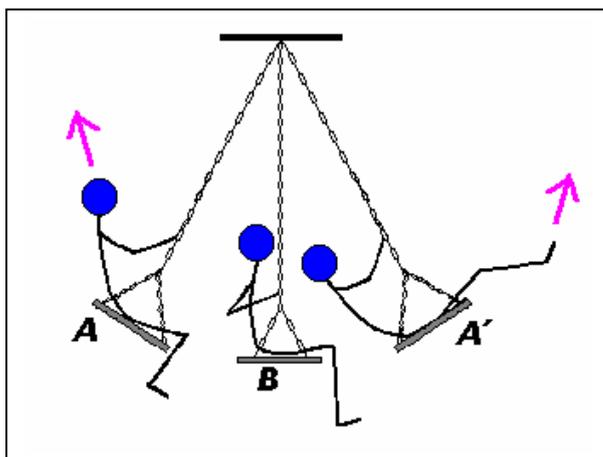


Figura 4. Movimentos corporais de uma criança que se embala.

Fazer a criança aprender a executar esses movimentos é de grande proveito para o seu desenvolvimento motor, cognitivo e afetivo. E após a atividade lúdica encaminhá-la para a conscientização do que fez é uma ótima oportunidade para ajudá-la a trilhar o caminho que leva à formação de conceitos. Só na ajuda do professor em propiciar às crianças aprenderem e depois

relatarem ao grupo o que foi obtido já temos um excelente começo, uma vez que as perguntas feitas por ele nos momentos oportunos podem ajudar a encaminhar o pensamento da criança.

SUGESTÃO DE LEITURAS DE APROFUNDAMENTO:

Faces da Energia, de Aníbal Figueiredo e Maurício Pietrocola. Coleção Física –Um outro lado. São Paulo, Editora FTD, 2001.

Movimento Harmônico Simples, disponível em

<http://www.ufsm.br/gef/Mhs.htm#item06>

Pêndulos, disponível em

http://www.feiradeciencias.com.br/sala10/10_34.asp

2. Corrida

CONCEITO: Rapidez e Energia Cinética.

OBJETIVOS: Almejamos levar as crianças a

- terem consciência do que é rapidez;
- iniciarem a pré-conceitualização científica da ligação entre rapidez e energia cinética;
- discutirem o conceito de conservação de energia.

MATERIAIS: Qualquer lugar do pátio onde elas possam correr: quadra de esportes, campinho de futebol, etc.

ATIVIDADES: Convidamos as crianças a apostarem uma corrida. Embora pareça desnecessário, é pertinente discutir com antecedência como saberemos quem venceu a corrida. Normalmente nessa etapa do desenvolvimento infantil a resposta mais comum será “quem chegou primeiro” e não “o mais rápido”.

As crianças sempre querem correr de novo e de novo até cansarem. Cabe ao professor, pois, reunir a turma para as discussões em grupo, as quais podem ser no pátio da escola em um círculo.

PERGUNTAS:

- Por que o colega venceu a corrida?

- Se a resposta for, “Porque ele chegou antes!” podemos insistir, “Por que ele chegou antes?” (Não estamos esperando a resposta cientificamente aceita, apenas instigando o uso do conceito de *mais rápido*).
- Se o colega foi mais rápido foi porque ele usou muita energia para correr. Lembram o nome dessa energia?
- De onde vem a energia que vocês usaram para correr?

RELATÓRIO: Na volta à sala é hora do relatório. Em algumas turmas mais “agitadas” é necessário dar nova corrida após as discussões em círculo, pois eles já estão descansados e novamente “cheios” de energia!

Uma vez controlada a agitação, os alunos são divididos em grupos e munidos de material gráfico variado, pedimos a eles que representem em um relatório o vencedor da corrida.

PARA SABER MAIS: Devemos ter cuidado no uso do conceito de velocidade, pois para a Física, velocidade é uma grandeza vetorial representada por um vetor e para ser bem entendida deve ter módulo, direção e sentido. Por exemplo: a velocidade de um avião não é apenas 800 km/h, mas também é horizontal e está indo para o sul. Embora não esteja incorreto afirmar que o aluno de maior velocidade venceu a corrida, é mais apropriado falar que o aluno mais rápido foi o vencedor. Nesse caso, a palavra rapidez é mais adequada do que velocidade.

Lembrando que a energia não pode ser criada nem destruída, podemos observar no quadro a seguir (figura 5) um breve resumo das transformações de energia que devem ocorrer para que uma criança possa dar uma simples “corridinha”.

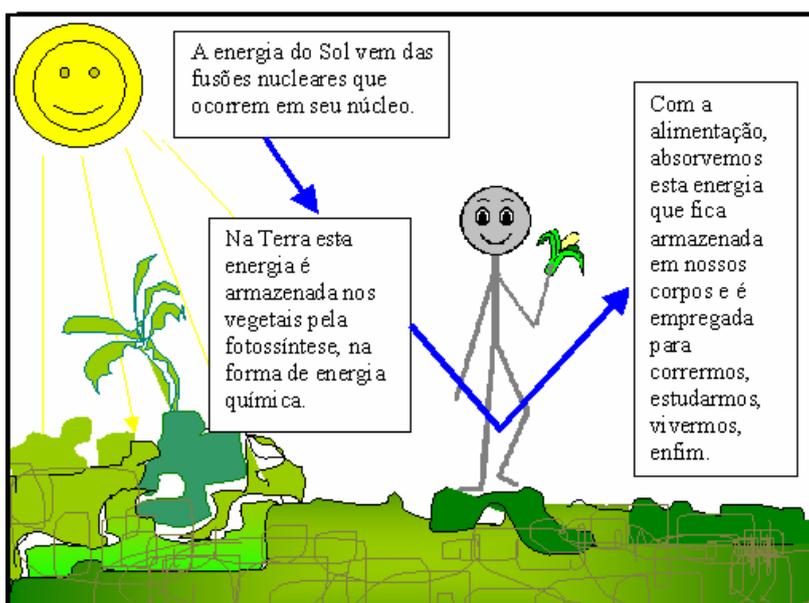


Figura 5. Algumas transformações de energia.

A energia ligada ao movimento é chamada de energia cinética, a qual é tanto maior quanto for a rapidez e a massa do corpo em movimento. Matematicamente:

$$E_c = \frac{mv^2}{2}, \text{ onde } E_c \text{ é a energia cinética, } m \text{ é a massa do corpo e } v \text{ a sua rapidez.}$$

SUGESTÃO DE LEITURAS DE APROFUNDAMENTO:

A Energia e sua Lei de Conservação, Capítulo 1.4 de **Física 1: Mecânica**, do Grupo de Reelaboração do Ensino de Física. / GREF. 7º ed. – São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 2001.

A Física nas Transmissões Esportivas, de Alexandre Medeiros, em Física na Escola, v. 5, n.1, 2004.

Desvendando a Física do Corpo Humano: Biomecânica, de Emico Okuno, Luciano Fratin. Editora Manole, 2003.

Alavancas do Corpo Humano, disponível em

<http://br.geocities.com/saladefisica5/leituras/alavancas.htm>

3. Escorregador

CONCEITOS: Força de atrito e energia potencial.

OBJETIVOS: Almejamos levar as crianças a

- terem consciência dos movimentos corporais empregados ao descerem no escorregador;
- descobrirem ou aprenderem com os colegas a frearem para diminuir a rapidez da descida;
- Reconhecerem o uso da força para subirem ao alto da rampa.
- Iniciarem o uso do termo “energia potencial”.

