

ANÁLISE DO CONHECIMENTO PRÉVIO SOBRE FENÔMENOS ASTRONÔMICOS NA EDUCAÇÃO INFANTIL

ANALYSIS OF PRIOR KNOWLEDGE ON ASTRONOMICAL PHENOMENA IN CHILD EDUCATION

Laura Menezes Eskasinki Dummer¹, Márcia Maria Lucchese²,
Guilherme Frederico Marranghello³

¹ Universidade Federal do Pampa, Bagé-RS, lmedummer@gmail.com

² Universidade Federal do Pampa, Bagé-RS, marcia.lucchese@unipampa.edu.br

³ Universidade Federal do Pampa, Bagé-RS, guilherme.marranghello@unipampa.edu.br

Resumo: *O ensino de ciências na educação infantil conforme ARCE, et al (2011) desenvolve papel vital na formação da imaginação levando ao processo de criação tendo grande importância no processo pelo qual a criança passa de descobrir-se e descobrir o mundo ao seu redor. Baseado nesta afirmação foi desenvolvida uma pesquisa relacionada ao tema, com a turma de pré-escola de nível I, da Escola Municipal de Ensino Fundamental Fundação Bidart, no município de Bagé, Rio Grande do Sul – Brasil. O trabalho teve por objetivo traduzir e analisar a pesquisa realizada pelos autores Hüseyin Küçüközer e Ayberk Bostan em turmas de jardim de infância da Turquia, com crianças na faixa etária de 6 anos, a qual buscava verificar a percepção dos alunos em relação aos ciclos de dia-noite, estações do ano e das fases da Lua. A partir daí partiu-se para uma aplicação semelhante com os alunos do Brasil, em uma turma de pré-escola de nível I da educação infantil, com crianças na faixa etária de 4 anos, traçando o perfil dos resultados aqui obtidos em conjunto com os daquele país. Os dados foram coletados usando um semiprotocolo de entrevista individual estruturado. O resultado comparativo mostrou que as crianças da Turquia, embora apresentassem equívocos, apresentaram respostas para todos os questionamentos e instigações, enquanto que no Brasil, mostraram-se abstensivas a maioria dos questionamentos ou responderam equivocadamente, não demonstrando conhecimento prévio em relação a todos os ciclos da natureza trabalhados.*

Palavras-chave: Educação Infantil; dia-noite; fases da Lua; estações do ano.

Abstract: *The teaching of science in children's education, according to ARCE, et al (2011), plays a vital role in the formation of the imagination leading to the process of creation having great importance in the process by which the child goes from discovering himself and discovering the world around him. Based on this statement, a research related to the subject was developed, with the level I preschool class, of the Bidart Foundation Municipal School, in the city of Bagé, Rio Grande do Sul - Brazil. The objective of this work was to translate and to analyze the research carried out by the authors Hüseyin Küçüközer and Ayberk Bostan in Turkish kindergarten classes, with children in the 6-year age group, which sought to verify students' perceptions regarding day-night, of the phases of the Moon. From there, we started with a similar application with students from Brazil, in a pre-school class of level I of early childhood education, with children in the 4-year age group, outlining the profile of the results here obtained together with those from that country. Data were collected using a semi-structured structured interview protocol. The comparative result showed that the children of Turkey, although presenting misunderstandings, presented answers to all the questions and instigations, whereas in Brazil, most of the questions were abstemious or answered wrongly, not demonstrating previous knowledge in relation to all cycles of nature worked.*

Keywords: Child education; day-night; moon phases; seasons.

1 INTRODUÇÃO

Estudos relacionados ao processo de percepção e construção de alunos do ambiente apontam que os estudantes podem construir suas observações e experimentos em sua mente para ser correto ou incorreto. Modelos mentais que são construídos por estudantes e que contradizem fatos científicos são chamados "equivocos", "idéias alternativas", "ciência dos estudantes", etc. na literatura.

