
AS ATIVIDADES DE CONHECIMENTO FÍSICO: UM EXEMPLO RELATIVO À SOMBRA

*Maria Elisa Rezende Gonçalves
Anna Maria Pessoa de Carvalho
Faculdade de Educação – USP
São Paulo – SP*

Resumo

A idéia de sombra é utilizada na explicação de vários fenômenos freqüentemente abordados nas aulas de Ciências da escola primária (7 a 11 anos), como as fases da Lua, os eclipses, etc, e tal idéia é considerada como sendo já elaborada pelos alunos. No entanto o conceito de sombra não é algo trivial. Sua construção inicia-se pela idéia de sombra como sendo uma substância, (Piaget, 1934), passando a ser concebida como reflexo do objeto (Driver, 1989), para evoluir até aquela idéia que indica uma concepção da luz como algo que se movimenta no espaço.

Desenvolvemos uma atividade destinada a alunos entre 8 e 11 anos. A proposta básica é trabalhar a atividade como uma investigação em que os alunos deverão resolver o problema de fazer com que objetos de formas diferentes possam produzir sombras iguais.

Os resultados que obtivemos mostram, conforme Kamii (1986) que a ação da criança passa por nítidas etapas durante a resolução do problema por meio da experimentação: ela age para conhecer os objetos e obter os efeitos que deseja: tendo consciência de suas ações e das reações dos objetos, as relações causais podem ser estabelecidas, permitindo que os alunos possam desvincular a idéia de sombra da idéia de reflexo.

I. Introdução

Aprendemos com as pesquisas sobre conceitos espontâneos que as atividades a serem realizadas com os alunos devem levar em conta as suas idéias, visões de mundo, destrezas e atitudes. São as noções rudimentares e espontâneas que os estudantes já trazem consigo para as nossas aulas que nos guiarão no planejamento delas. Sabendo de antemão o que eles pensam a respeito de determinados fenômenos é que estaremos em condições de propor-lhes perguntas pertinentes à sua realidade e de interpretarmos suas respostas, dando-lhes, pois, possibilidade de se expressarem de fato.

A despeito da grande quantidade de estudos sobre conceitos espontâneos, os estudos científicos sobre as idéias dos sujeitos a respeito da formação de sombras são reduzidos. Piaget (1934) mostra que crianças de aproximadamente cinco anos, concebem a sombra como o resultado de uma colaboração ou de uma participação de duas fontes. Uma dela é interna, e as

crianças acreditam que a sombra emana dos objetos. A outra é externa. e explica que a sombra vem da noite, das árvores ou de um canto escuro do quarto. A sombra é percebida como uma substância que emana do objeto e que participa da noite, da escuridão. Numa etapa seguinte (6 ou 7 anos) a sombra é entendida como uma substância que emana do objeto somente. A participação de outras fontes é abolida, mas as crianças ainda não conseguem prever a orientação da sombra de um objeto em relação à fonte de luz. Crianças de aproximadamente 8 anos unem à previsão correta da orientação da sombra uma explicação análoga à das etapas anteriores. Apesar de explicarem que a sombra é produzida pela falta de luz, persiste o substancialismo, na medida em que a sombra continua a ser concebida como uma emanção, que foge da presença da luz e, por isso, é obrigada a se orientar do lado oposto à fonte luminosa. Uma quarta categoria inclui crianças de aproximadamente 9 anos, que fazem previsões e explicações corretas. Elas negam a possibilidade de os objetos terem sombra à noite, na ausência de luz. A sombra não é mais concebida como uma substância perseguida pela luz, mas ela se toma simplesmente sinônimo de ausência de luz.