MATERIAL: Escorregador

ATIVIDADES: Vamos desafiar as crianças a descerem pelo escorregador bem devagar. Ganha o jogo quem demorar mais a descer. Usando bom senso é possível insistir para que todos brinquem; porém, se alguém se recusar (há crianças que têm medo do escorregador), vamos respeitar a sua decisão.

Nessa primeira atividade as crianças são levadas a experimentar as forças de atrito que dificultam a descida. Algumas soluções para descerem bem devagar podem ser: usarem as mãos para irem segurando a descida, ou usarem os tênis de várias maneiras como freios, além de outras formas de obter atrito que a imaginação fértil da criança criar.

Depois disso, é possível fazer um jogo em que vence aquele que descer mais rápido, com o intuito de elas perceberem que é possível descer rapidamente quando diminuem os atritos. As perguntas feitas pelo professor durante as atividades são usadas para levar a atenção das crianças para aspectos relevantes no estudo que estamos fazendo.

Depois que todos os que quiseram escorregar já tiverem brincado, podemos voltar para a sala de aula e formar o círculo de discussões. Nesse momento podemos refazer as perguntas deixando que todos se manifestem. Devemos aceitar todas as opiniões e apenas cuidar que os conceitos que utilizarmos sejam os cientificamente aceitos.

PERGUNTAS:

- Como se faz para descer bem devagar?
- Como vocês fazem para descerem bem rápido?
- Para subir no alto do escorregador é preciso usar força?
- Lembram do nome da energia de quem tem movimento?
- Lá em cima da rampa vocês têm uma energia especial. Alguém conhece o nome dessa energia?

RELATÓRIO: Reunidos em grupos com material variado para desenhar, colar e colorir, os alunos podem representar o que viram na brincadeira. Podemos sugerir que eles façam a representação de uma descida lenta e de uma descida rápida.

PARA SABER MAIS: No escorregador temos um exemplo de transformação de energia potencial em energia cinética. A figura 6 representa duas posições de uma criança no escorregador e as energias envolvidas em cada uma. Em uma situação ideal, na qual não há forças de atrito, toda a energia potencial que o corpo armazena no alto do escorregador é transformada em energia cinética no final da descida. No entanto, em situações reais, quanto mais atrito houver (com o ar ou com o escorregador), mais energia potencial será convertida em formas de energia dissipativas (energia térmica, energia sonora, etc.), e menor será a rapidez com que o corpo chega ao final da descida.

No alto da rampa temos a máxima energia de posição – energia potencial. À medida que descemos perdemos energia potencial e adquirimos energia cinética, ao mesmo tempo em que dissipamos energia na forma de calor, som, etc. Um indicativo disso é que as “calças” esquentam durante as descidas rápidas.

A energia potencial (E_p) depende da massa do corpo (m), da aceleração da gravidade (g) e da altura que o corpo está do solo (h).

$$E_p = m.g.h$$

A energia cinética (E_c) depende da massa do corpo (m), e da sua rapidez (v).

$$E_c = \frac{mv^2}{2}$$

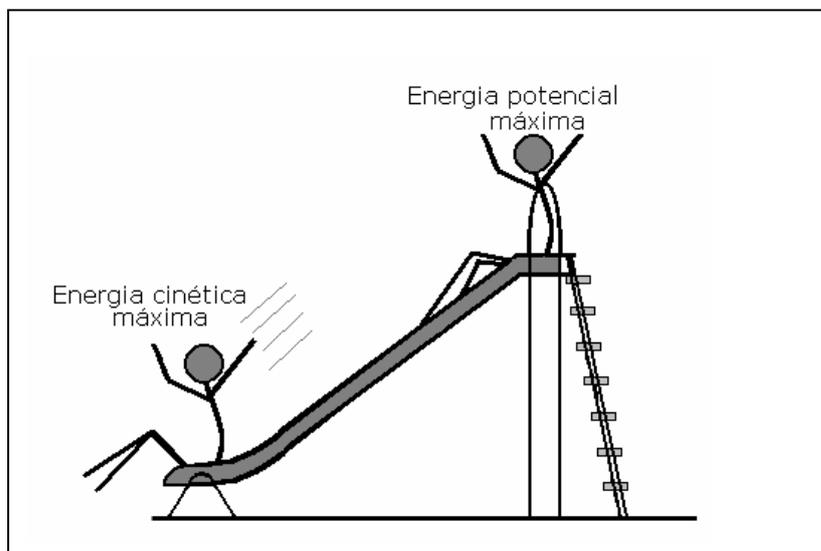


Figura 6. Transformações de energia em um corpo que desliza em um escorregador.

SUGESTÃO DE LEITURAS DE APROFUNDAMENTO:

A Mecânica (ou a Física) no Parque de Diversões, disponível em <http://wwwusers.rdc.puc-rio.br/wbraga/CMec/vprimeira.PDF>

A Ciência Vai ao Parque, disponível em <http://paginas.terra.com.br/educacao/pifer/artigo2.htm>

4. Gangorra

CONCEITO: Torque (*Momentum*) de uma força.

OBJETIVOS: Almejamos levar as crianças a

- vivenciarem o princípio da alavanca;

- tomarem consciência dos movimentos corporais empregados ao brincarem na gangorra;
- reconhecerem o uso da força nesse processo.

MATERIAL: Gangorra

ATIVIDADES: As crianças são levadas ao parquinho e estimuladas a brincarem na gangorra. Em alguns momentos um grupo grande tenta se equilibrar no brinquedo. É uma hora perfeita para fazer as indagações.

PERGUNTAS:

- Dá para uma criança “grandona” brincar de gangorra com uma criança pequena?
- Como é que faz?
- E se três crianças quiserem brincar? Como é que faz?
- Como é que se faz para deixar o companheiro de castigo lá no alto?

RELATÓRIO: Reunidos em grupos de três, fornecer a cada grupo papel, lápis e borracha, e pedir que os alunos representem a brincadeira. Podemos sugerir que façam um desenho ou colagem de duas crianças de mesmo peso brincando e outro, em que uma das crianças é mais pesada.

PARA SABER MAIS: Em corpos rígidos o ponto de aplicação de uma força é tão importante quanto a intensidade dessa força. Vamos lembrar do ato de abrir ou fechar uma porta comum com dobradiças. Não é por acaso que o trinco é colocado à máxima distância da dobradiça. Podemos lembrar também qual a melhor posição para segurar um martelo para bater em um prego, ou ainda a alavanca extra que alguns motoristas usam para ter mais facilidade ao afrouxar os parafusos para a troca de pneus, e inúmeros outros exemplos diários. Estamos nos referindo ao torque de uma força.

De maneira bem simplificada podemos definir que o torque de uma força em relação a determinado ponto está vinculado com a tendência de determinado corpo rígido sofrer rotação. Observe o esquema da Figura 7.

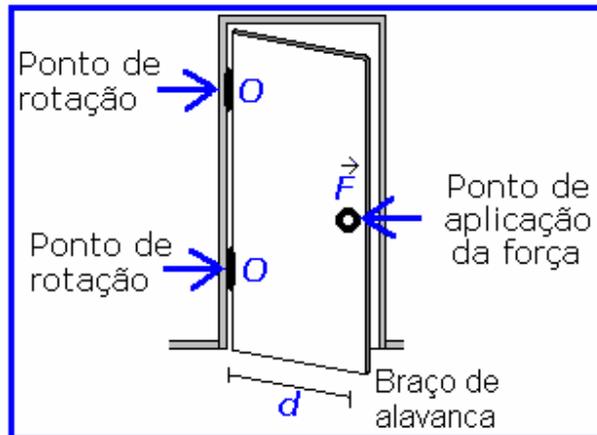


Figura 7. Elementos de uma porta em rotação.