Os pontos de vista dos estudantes são afetados por experiências baseadas em participação direta ou observação, cultura, linguagem, explicações de professores e ferramentas educacionais (WANDERSEE, MINTZES e NOVAK, 1994).

Segundo Teixeira e Sobral (2010), o conhecimento prévio pode ser considerado como produto das concepções de mundo da criança, formuladas a partir das iterações que ela estabelece com o meio de forma sensorial, afetiva e cognitiva, ou, ainda, como resultado de suas crenças culturais e que, na grande maioria das vezes, são de difícil substituição por um novo conhecimento.

Conforme DeVries e Sales (2013), crianças diferentes formam ideias erradas diferentes. Professores que respeitam os esforços da criança para compreender suas experiências conseguem intervir de forma a criar possibilidades para as crianças corrigirem alguns equivocos. Quando as crianças observam fenômenos físicos que contradizem seus equivocos, elas têm a oportunidade de começar a mudar suas idéias.

Uma vez que os alunos da educação infantil geralmente não têm instruções sobre ciências e astronomia, eles obtêm os conceitos das experiências cotidianas, do seu diário de observações e de suas interações com os adultos (HANNUST e KIKAS, 2007).

Diversos estudos já foram realizados sobre os conhecimentos prévios de crianças, adolescentes e adultos acerca dos temas aqui abordados. Sobrera (2010) traz vários destes estudos, um deles comprova que as concepções espontâneas e os modelos mentais de alunos e professores sobre estações do ano, diferem dos modelos científicos adotados. Dentre os quais destacamos os trabalhos de Camino (1995) e Parker e Heywood (1998) que investigam justamente os conhecimentos relativos à ocorrência do dia e da noite, estações do ano e fases da Lua. Outros autores como Iachet e seus colaboradores (2008) realizaram pesquisas sobre as concepções alternativas de alunos do ensino médio sobre o fenômeno de formação das fases da lua, assim como Lino et.al (2014), traz na pesquisa astronomia na educação infantil: o estudo do dia e noite a partir do cotidiano. Avero (2017) desenvolveu uma sequência didática com o tema Sol identificando os fenômenos físicos que podem ser trabalhados na faixa etária de 3 a 4 anos.

O objetivo deste trabalho é analisar a pesquisa realizada por Hüseyin Küçüközer e Ayberk Bostan em turmas de jardins de infância da Turquia, a qual buscava verificar a percepção dos alunos em relação aos ciclos de dia-noite, estações do ano e das fases da Lua e, a partir daí, traçar uma pesquisa similar com 4 anos de idade, em uma turma de pré-escola de nível I do Brasil. Tal pesquisa justifica-se na medida que permite verificar o conhecimento prévio das crianças nesta faixa etária sobre esses fenômenos astronômicos. Esse conhecimento prévio será utilizado para o desenvolvimento de uma dissertação de Mestrado Acadêmico em Ensino para a Universidade Federal do Pampa. Este trabalho de mestrado, ainda em fase inicial, pretende avaliar a possibilidade de trabalhar os conceitos relativos a

dia e noite, fases da Lua e estações do ano, do ponto de vista da astronomia. Uma vez realizada esta pesquisa inicial, a etapa seguinte tem como objetivo avaliar a melhor forma de trabalhar estes conceitos.

Como metodologia foi usada uma abordagem qualitativa (entrevista) para entender e descrever as idéias dos alunos sobre conceitos astronômicos. A amostra foi composta por 25 alunos na faixa de 4 anos da Escola Municipal de Ensino Fundamental Fundação Bidart, no município de Bagé, Rio Grande do Sul – Brasil. Após esta coleta de dados foi feito um comparativo através de tabelas entre os resultados no Brasil e na Turquia, nas quais as respostas dos alunos foram divididas em categorias.