Guesne (1989) também interroga alunos de 13 a 14 anos a respeito da sombra e de sua formação. As respostas encontradas assinalam a semelhança entre a forma da sombra e a do objeto, concebendo a sombra como uma “reflexão”. Os alunos confundem a luz com seus efeitos quando dizem que sombra (efeito) é uma “luz mais escura”. Muitos alunos não se referem à luz como entidade que se move no espaço, que “sai”, “percorre um espaço”, “atravessa”, “bate”, não podendo, assim, interpretar a formação da sombra em termos de um obstáculo que impede a passagem da luz.

Esse trabalho acrescenta um dado novo ao de Piaget, mostrando que para a explicação correta de sombra não é preciso apenas que o aluno perceba a necessidade da luz, mas tal explicação envolve também a concepção de luz que o aluno apresenta.

Feher e Rice (1988, 1992) encontram resultados muito semelhantes aos de Piaget e Guesne, trabalhando a idéia de formação de sombras com alunos entre 11 e 12 anos. Somente 25% destes estudantes têm a concepção clara de que a sombra é a ausência de luz. Em muitos deles persiste a idéia de sombra enquanto “algo” que apresenta características materiais como forma bem definida, capacidade de movimento e de ocupar lugar no espaço e suscetibilidade de ser empurrada. Uma idéia muito freqüente encontrada é a de que a sombra pertence ao objeto. Os alunos falam “sua”, “nossa” sombra ou sombra “dele”, sempre em termos possessivos. Não há nada de errado em se referir à sombra dos objetos, dizendo: sombra da árvore, sombra da casa, etc. O que os estudos sobre a noção de sombra nos mostram é que esta forma de expressão traduz em certos casos, a idéia de que a sombra pertence ao objeto, e sua formação só dele depende.

Esses estudos mostram que o modelo que os alunos apresentam para a formação de sombras é complexo, no qual as concepções de visão e de luz dos alunos representam um papel muito importante.

A noção de sombra é fundamental na explicação de fenômenos muito explorados pelo ensino formal e não formal de Ciências, tais como: a ocorrência do dia e da noite, as fases da Lua e os eclipses. Para isso é preciso que o aluno compreenda como uma sombra se forma: conceba a necessidade de uma fonte de luz para que exista a sombra e que a sombra estabelece-se num espaço tridimensional. Na verdade, para explicar a formação das sombras é necessário

buscar essencialmente relações geométricas espaciais. É preciso que a criança possa imaginar-se frente a um objeto e constatar que nesta posição a luz fica escondida, e então estabelecer de onde pode ou não ver a luz, ao movimentar-se em torno deste objeto.

Neste trabalho vamos mostrar uma atividade sobre sombras, realizada numa classe com crianças entre 8 e 10 anos. O objetivo deste artigo é mostrar que a ação dos alunos passa por nítidas etapas durante a experimentação. Segundo Kamii e De Vries (1986), diante de uma situação-problema, onde a criança tenha oportunidade de agir para resolver um problema proposto, o primeiro nível de ação da criança é conhecer os objetos e ver como eles funcionam. Em seguida a criança pode realizar com os objetos alguns efeitos desejados. Seguem-se as ações no sentido de ter consciência de como os efeitos foram produzidos e por último as explicações de suas causas. A hipótese é a de que alunos da escola primária são capazes de construir relações causais.

Tendo em vista os estudos de Piaget (1927), Guesne (1989) e Feher e Rice (1988, 1992) sobre a formação de sombras, e estando convencidas de que as crianças pensam ou são capazes de pensar muitas coisas a respeito desse fenômeno, desenvolvemos um experimento orientado pelas possíveis hipóteses que uma criança pode fazer acerca da relação entre sombra e objeto.

A hipótese de que a sombra depende unicamente de características do objeto, como sua cor ou forma, levou-nos a oferecer aos estudantes objetos de cores, dimensões e formas diferentes.

A hipótese da criança de que a sombra é sempre o “reflexo” ou o retrato do objeto, fez-nos pensar em um problema em que tal hipótese pudesse ser testada. No nosso experimento, as sombras são diferentes dos objetos.