É bastante comum em livros de Física que a palavra torque seja substituída pela palavra *momentum*. Fisicamente, o *momentum* da força F em relação ao ponto O , responsável pela rotação do objeto, é o produto da força F pelo braço de alavanca d .

Sendo M_O^F , o *Momentum* de uma força em relação ao ponto O , \vec{F} é a força aplicada, d é o braço de alavanca, ou seja, a distância entre \vec{F} e O , matematicamente:

$$M_O^F = F.d$$

Sendo assim, é possível ampliar o efeito de uma força se tivermos uma grande distância entre o ponto da aplicação dessa força e o eixo de rotação.

No dia-a-dia sabemos que quanto mais longa a “chave de boca” da figura 8, mais fácil será girar o parafuso. Ou ainda, o melhor lugar para segurar um martelo é próximo à extremidade do cabo.

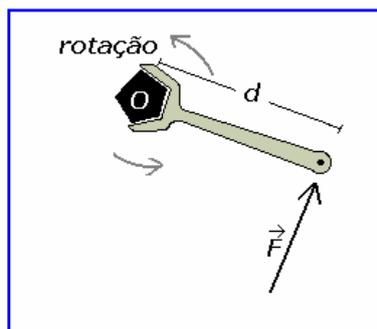


Figura 8. Elementos de uma “chave-de-boca”.

A Figura 9 transcreve uma questão do vestibular da Ufpel no ano de 1994.



(UFPel – RS –1994). Em um desenho animado, aparecem o Tom e o Jerry nos extremos de uma gangorra. A prancha, homogênea, está em equilíbrio horizontal, apoiada pelo centro. Discuta a possibilidade dessa situação ser fisicamente possível.

Figura 9. Tom, Jerry e o torque (*momentum*) de uma força.

A situação expressa na figura 9 não é fisicamente possível. Como o peso do gato é muito maior que o peso do rato e as distâncias até o ponto de apoio são iguais, não haverá um equilíbrio como o mostrado no desenho. O equilíbrio da prancha na posição horizontal só seria possível se o rato (com seu menor peso) estivesse na ponta da gangorra e o gato (maior peso) estivesse muito próximo do ponto de apoio. Observe na figura 10 um arranjo fisicamente viável.

Para haver equilíbrio na horizontal o torque (*momentum*) do Tom em relação ao ponto **O** deve ser igual ao torque (*momentum*) do Jerry em relação ao mesmo ponto. Logo:

$$M_T^O = M_J^O$$

$$Peso_{Tom} \cdot distância_{Tom} = Peso_{Jerry} \cdot distância_{Jerry}$$

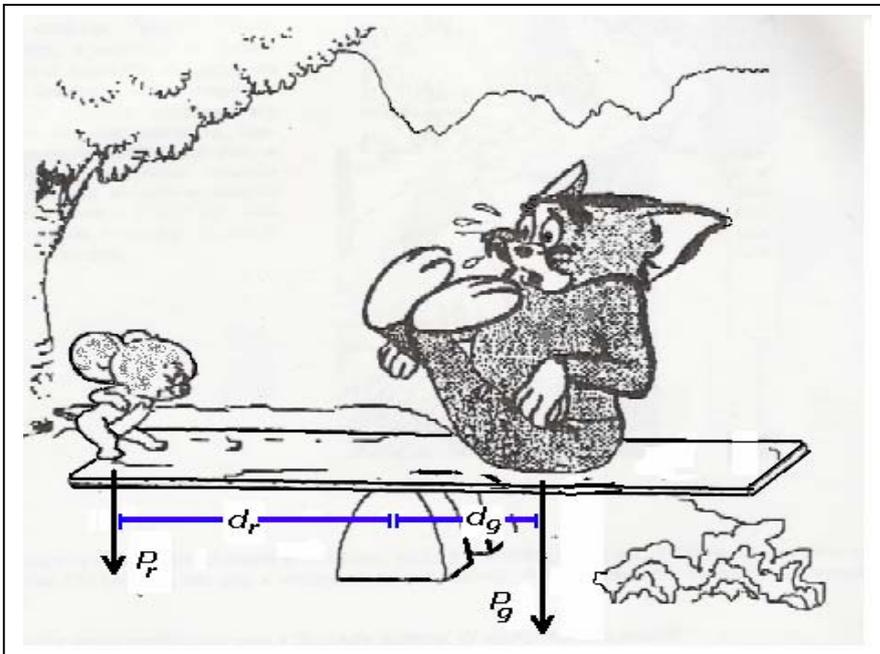


Figura 10. (Ufpel). Tom, Jerry e o fisicamente possível.

Em suma, para que haja equilíbrio horizontal é necessário que quem tem menor peso, tenha maior distância em relação ao ponto de apoio, e quem tem maior peso deva ficar mais próximo do ponto de apoio.

SUGESTÃO DE LEITURAS DE APROFUNDAMENTO:

Gangorra e torque, disponível em

<http://www.fc.unesp.br/experimentosdefisica/mec21.htm>

Física 1: Mecânica, do Grupo de Reelaboração do Ensino de Física. / GREF. 7ª ed. – São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 2001.

Momento de uma força, disponível em

<http://br.geocities.com/saladefisica6/estatica/momento.htm>

b) BRINQUEDOS QUE SE MOVIMENTAM

Pequenos brinquedos que se movimentam fascinam as crianças de todas as idades e podemos utilizá-los para ensinar Física. Os sete exemplos seguintes são uma amostra disso.

5. Cata-vento

CONCEITO: Energia eólica.

OBJETIVO: Desejamos levar as crianças a

- descobrirem a energia do vento.

MATERIAIS: Cata-ventos.

ATIVIDADES: É conveniente que tenhamos um cata-vento para cada criança. A distribuição é feita e as crianças são convidadas a brincar no pátio. Em poucos minutos eles estarão fazendo experiências para o brinquedo girar rápido: soprando, correndo ou impulsionando a hélice com as mãos. Se na sala tivermos ventilador, esse também será usado por elas. E mesmo durante as brincadeiras já devemos iniciar as indagações para fazê-las pensarem no assunto.

PERGUNTAS:

- O que faz o cata-vento girar?
- Então o ar tem energia?
- Como se chama a energia do vento?
- De onde será que vem a energia do vento?

RELATÓRIO: Essa é mais uma daquelas atividades em que é difícil convencer as crianças a voltarem para a sala. Então, se for possível, podemos deixar que levem para casa os cata-ventos - isso em geral as acalma e diminui a ansiedade de terem que brincar (experimental) todas as possibilidades do cata-vento de uma única vez.

Vencida essa dificuldade, convidamos as crianças a fazerem o relatório da experiência. Convém estimulá-las a tentarem desenhar o vento e o lugar do brinquedo em que ele deve bater para fazer o brinquedo girar.

PERGUNTAS EXTRAS

- Vocês já viram cata-ventos para tirar água de poço?

- Vocês sabiam que na cidade de Osório estão sendo construídos muitos cata-ventos para que as pessoas tenham energia elétrica?

COMO CONFECCIONAR CATA-VENTOS: Para fazer cata-ventos usam-se pedaços de um papel mais compacto que folha de ofício. Alguns folhetos de propaganda feitos em papel brilhante e colorido se prestam muito bem para a tarefa.

Espetos de “churrasquinho” são perfeitos para a confecção das hastes e pedaços de garrafa ‘pet’, para o reforço no ponto de rotação. O eixo de rotação pode ser um pedaço de arame não muito rígido com uns 7 cm de comprimento. Necessitaremos também de fita adesiva e de tesoura.