2 A PESQUISA NA TURQUIA

O trabalho de Küçüközer e Bostan foi realizado no ano de 2010 e teve como objetivo investigar as idéias dos alunos do jardim de infância no ciclo dia-noite, estações do ano e fases da Lua, onde as crianças não tinham nenhuma instrução formal de antemão, as opiniões dos alunos deveriam ser ideias ingênuas baseadas em auto-observações, experiências e suas famílias. O trabalho revelou pela primeira vez as visões dos estudantes de jardim de infância turcos em conceitos astronômicos, uma vez que não existiam pesquisas neste sentido.

A investigação usou uma abordagem qualitativa na forma de entrevista para analisar as ideias dos alunos sobre conceitos astronômicos. Segundo eles, métodos qualitativos foram usados porque eles têm a capacidade de entender e descrever melhor a compreensão dos estudantes sobre esses conceitos. A amostra foi composta por 52 estudantes de quatro jardins de infância de diferentes escolas localizadas no centro da cidade de Balıkesir na Turquia, sendo três delas escolas públicas e uma particular. Todos os alunos tinham seis anos de idade.

Ao preparar as perguntas da entrevista, os pesquisadores utilizaram idéias de alguns dos estudos da literatura, como Küçüközer (2007), Trumper (2001a) e Zeilik (1998) sobre o ciclo diurno, as estações do ano e as fases da Lua. Após a preparação, as questões foram verificadas por uma equipe de pesquisadores especialistas no estudo de Física e Astronomia para validade do seu conteúdo. Foram necessárias alterações sugeridas pelos especialistas para as questões que foram usadas durante as entrevistas para que se tornassem mais fáceis de entender para estudantes do jardim de infância.

As entrevistas individuais se deram em um ambiente relaxado e as entrevistas duraram quatro semanas, sendo cada uma com duração de 20 minutos. Durante as entrevistas aos alunos foram feitas as seguintes perguntas:

- Por que acontece o dia e a noite,
- Por que as estações ocorrem e,
- A Lua aparece crescente durante algumas noites, pela metade em outras e cheias durante algumas noites (as fases da Lua foram mostrando). O que você acha do que pode causar essas mudanças?

2.1 Ciclo dia-noite

Sobre o ciclo dia-noite 15 alunos (28,9%) ofereceram explicações cientificamente aceitáveis (a Terra gira em seu eixo) como o motivo do dia-noite. Dos alunos que deram a resposta correta, 8 declararam que aprenderam sobre o

tema com membros da família. As respostas de 57,7% de todos os alunos contradizem-se com fatos científicos. Entre as respostas erradas, a categoria mais frequente é o "movimento do Sol" com 10 alunos. Nesta categoria 4 alunos ofereceram a explicação de que, durante a noite, o Sol vai ao espaço e volta durante o dia, 2 estudantes acreditavam que o Sol gira em torno da Terra e, os outros 4 relataram que o Sol estava em um lugar onde era noite e mudou-se para outro lugar onde era dia. Outra categoria de resposta incorreta é sobre o movimento da Lua, na qual 7 alunos (13,5%) relataram que a Lua se move em direção ao lugar onde é noite e durante o dia e move-se novamente para outros lugares onde se torna noite. Cinco estudantes (9,6%) deram respostas que se enquadram na categoria "explicações religiosas". Eles são obviamente influenciados por suas crenças religiosas e disseram que o Deus criou o dia e a noite. Observaram-se 3 alunos (5,8%) na categoria "nuvem", que oferecem a explicação de que as nuvens causam a noite bloqueando o Sol. Um aluno disse que a Lua tem dois rostos onde durante o dia a Lua mostra o seu rosto branco, e durante a noite mostra o seu lado negro da cara. Na categoria "descrição de uma situação", 4 estudantes ligam o dia e a noite às ocorrências com a vida cotidiana, explicando que a noite ocorre para fazer as pessoas dormirem e o dia para fazê-los ir à escola.