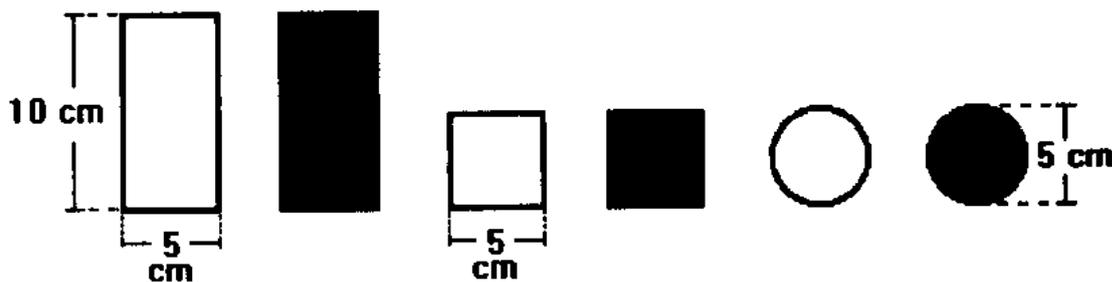
II. A atividade

Iniciaremos nossa atividade apresentando um problema que faça com que a criança se debruce em busca de uma solução, pois propor um ensino construtivista, mesmo para alunos jovens, supõe sempre pensar a aprendizagem como uma resolução de “situações problemáticas” de interesse dos alunos (Gil e Martinez Torregrosa, 1987; Wheatley, 1991). Do mesmo modo, Bachelard (1938) pensa que todo conhecimento é resposta a uma questão, e que “é justamente o sentido do problema que caracteriza o verdadeiro espírito científico”.

Descrevemos a seguir a questão proposta.

Recortamos em cartolina branca e preta, as seguintes figuras:





Este conjunto de recortes é entregue a cada grupo de duas crianças, e pede-se que resolvam o seguinte problema: obter sombras iguais entre si com dois recortes que julguem ser diferentes.

Há muitas soluções possíveis para este problema: usar o quadrado grande inclinado e o retângulo para obter sombras de projeções retangulares; erguer o círculo pequeno e manter o grande abaixado; inclinar totalmente o quadrado e o círculo para obter uma sombra linear, usar o quadrado pequeno e o retângulo inclinado para obter quadrados pequenos; inclinar o quadrado pequeno e o círculo grande e ao mesmo tempo erguer o quadrado, etc. Percebe-se que com qualquer combinação de dois recortes é possível obter sombras cujas projeções tenham formas iguais.

III. A análise da atividade desenvolvida na sala de aula

A atividade foi gravada em vídeo, numa sala de aula com lâmpadas incandescentes e vamos a partir de agora destacar alguns episódios ocorridos, em grupos distintos, indicando o tempo transcorrido a partir do momento em que as crianças tomam conhecimento do problema. Não estamos, portanto, acompanhando o trabalho de um grupo em particular, mas da classe como um todo. Uma descrição mais detalhada desta atividade, seguindo o trabalho de algumas crianças no seu grupo, da classe como um todo e das intervenções do professor, pode ser obtida em Gonçalves (1991).

As falas das crianças, entre aspas, são destacadas no texto pelo uso do tipo itálico. A análise da atividade é feita à medida que os dados são apresentados.

Minuto 2

As crianças dispõem os recortes sobre a cartolina branca que fornecemos.

Minuto 3

Juntam os retângulos branco e preto (formando um quadrado grande). Erguem este conjunto e um quadrado grande. Inclina um círculo grande e olham as “sombras”.

Podemos notar que a criança age no sentido de conhecer os recortes, fazendo sombras com eles. Estas ações, porém, ainda não indicam que o problema esteja sendo resolvido.

Minuto 4

Usam os círculos branco e preto pequenos. Olham a sombra.

Usam quadrado e círculo pequenos e pretos.

“Não!”