(Detalhes na figura 11)

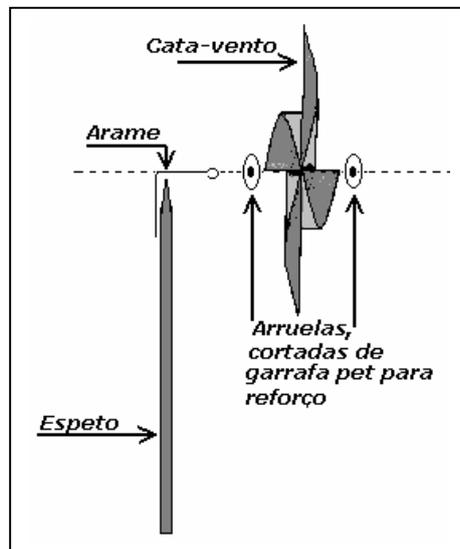
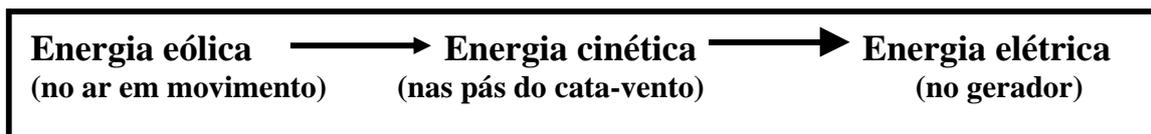


Figura 11. Partes da confecção de um cata-vento.

PARA SABER MAIS: Em um cata-vento temos a transformação de energia eólica em energia cinética. Embora pareçam brincadeira de criança, os cata-ventos têm aplicações práticas importantes para a humanidade desde a Idade Média. Hoje são utilizados na geração de energia elétrica. Até o final de 2004 o Brasil já contava com 11 parques eólicos em operação. Nesses parques, os aerogeradores (cata-ventos com três pás de 40m cada uma e a cem metros de altura) usam a energia do vento para gerarem energia elétrica e neles temos a seguinte transformação de energia:



Vale a pena lembrar que a energia não é nem criada nem destruída, apenas transformada em outro tipo de energia.

Na Figura 12 temos mais detalhes da atuação do vento sobre o cata-vento.

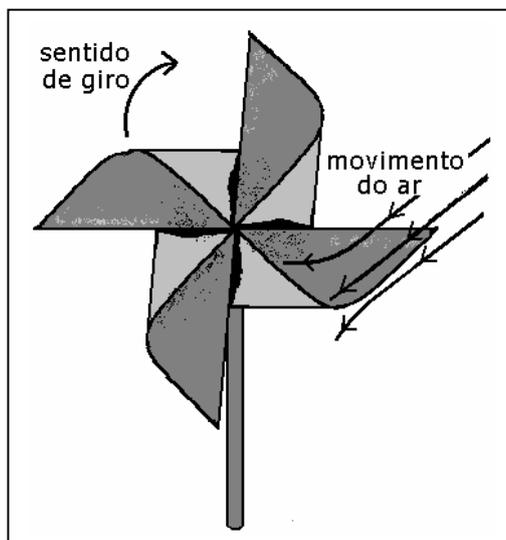


Figura 12. O cata-vento e o movimento do ar.

SUGESTÃO DE LEITURAS DE APROFUNDAMENTO:

Energia Eólica, disponível em

http://www.eolica.com.br/index_por.html

Energias Alternativas, disponível em

<http://www.ambientebrasil.com.br/composer.php3?base=./energia/index.html&conteudo=./energia/artigos/eolica.html>

6. Ioiô

CONCEITO: Energia e rotação

OBJETIVOS: Almejamos levar as crianças a

- aprenderem a 'brincar' com o ioiô;
- discutirem a função da cordinha do ioiô;
- observarem a conservação do movimento de rotação.

MATERIAIS: ioiôs.

ATIVIDADES: Os brinquedos são distribuídos às crianças deixadas à vontade para brincar. Nessa etapa há uma grande interação entre as crianças, as quais trocam informações sobre a melhor maneira de enrolar a corda no brinquedo e de movimentar o braço para que o ioiô torne a subir girando após chegar ao ponto mais baixo da trajetória. Geralmente, ao final de uns trinta minutos, todas as crianças já manejam razoavelmente bem o brinquedo.

PERGUNTAS:

- O que faz o ioiô girar?
- O cordão que o faz girar deve ser especial? É um “elástico”?
- Por que será que o ioiô volta a subir?
- Que movimentos fazemos com o braço para que o ioiô volte a se enrolar, subindo?

RELATÓRIO: Depois de aproximadamente uma hora as crianças já estão satisfeitas e podem ser divididas em grupos para a execução do relatório. Podemos pedir que na representação apareçam os ioiôs girando. Representar movimentos através de desenhos é um bom desafio para as crianças.

PARA SABER MAIS: O movimento do ioiô pode ser explicado de maneira simples. Quando soltamos o ioiô, o fio vai desenrolando e o brinquedo vai perdendo energia potencial enquanto vai ganhando energia cinética – ou de movimento –, ou seja, de translação e de rotação. Quando o fio desenrola-se totalmente, ocorre o impacto no final da queda e ele passa a ter apenas energia cinética de rotação. Em outras palavras: ele deixa de descer na vertical e só tem movimento de rotação. À medida que o fio volta a enrolar o ioiô, passa novamente a ter energia cinética de translação, a qual vai diminuindo até que, no final da subida, tenhamos mais uma vez energia potencial e o brinquedo volte a nossa mão.

O movimento que fazemos com o braço tem por objetivo compensar as perdas de energia por atrito e facilitar o enrolamento do fio. Se em vez de apenas soltarmos o ioiô, o jogarmos com uma determinada velocidade inicial, teremos como consequência um aumento na energia cinética rotacional.

Observa-se na figura 13, três posições da brincadeira com o ioiô. Em **1**, temos apenas Energia Potencial. Em **2**, há diminuição de Energia Potencial e aumento de Energia Cinética (de translação e de rotação). Em **3**, chegando ao ponto mais baixo, temos máxima Energia Cinética e mínima Energia Potencial.



Figura 13. Três estágios do movimento de descida do ioiô

SUGESTÃO DE LEITURAS DE APROFUNDAMENTO:

Física 1: Mecânica, do Grupo de Reelaboração do Ensino de Física. / GREF. 7ª ed. – São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 2001.

O Giroscópio, disponível em

<http://br.geocities.com/saladefisica5/leituras/giroscopio.htm>

Ludofísica Pet Física, disponível em

<http://www.pet.dfi.uem.br/ludofisica/ioio.html>

7. Helicóptero

CONCEITO: Energia eólica

OBJETIVOS: Esperamos levar as crianças a:

- experimentarem a energia do ar soprado para fazer girar o “helicóptero”;
- descobrirem o mecanismo interno que o faz girar.

MATERIAIS: Brinquedos de soprar e de fazer girar como um helicóptero.

ATIVIDADES: As crianças são levadas ao pátio e lhes é dado um brinquedo para cada uma, e elas são deixadas à vontade para brincar. Após uns cinco minutos, reunimos a turma em círculo para iniciarmos os questionamentos.

PERGUNTAS:

- O que faz a hélice girar?

- O ar em movimento recebe um nome especial. Qual é esse nome?
- O ar em movimento tem energia. Alguém lembra o nome dela?

ATIVIDADE EM SALA DE AULA: Na volta para a sala, dividimos a turma em duplas e sugerimos que cada um desmonte o brinquedo para ver como ele funciona. Sugere-se aguardar no mínimo dez minutos para que todos possam desmontar seus brinquedos e comentar com a dupla o que descobriram. Depois disso podemos reunir a turma em círculo para discutirmos os resultados.

RELATÓRIO: O relatório nesta atividade representa um desafio extra para as crianças uma vez que eles podem representar o brinquedo montado e desmontado. É interessante verificar que aparecem muitas representações em que a hélice está girando no ar já destacada do rotor.