2.2 Estações do ano

Com relação às estações do ano, embora os alunos tenham várias ideias sobre a mudança das estações, nenhum deles poderia oferecer uma explicação aceitável da inclinação no eixo da Terra como o motivo. A resposta mais frequente (21,1% dos alunos) é a de que a Terra gira em torno do Sol e assim as estações ocorrem. As respostas de 13 alunos (25%) caíram na categoria "vida centrada", sendo 10 deles oferecendo uma explicação de que as estações ocorrem para fazer crescer frutas e vegetais, que produzem em diferentes estações, outras 3 crianças disseram que eles acontecem para fazer o verão quente e o inverno frio. Na categoria "movimento do Sol" existem 9 alunos (17,3%). Eles supõem que a Terra está parada, e que o Sol gira em torno dela e explicam isso da seguinte maneira: "Enquanto o Sol gira em torno da Terra, qualquer lado em que o Sol se acende torna-se verão para desse lado, e inverno para o outro lado". Sete alunos (13,5%) cujas respostas pertencem à categoria de "nuvens" escolheram diferentes maneiras de explicar os efeitos das nuvens nas ocorrências das estações. Enquanto 4 deles disseram que as nuvens causam as estações ao bloquear a Sol, os outros 3 afirmam que nuvens escuras e de cor clara causam as estações. "A distância da Terra ao Sol" é outra categoria e apenas 2 alunos (3,9%) deram respostas que podem ser colocadas nesta categoria. Esses alunos pensaram que a Terra está mais perto do Sol durante o verão e mais longe durante o inverno. Na categoria "explicações religiosas", há 4 alunos (7,7%).

2.3 Fases da Lua

Sobre o ciclo as fases da Lua, mesmo os alunos que deram uma resposta correta não poderiam suportar seus argumentos com uma explicação científica. Com base nas respostas dos alunos é evidente que eles não conseguiram desenvolver um nível de compreensão completo. Setenta e três por cento dos alunos deram respostas erradas, e a categoria "movimento do Sol" tem a proporção mais alta de respostas erradas (8 alunos). Um aluno disse que, quando a Lua é crescente, o Sol está em outro lugar, e 2 deles disseram que quando o Sol se move para o lugar onde pode ver a Lua ela se torna cheia. Os 5 restantes argumentaram que a

localização do Sol muda a forma do Lua. A categoria "explicação religiosa" apresentou 7 alunos (13,5%). Na a categoria "nuvens" são 6 alunos (11,5%) que argumentaram que, formas diferentes as nuvens bloqueando a Lua fazem aparecer várias fases. Seis estudantes (11,5%) disseram que "há mais de uma Lua em várias formas" e explicou as fases da Lua com a aparência de uma dessas muitas Luas em noites diferentes. Um aluno disse que havia duas Luas: Uma em forma de banana, e a outra como uma bola de futebol, e eles saem em tempos diferentes. Na categoria dos "movimentos da Lua", 4 alunos (7,7%) assumem que a forma da Lua muda porque ela vai para um lugar diferente durante o dia. Um aluno disse que as fases da Lua mudam de acordo com as estações do ano.

3 A PESQUISA NO BRASIL

O trabalho teve por objetivo traçar um comparativo entre a pesquisa sobre o conhecimento prévio de fenômenos astronômicos na educação infantil, realizada na Turquia pelos autores Hüseyin Küçüközer e Ayberk Bostan no ano de 2010 e uma pesquisa semelhante realizada no Brasil em 2018. O trabalho partiu da tradução e análise do artigo turco intitulado "Ideias dos estudantes do jardim de infância sobre os ciclos dia-noite, as estações do ano e fases da Lua". A partir daí foi realizada uma pesquisa semelhante no Brasil através de entrevistas individuais, onde as crianças não tinham nenhuma instrução formal antes dos questionamentos e suas respostas deveriam basear-se apenas em conhecimento que já detinham.

Amostra foi composta de 25 alunos, na faixa etária de 4 anos, da turma de pré-escola de nível I da Escola Municipal de Ensino Fundamental Fundação Bidart, localizada no município de Bagé, Rio Grande do Sul – Brasil.