Minuto 5

Pegam quadrados grandes, branco e preto.

A criança parece não admitir a possibilidade de fazer uma sombra que não seja o “retrato” do objeto (Feher e Rice, 1988), isto é, uma sombra cuja forma seja diferente da forma do recorte de cartolina. A primeira solução, então, é usar recortes de mesma forma e tamanho, mas de cores diferentes.

Minuto 6

Uma das crianças pega o quadrado grande preto, e o retângulo branco e inclina parcialmente o quadrado.

Seu companheiro pega recortes muito semelhantes: o quadrado branco e o retângulo preto e inclina os dois (formando 90 graus com o chão), obtendo sombras lineares.

“Olha! Eu consegui fazer o quadrado e o retângulo terem sombra iguais!”

O grupo consegue duas soluções para o problema. É interessante observar que a partir dos mesmos objetos (mesma escolha de recortes) os estudantes de um mesmo grupo agem de tal modo que os resultados obtidos são diferentes. Isto nos indica que um aluno não copia simplesmente a ação do colega, ao mesmo tempo em que assinala a importância do trabalho em equipe nas aulas de Ciências. Como aponta Piaget (sem data, página 26): “Mesmo o que parece copiado é, na realidade, deformado e recriado”.

Ao romperem com a pseudonecessidade da sombra ter a mesma forma do recorte a resolução do problema abre-se para uma série de possibilidades (Piaget, 1985).

Minuto 7

Usam: a) retângulo branco e quadrado branco grande (o último parcialmente inclinado). As sombras têm projeções retangulares. b) quadrado branco pequeno e retângulo (o último parcialmente inclinado). As projeções são quadradas; c) quadrado e círculo brancos e pequenos, totalmente inclinados. As sombras se projetam como linhas.

Nas várias soluções mostradas, as crianças agem de modo análogo. A ação que realizam é inclinar os recortes, e elas fazem isto com muitos pares de figuras.

Para que consigam cada vez mais soluções diferentes as crianças terão que modificar a sua ação.

Minuto 11

Um aluno pega o círculo pequeno branco e o ergue, esticando seu braço ao máximo. Em seguida ergue-o de novo e mantém o círculo branco grande embaixo. Sorri.

“É quase igual. É mais clarinha”.

Apesar do número de soluções encontradas ter sido considerável esta classe de alunos não conseguiu fazer o quadrado e o círculo grande terem sombras iguais. Ora, a solução para tal problema pressupõe a coordenação de duas ações: inclinar as figuras e erguer a menor, o que não foi possível apesar do estímulo do professor que apresentou este “desafio” num determinado momento da atividade.

A partir do minuto 15, a classe se reúne em uma roda. As crianças contam o que fizeram e mostram as soluções que encontraram para o problema. É o momento de verificarmos se elas tomaram consciência de suas ações e das reações dos recortes de cartolina frente à luz. É o tempo da verbalização, das descrições que parecem não ter fim (todos querem contar o que fizeram, ainda que repitam o colega) e da busca de explicações. À medida que falam, mostram e tomam consciência. Esta aprendizagem tem por base uma relação interpessoal. “Precisamos dos outros (e os outros de nós) para descobrirmos e corrigirmos os erros e, em particular, precisamos daqueles que tenham crescido não só com idéias diferentes, mas também em ambientes distintos. O que também implica tolerância”. (Popper, 1989, p. 82 apud Santos e Praia, 1991).

Minuto 19

“A luz bate na gente e faz a sombra.”

“A luz bate na figura e bate no chão e aí aparece a figura.”

“Não, a figura tampa a luz.”

“Quando a gente tá andando, tá o Sol prá cá; quando o Sol bate na gente fica mais escuro (indica com a mão que a sombra está do lado oposto ao do Sol) onde a sombra tá que no resto. A gente tapa a luz e debaixo da gente fica escuro, a luz não passa.”