PARA SABER MAIS: Ao encontrar o rotor, o ar soprado para dentro do brinquedo faz com que este gire e transmita a rotação para a hélice externa. A forma do rotor dentro do brinquedo é o que garante o giro com o movimento do ar. Encontramos rotores semelhantes nas bombas aspirantes de água em poços, em exaustores de teto para grandes galpões, etc.

Podemos observar na figura 14 o interior do brinquedo.

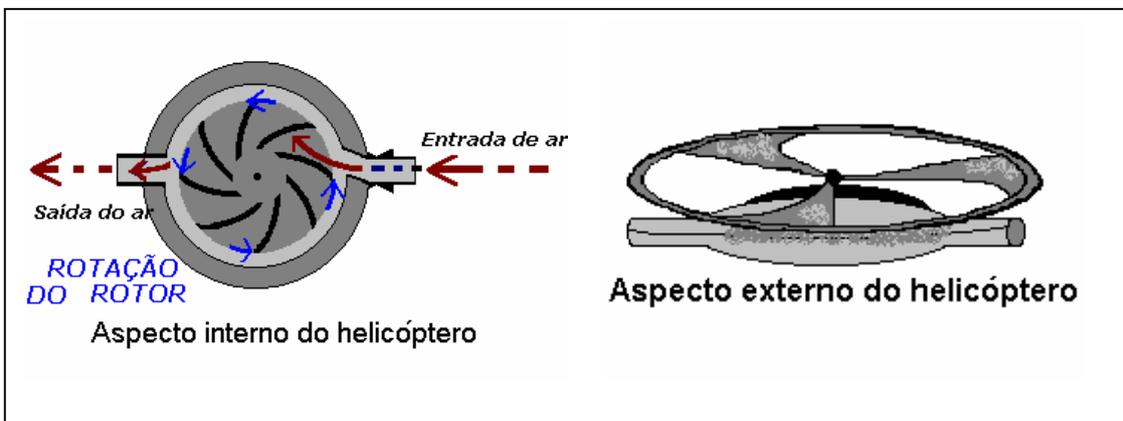


Figura 14. Interior do brinquedo, mostrando o rotor e o movimento do ar.

SUGESTÃO DE LEITURAS DE APROFUNDAMENTO:

O Helicóptero, disponível em

<http://br.geocities.com/saladefisica7/funciona/helicoptero.htm>

Física Conceitual, Paul G. HEWITT, 9º ed. Porto Alegre: Bookman, 2002.

Física 1: Mecânica, do Grupo de Reelaboração do Ensino de Física. / GREF. 7º ed. – São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 2001.

Helicópteros, disponível em

<http://www.mundofisico.joinville.udesc.br/index.php?idSecao=8&idSubSecao=&idTexto=158>

8. Bolinha na cesta

CONCEITO: A força do ar em movimento.

OBJETIVO: Almejamos levar os alunos a

- experimentarem a força do ar soprado para manter a bolinha “flutuando”.

MATERIAIS: Brinquedo de soprar bolinhas.

ATIVIDADES: As crianças são divididas em grupos de três componentes e lhes é dado um brinquedo para cada uma e elas são deixadas à vontade para brincar. Após uns cinco minutos, reunimos a turma em círculo para iniciarmos os questionamentos.

PERGUNTAS

- O que faz a bolinha subir?
- O ar em movimento recebe um nome especial. Qual é esse nome?
- O ar em movimento tem energia. Alguém sabe o nome dela?

RELATÓRIO: Depois de aproximadamente uma hora as crianças já estão satisfeitas e podem ser divididas em grupos para a execução do relatório. Podemos pedir que na representação apareça a bolinha flutuando pela ação do ar. Representar movimentos através de desenhos é um bom desafio para as crianças.

PARA SABER MAIS: O movimento ascendente do ar soprado pelo canudo eleva a bolinha. Temos um bom exemplo de transferência de energia através do trabalho. Ao soprar o ar, a criança fornece a ele energia eólica (a energia do vento). Esta energia é transferida à bolinha na forma de energia cinética, a qual é armazenada na forma de energia potencial gravitacional. Quando paramos de soprar, paramos de executar o trabalho (transferência de energia), e a bolinha cai. O cesto garante que pequenos desvios na trajetória de queda da bolinha não a impeça de cair novamente sobre o

orifício por onde sai o ar soprado. Na figura 15 são ilustradas as flechas que mostram o movimento do ar em torno da bolinha.

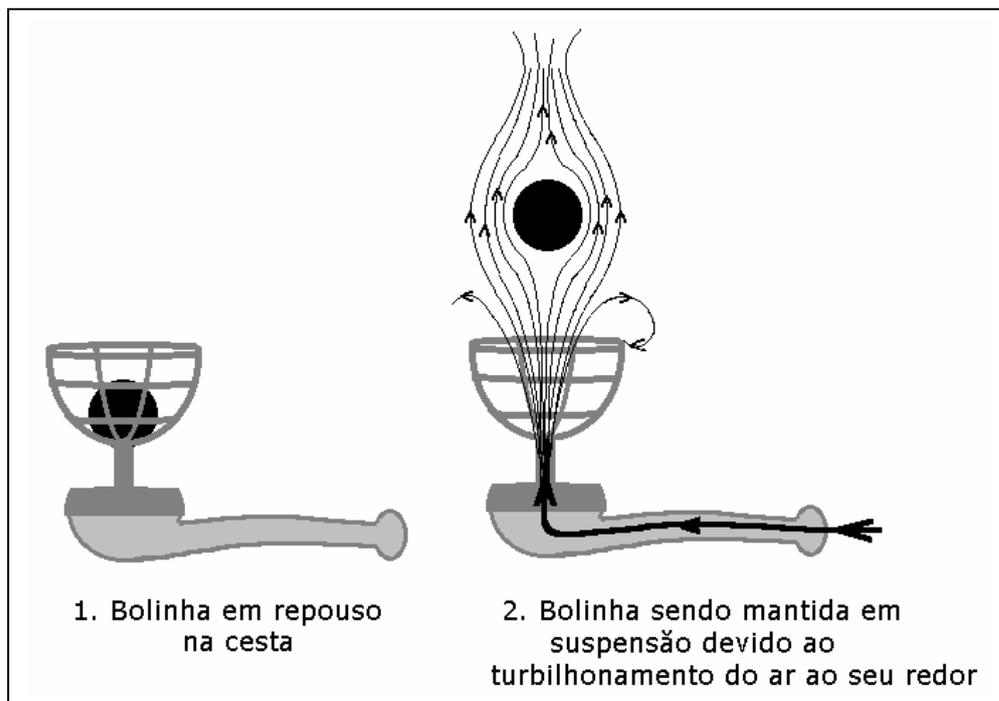


Figura 15. Representação do movimento do ar em torno da bolinha no brinquedo.

SUGESTÃO DE LEITURAS DE APROFUNDAMENTO:

Física Conceitual, Paul G. HEWITT, 9º ed. Porto Alegre: Bookman, 2002.

Física 1: Mecânica, do Grupo de Reelaboração do Ensino de Física. / GREF. 7º ed. – São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 2001.

Viscosidade, turbulência e tensão superficial, disponível em

<http://www.if.ufrj.br/teaching/fis2/hidrodinamica/viscosidade.html>

9. Língua-de-sogra

CONCEITO: A força do ar.

OBJETIVOS: Desejamos levar os alunos a

- experimentarem a força que o ar “soprado” para dentro do brinquedo exerce sobre ele;

- descobrirem o que faz o brinquedo voltar a enrolar-se quando se permite a saída do ar.

MATERIAIS: “Línguas-de-sogra”.

ATIVIDADES: As crianças são divididas em grupos de três componentes, recebem as “línguas-de-sogra” e são deixadas à vontade para brincar.

Após uns cinco minutos, a turma é reunida em círculo para iniciarmos os questionamentos.

PERGUNTAS:

- O que faz a “língua-de- sogra” esticar?
- Se nós furarmos o brinquedo, ele continua funcionando? Vamos experimentar?
- O que faz o brinquedo voltar a enrolar-se?

RELATÓRIO: Este brinquedo apresenta menos desafios para as crianças. Depois de pouco tempo elas já estão satisfeitas e podem ser divididas em grupos para a execução do relatório. Novamente qualquer forma de representação concreta é bem vinda, sejam desenhos, colagens e montagens diversas.

PARA SABER MAIS: Nesse brinquedo, a mola interna enrolada em espiral armazena energia potencial elástica quando é distendida. Observe-se a Figura 16.

Quando soprarmos ar para dentro do brinquedo, a pressão exercida pelo ar faz o canudo de papel inflar. A força exercida por ele compensa a força elástica, o que mantém a “língua” esticada.

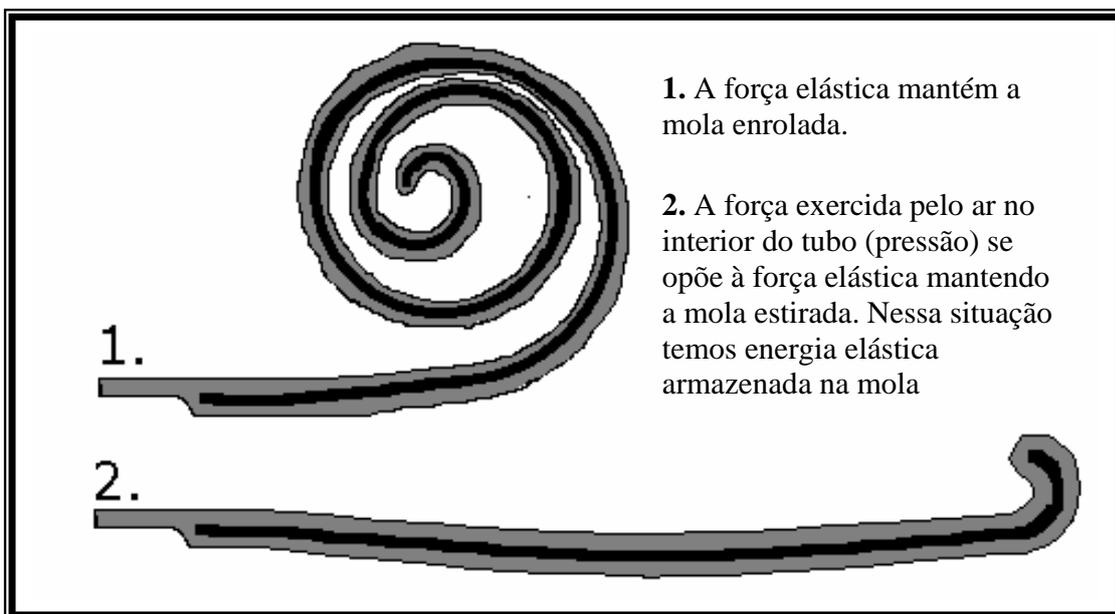


Figura 16. “Língua-de-sogra” em duas posições.

Quando paramos de soprar, a pressão do ar no interior do brinquedo cai até o nível da pressão atmosférica normal, e a força elástica da mola faz com que ela volte a se enrolar. Figura 16.

SUGESTÃO DE LEITURA DE APROFUNDAMENTO:

Ludofísica Pet Física, disponível em

<http://www.pet.dfi.uem.br/ludofisica/html>

10. Pára-quadras.

CONCEITO: Resistência do ar.

OBJETIVOS: Desejamos levar os alunos a

- perceberem que o ar oferece resistência à queda do pára-quadrista;
- descobrirem as melhores maneiras de brincar com o pára-quadras.

MATERIAIS: Saco plástico para lixo (de 30 litros), barbante e um pequeno brinquedo para simular o pára-quadrista.

Os pára-quadras são feitos com pedaços quadrados de plástico de 30 por 30 cm, quatro pedaços de barbante de 20 cm e um pequeno objeto qualquer com aproximadamente 100g de massa para simular o pára-quadrista. Observe a figura 17.

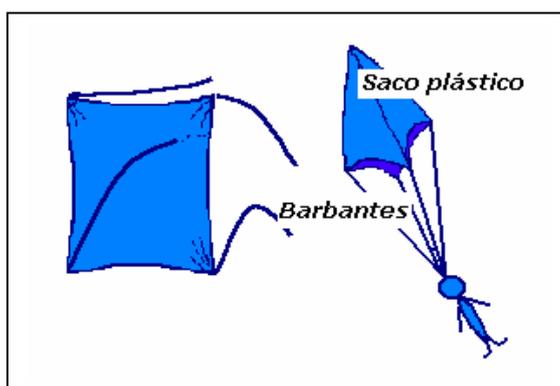


Figura 17. Detalhes da confecção do pára-quadras.

ATIVIDADES: Se dispusermos de bastante tempo, podemos montar os pára-quadras com os alunos, aproveitando para desenvolver neles a motricidade fina, a noção de medidas e a concepção de simetria. Caso contrário, podemos montar os pára-quadras com antecedência e levá-los para que as crianças apenas explorem as possíveis brincadeiras que os brinquedos oferecem.

A atividade deve ser feita no pátio. Após a distribuição dos pára-quadras, podemos indagar se alguém sabe o que é, ou para que serve, ou ainda o que podemos fazer com os brinquedos. Convém deixar que as crianças descubram qual a melhor forma de jogar o pára-quadras para que ele abra mais e caia mais devagar.

De experiências em experiências, descobrirão que, se dobrarmos o pára-quadras e o jogarmos verticalmente para cima, obteremos os melhores resultados.

Essa é uma atividade que absorve as crianças por muito tempo. Há várias alternativas a explorar e as crianças levam até uma hora experimentando. É bom termos pára-quadras de reserva, pois alguns se emaranham, de forma que é mais fácil substituí-los por outro e deixar para desembaraçá-los mais tarde.

PERGUNTAS:

- Por que o pára-quadrista desce devagar quando o pára-quadras está bem aberto?
- Por que o pára-quadrista deve ser bastante pesado? Se fosse leve, o brinquedo funcionaria?
- Na Lua não tem ar. O que aconteceria se tentássemos brincar com o pára-quadras na Lua?

RELATÓRIO: De volta à sala de aula, podemos formar uma roda com as crianças para discutirmos a brincadeira. Todas as opiniões devem ser ouvidas e aceitas.

Finda essa etapa, podemos pedir que as crianças dividam-se em pequenos grupos para a execução do relatório. Podemos insistir que elas representem o ar fazendo força em baixo do pára-quadras durante a queda, desenvolvendo-lhes a abstração, através da necessidade de representar algo que não se vê.

PARA SABER MAIS: A resistência do ar é a fricção que atua sobre algo que se move através do ar; é um caso muito comum de fricção em fluidos. Essa resistência do ar ao movimento de sólidos que o atravessam é um fator importante para o estudo do automobilismo e da aviação. Podemos chamá-la de resistência aerodinâmica. Tal resistência depende principalmente de dois fatores. O primeiro deles é a área frontal do objeto que se desloca, ou seja da quantidade de ar que ele desloca de seu caminho. O segundo fator é a rapidez do objeto em relação ao ar; quanto maior for esta rapidez, maior será o número de moléculas de ar nas quais o objeto colidirá por segundo, e maior a resistência ocasionada por estes impactos.