“Primeiro tá tudo escuro, não tem sombra nenhuma. Aí, a gente liga a luz, a gente tapa a luz e debaixo fica escuro, a luz não passa.”

Vai aumentando a complexidade das descrições e explicações que os alunos apresentam. Cada criança acrescenta um novo elemento à descrição de seu colega, tomando-a cada vez mais rica em detalhes. Parece ficar evidente o estabelecimento de uma relação entre luz e sombra: para obter uma sombra parece ser necessária a existência de uma fonte de luz na formação da sombra. A criança estabelece também relação entre as posições da luz e da sombra: a sombra está do lado oposto à fonte de luz.

Minuto 24

O professor conversa com a classe a respeito do que acontece com a nossa sombra quando saímos do Sol e vamos para debaixo de uma árvore.

“Some”

“Desaparece.”

“Some porque tem uma sombra maior.”

“A nossa sombra vai ficar dentro da outra sombra. Não aparece. Se uma sombra fosse branca e a outra preta ia aparecer.”

“Tá lá. mas não aparece.”

Minuto 25

“Fica, até que você sai e aí a sombra sai junto.”

“Não vai esquecer a sombra debaixo da árvore!” (Uma criança diz em tom de brincadeira).

“De jeito nenhum!”

Uma criança conta a estória de um desenho animado que viu na televisão: havia três fantasmas muito amigos. Um dia um deles resolveu dar um susto num veado. Ela contou que o veado saiu correndo e a sombra ficou parada, para trás. As crianças acham a estória divertida, riem muito, mas dizem que não tem jeito de fazer uma coisa dessas; só em desenho animado.

“Nem correndo bem depressa, nem segurando a sombra ela fica.”

Algumas destas falas indicam a permanência de uma concepção substancialista de sombra (Piaget, 1934). A sombra é “algo” que se mantém, que nos acompanha. A justificativa que o aluno apresenta para a sua crença de permanência da sombra no interior de uma outra é realmente muito interessante. Ele diz: “quando você sai a sombra sai junto”, como se a sombra pertencesse ao objeto (Feher e Rice, 1988). Aqui não se revela a necessidade de luz na formação da sombra.

Minuto 26

“A sombra não é nada. E só o reflexo do Sol que não consegue passar pela gente.”

Podemos interpretar esta frase como sendo uma negação do caráter substancialista da sombra. Dizer a sombra não é nada, significa em outras palavras afirmar que ela não é “algo” que se possa pegar. “É só reflexo ou a luz que não consegue passar indica também uma concepção da luz como “entidade no espaço”.

Perguntamos o que é preciso para ter uma sombra.

“A luz.”

“Lua também ilumina, muito menos que o Sol.”

“Vela.”

“Qualquer luz dá.”

Minuto 28

“O Sol quando bate na Terra, a Lua fica mais ou menos iluminada. Ai é lua cheia, lua nova...”

Um aluno diz que o pai já tentou mostrar como ocorrem as fases da Lua usando uma laranja, mas ele não se lembra mais como é.

Quando os estudantes não querem dizer mais nada e percebemos que as possibilidades de discussão estão se esgotando, pedimos a eles que façam um desenho. Dizemos que podem desenhar o objeto que quiserem, mas devem desenhar também a respectiva sombra.

Ao analisarmos os desenhos produzidos pelas crianças, observamos que algumas delas desenharam a sombra de um objeto, mas não localizam a presença de uma fonte de luz. Há também desenhos nos quais as sombras são coloridas.

IV. Conclusões

Na atividade que apresentamos, os alunos estiveram envolvidos em um clima de experimentação, pois eles tinham um problema intrigante a resolver, a possibilidade de agirem para testar as hipóteses que levantassem, permitindo a construção de relações causais.

Podemos verificar, conforme Kamii e De Vries (1986), que existem níveis na ação do aluno durante a resolução de um problema por meio da experimentação. As primeiras ações têm sempre o sentido de conhecer os objetos e ver como funcionam (minuto 3).