A forma dos automóveis é planejada para oferecer pequena resistência ao ar. Observe na figura 18 que, para três objetos de formas diferentes que se movem no ar com mesma velocidade, temos resistências diferentes. O disco, devido a sua forma, é que sofrerá a maior resistência.

A resistência do ar relaciona-se com a velocidade com que o corpo se move, da seguinte maneira: $R = k.v^n$, onde k é uma constante que depende de fatores como a forma do corpo, v é a

velocidade do corpo e n varia entre 1 e 2, para velocidades pequenas $n=1$ e para velocidades grandes $n=2$.

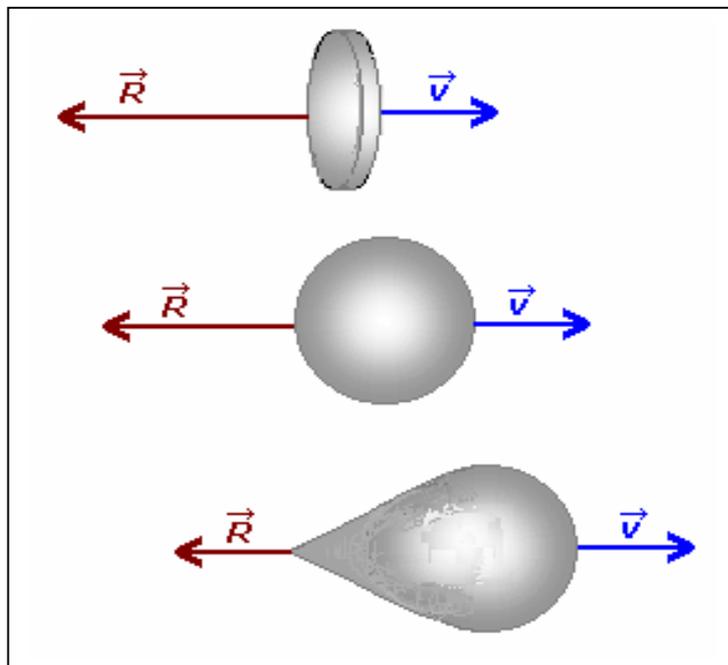


Figura 18. Resistência do ar para corpos de formas diferentes.

Vamos examinar um corpo que cai de uma grande altura. No início da queda, quando a velocidade é nula, não há resistência; à medida que a velocidade aumenta a resistência do ar também aumenta com a mesma intensidade. Em função disso, a força resultante sobre o corpo (resultado da subtração do peso do corpo e a resistência do ar) torna-se nula e o corpo cai com velocidade constante. A esta velocidade máxima chamamos de **velocidade limite**, e ela é atingida quando a força de resistência do ar torna-se igual ao peso do corpo.

Ainda examinando o movimento do pára-quedas, podemos lembrar que o ar exerce um *empuxo* que deve ser considerado. O empuxo é uma força vertical para cima aplicada por um fluido ao corpo nele submerso.

SUGESTÃO DE LEITURAS DE APROFUNDAMENTO:

Pára-quedas e resistência do ar, disponível em

http://www.seed.slb.com/pt/scictr/watch/skydiving/gravity_drag.htm

Pára-quedas, disponível em

<http://br.geocities.com/saladefisica7/funciona/paraquedas.htm>

Física Conceitual, Paul G. HEWITT, 9º ed. Porto Alegre: Bookman, 2002.

Por que os gatos se machucam mais quando caem do primeiro piso do que ao cair do 2º ou do 3º piso?, disponível em

<http://br.geocities.com/saladefisica2/curiosidades/gatos.htm>

11. Gira-hélice

CONCEITO: Energia cinética.

OBJETIVOS: Almejamos levar as crianças a

- observarem a transferência de energia entre o parafuso e a hélice.

MATERIAIS: Gira-hélice

ATIVIDADES: Para cada criança devemos ter um brinquedo, que é comprado em embalagens de 25 conjuntos. A distribuição é feita e as crianças são convidadas a brincarem no pátio. Não devemos ensinar diretamente como fazer a hélice voar. O desenvolvimento da cognição se dá mais eficazmente se as crianças descobrem em contato com os colegas quais são os “segredos” do brinquedo. Durante as brincadeiras já iniciamos as indagações para fazê-las refletirem sobre o assunto.

PERGUNTAS:

- O que faz a hélice girar?
- Se nós movimentarmos a roda lentamente, a hélice voa?

RELATÓRIO: Essa é mais uma daquelas atividades em que é difícil convencer as crianças a voltarem para a sala. Se for possível podemos deixar que levem para casa os brinquedos - isso em geral as acalma e diminui a ansiedade de terem que brincar (experimental) todas as possibilidades de uma única vez.

Uma vez elas estando mais tranquilas e poderem concentrar-se com mais facilidade, convidamos as crianças a fazerem o relatório da experiência, estimulando-as a representar o gira-hélice com todas as suas partes e com possíveis desenhos explicativos de como o divertimento funciona.

PARA SABER MAIS: Com a utilização desse brinquedo temos a transformação de energia cinética de translação (na roda) em energia cinética de rotação (na hélice). O componente responsável por tal transformação é o parafuso.

Observa-se na figura 19 os componentes do brinquedo. Ao erguer rapidamente a roda **R**, ela força a subida da hélice **H**, que é obrigada pelo parafuso **P** a girar enquanto se desloca ao longo deste. Ao chegar ao final do parafuso a hélice é liberada e girando se desloca pelo ar. Para que a hélice tenha velocidade de rotação suficiente para manter-se no ar por algum tempo, é necessário que a roda **R** seja deslocada rapidamente para cima. Quanto maior a rapidez de subida, maior a velocidade de rotação da hélice.

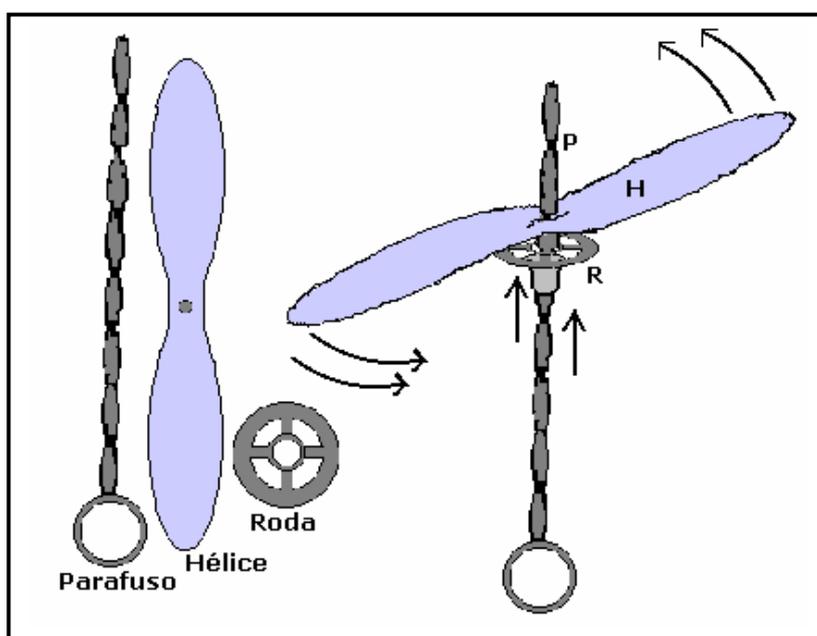


Figura 19. Componentes do gira-hélice e seu funcionamento.

SUGESTÃO DE LEITURAS DE APROFUNDAMENTO:

O Helicóptero, disponível em

<http://br.geocities.com/saladefisica7/funciona/helicoptero.htm>

Física Conceitual, Paul G. HEWITT, 9º ed. Porto Alegre: Bookman, 2002.

Física 1: Mecânica, do Grupo de Reelaboração do Ensino de Física. / GREF. 7º ed. – São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 2001.

O Giroscópio, disponível em

<http://br.geocities.com/saladefisica5/leituras/giroscopio.htm>

c) BRINCADEIRAS COM ÍMÃS

12. Ímãs

CONCEITO: Magnetismo e Força magnética.

OBJETIVOS:

- Observar o comportamento dos ímãs.
- Descobrir os pólos dos ímãs.

MATERIAIS: Ímãs, pequenos objetos metálicos ferromagnéticos e não-ferromagnéticos.

ATIVIDADES: A execução dessa atividade deve se dar na sala de aula com as crianças reunidas em grupos de três. Entregamos a cada grupo um conjunto de ímãs de diversas formas, pregos, parafusos, moedas, enfim, alguns objetos que podem ser atraídos pelos ímãs, assim outros que não podem. Deixados à vontade, os trios acabam descobrindo as propriedades magnéticas da matéria de forma natural.

PERGUNTAS:

- Todos os materiais são atraídos pelos ímãs?
- Todos os ímãs têm a mesma força; ou alguns são mais fortes?
- Os ímãs sempre se atraem?

RELATÓRIO: Pedimos às crianças que façam um relatório sobre o que fizeram com os ímãs. Podemos pedir explicações de seus desenhos, uma vez que esta brincadeira é difícil de representar.

PARA SABER MAIS: Os ímãs são corpos que possuem a capacidade de atrair o ferro e outros materiais. Tal propriedade é chamada de magnetismo e as regiões dos ímãs onde ela é mais intensa denominam-se pólos magnéticos. A palavra ímã vem do termo francês *aimant* que significa 'amante', referindo-se à propriedade de atrair que tais materiais possuem. Os ímãs sempre têm dois pólos e foi o engenheiro militar francês, Pierre Maricourt que, em 1269, denominou os pólos dos ímãs de *pólo norte* e *pólo sul*.

Os ímãs obedecem a algumas leis:

- a) Pólos magnéticos de mesmo nome se repelem e pólos de nomes diferentes se atraem.

- b) Não é possível separar os pólos de um ímã. Ao quebrarmos um ímã, cada fragmento comporta-se como um ímã completo com dois pólos.
- c) As regiões dos ímãs com maior poder de atração são os pólos.

Na Figura 20 temos alguns exemplos de ímãs de formas diferentes. Observe a maneira como são apresentados os pólos em cada formato.

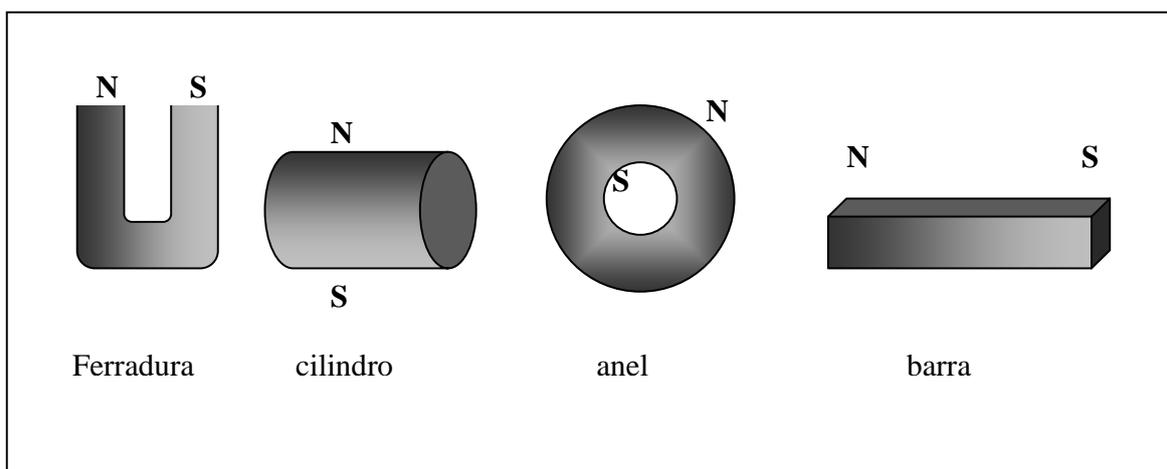


Figura 20. Diferentes formas de ímãs e a localização dos pólos magnéticos.

SUGESTÃO DE LEITURAS DE APROFUNDAMENTO:

Magnetismo, disponível em

<http://pt.wikipedia.org/wiki/Magnetismo>

Bússolas e Magnetismo, disponível em

<http://br.geocities.com/saladefisica7/funciona/bussola.htm>

Atividades Experimentais de Física para Crianças de 7 a 10 anos, de Carlos Schroeder. Em Textos de Apoio ao Professor de Física, V. 1, n.1, 2005. Instituto de Física da UFRGS.

Magnetismo, disponível em

<http://www.mundofisico.joinville.udesc.br/index.php?idSecao=8&idSubSecao=&idTexto=217>

CONCLUSÃO

Colega professor: se pelo menos uma das atividades propostas neste texto puder ser aplicada em sua turma de primeira série, podemos dizer que as mudanças já começaram, considerando-se que toda grande caminhada inicia com um primeiro passo. Depois de ser dado esse primeiro passo, a própria alegria das crianças ao realizarem as “brincadeiras” será o combustível para seguirmos adiante.

Mais importante que o professor dominar completamente os conceitos físicos trabalhados, é a sua atitude de respeitar todas as respostas das crianças. Nesse estágio do desenvolvimento delas, até mesmo as respostas mágicas devem ser relevadas e aceitas. Contudo, deve-se deixar claro que algumas respostas são mais adequadas que outras, porque explicam melhor o que foi observado.

Permitindo à criança que pergunte, questione, duvide e busque respostas, estaremos estimulando o seu gosto pela ciência.

Não devemos ter pressa. Lembremos que educação é um processo de longo prazo e quase sempre quem planta a semente não está presente na hora em que os frutos estão maduros e são colhidos.

Esperamos que este trabalho possa contribuir para a felicidade de nossas crianças e adolescentes. Afinal, aprender Física pode e deve ser um processo prazeroso.

BIBLIOGRAFIA

CARVALHO, Anna Maria Pessoa de *et al.* **Ciências no ensino fundamental. O conhecimento físico.** São Paulo; Ed. Scipione, 1998.

DULCÍDIO, Braz Júnior. **Física moderna: tópicos para o ensino médio.** Campinas; Companhia da Escola. 1º edição, 2002.

GASPAR, Alberto. **Física**, volume único. São Paulo: Ed. Ática, 2002.

Grupo de Reelaboração do Ensino de Física. **Física 1: Mecânica/ GREF.** 7º ed. – São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 2001.

HARLAN, Jean D.RIVKIN, Mary S. **Ciências na educação infantil. Uma abordagem integrada.** 7º edição. Porto Alegre; Artmed, 2002.

HEWITT, Paul G. **Física conceitual**, 9º ed. Porto Alegre: Bookman, 2002.

LEVINE, Shar, GRAFTON Allison. **Brincando de Einstein – Atividades científicas e recreativas para sala de aula.** 2º edição – Campinas: Papyrus, 1996.

Ludofísica Pet Física UEM.Disponível em<<http://www.pet.dfi.uem.br/ludofisica/ioio.html>> Acesso em março de 2006.

TORRES, Carlos Magno Azinaro. *et al.* **Física, ciência e tecnologia:** volume único. São Paulo; Editora Moderna, 2001.