O problema é resolvido, na medida em que o aluno consegue fazer com que os objetos reajam da maneira que deseja e, para isto, é preciso que ele tenha consciência de suas próprias ações e das reações dos objetos. Além disso, resolver o problema que propomos significa realizar uma ruptura com a crença de que a sombra de um objeto tem sempre a sua mesma forma, tal qual numa fotografia. Ao romper com a pseudonecessidade de a sombra ter a mesma forma do objeto, a resolução do problema abre-se para uma série de possibilidades.

É senso comum almejar que o trabalho de Ciências na escola primária vise ao desenvolvimento, no aluno, da capacidade de observar e descrever fatos e fenômenos. Pudemos observar que os alunos com os quais trabalhamos construíram algumas relações e explicações causais sobre a necessidade da luz na formação das sombras. A etapa da explicação causal não é espontânea. É fundamental que o professor estimule a busca das explicações, pois a experiência,

concreta, colorida, divertida e espetacular, faz com que o aluno tenha dificuldade em abandonar o pitoresco da observação primeira e procure os porquês dos fenômenos.

O esforço de reflexão produziu muitos frutos. As crianças puderam comparar a situação discutida em classe com situações já vividas, ao se lembrarem do que tinham visto nos desenhos animados sobre sombras e também ao mencionarem fenômenos envolvendo a formação de sombras, como as fases da Lua, descritas por um aluno.

Uma atividade como esta, que orienta para a explicitação do pensamento infantil, é possível ser usada nas escolas. É preciso, porém, que o professor se prepare, de forma a permitir que seus alunos façam e falem mais do que ele próprio, e que também não tenha a tendência de evitar ou ocultar os erros dos alunos. É uma perspectiva pedagógica que traz para a sala de aula as idéias dos alunos e que acredita na sua progressiva capacidade intelectual.

V. Referências Bibliográficas

BACHELARD, G. **La formation de l'esprit scientifique**. Paris: Vrin, 1938.

FEHER, E.; RICE, K. Shadow and anti-images: children's conceptions of light and vision. II. **Science Education**, v. 72, n. 5, p. 637-649, 1988.

FEHER, E.; RICE, K. Children's conceptions of color. **Journal of Research in Science Teaching**, v. 29, n. 5, p. 505-520, 1992.

GIL PÉREZ, D.; MARTINEZ TORREGROSA, J. Los programas guía de actividades: una concreción del modelo constructivista de aprendizaje de las ciencias. **Investigación en la Escuela**, n. 3, p. 3-12, 1987.

GONÇALVES, M. E. R. **O conhecimento físico nas primeiras séries do primeiro grau**. 1991. 221p. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências modalidade física) – Instituto de Física, Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo, São Paulo.

GUESNE, E. La luz. **Ideas científicas en la infancia y la adolescencia**, Driver, R., Guesne, E., Tiberghien, A. Madrid: Ediciones Morata, 1989.

KAMII, C.; DE VRIES, R. **O conhecimento físico na educação pré-escolar**: implicações da teoria de Piaget. Porto Alegre: Artes Médicas, 1986.

PIAGET, J. **La causalidad física in el niño**. Madrid: Calpe, 1934.

PIAGET, J. **O possível e o necessário**: evolução dos possíveis na criança. Porto Alegre: Artes Médicas, 1985.

PIAGET, J. **A representação do mundo na criança**. Rio de Janeiro: record Cultural, (sem data).

SANTOS, M. E. V. **Mudança conceitual na sala de aula: um desafio pedagógico.** Lisboa: Livros Horizonte, 1991.

SANTOS, M. E. V., PRAIA, M. **Didática da Biologia.** Lisboa: Universidade Aberta, 1991.

WEATLEY, G. H. Construtivist perspectives on science and mathematics learning. **Science Education**, v. 75, n. 1, p. 9-21, 1991.