As perguntas utilizadas na entrevista foram as mesmas usadas na pesquisa de Hüseyin Küçüközer e Ayberk Bostan:

- Por que acontece o dia e a noite,
- Por que as estações ocorrem e,
- A Lua aparece crescente durante algumas noites, pela metade em outras e cheias durante algumas noites (as fases da Lua foram mostradas). O que você acha do que pode causar essas mudanças?

3.1 Ciclo dia-noite

Com relação ao ciclo dia-noite nenhum aluno apresentou uma explicação cientificamente aceitável sobre o fenômeno, ou seja, de que a Terra gira em torno do seu eixo, mas mesmo assim a maioria propôs a sua própria teoria. As respostas dos alunos foram divididas em categorias para uma melhor análise. A primeira categoria relaciona-se com o "movimento do Sol" é composta por 12 alunos (48%), destes, 2 estudantes disseram que o Sol entra no chão quando anoitece e os outros 10 alunos afirmaram simplesmente que é dia quando o Sol nasce e é noite quando o Sol se põe. A segunda categoria se relaciona com "confusão entre Sol e Lua", onde 3 alunos (12%) afirmam que é dia quando a Lua nasce, mostrando a confusão entre o Sol e a Lua. Terceira categoria diz respeito à "explicação religiosa", onde 1 aluno (4%) afirma que o dia e a noite existem porque são criados por Deus. Na quarta categoria denominada "descrição de uma situação", 1 discente (4%) relata que é dia quando o galo canta e noite quando tem trovão e chuva. Na quinta categoria "nenhuma explicação", 8 estudantes (32%) não souberam explicar como se dá o dia

e a noite. Quando questionados quanto à origem do conhecimento sobre os fenômenos, as respostas mais frequentes foram o aprendizado no grupo familiar, na própria escola e nos desenhos animados.

3.2 Ciclo estações do Ano

A respeito deste fenômeno já era esperada uma baixa probabilidade de crianças da faixa etária de 4 anos apresentarem uma explicação aceitável com relação a inclinação do eixo da Terra como motivo de origem das estações do ano, o que se confirmou após as entrevistas, no entanto alguns apresentaram respostas que novamente foram divididas em categorias. As respostas mais frequentes ficaram concentradas na categoria “vida centrada”, na qual 5 alunos (20%), afirmam que as estações acontecem para fazer o verão quente e o inverno frio. Na segunda categoria “descrição de uma situação”, 2 alunos (8%), relacionaram as estações do ano à situações cotidianas citando, por exemplo, que o inverno tem vento, o verão é sem vento, relacionam o outono à montanhas e a primavera à férias. A terceira categoria é “explicação religiosa”, que teve 3 alunos (12%) relacionando o fenômeno à ação divina. Na categoria “nenhuma explicação”, 15 discentes (60%) não souberam explicar como se dá o fenômeno.

3.3 Ciclo fases da Lua:

Nos questionamentos envolvendo as fases da Lua, novamente os alunos mostraram que não possuem conhecimento prévio suficiente sobre este fenômeno para descrever e entender o movimento da Lua em torno da Terra. A categoria que mais obteve respostas foi a de que “a Lua não muda de fase”, que foi recebida como a resposta de 9 estudantes (36%). A categoria “muda porque as pessoas querem”, recebeu 5 respostas (20%), onde os alunos afirmaram que a Lua poderia ser mudada pela ação do homem e que chegaria até ela de foguete. Na terceira categoria 3 crianças (12%) afirmaram que “há mais luas no céu” e que cada uma delas possuiria uma forma diferente, relacionando essas formas com uma pista de skate, bola, imã e banana. A quarta categoria relaciona as fases da Lua à “explicação religiosa”, 2 estudantes (8%) afirmaram que Deus determina as estações do ano. Na última categoria “nenhuma explicação”, 6 alunos (24%), não souberam responder as perguntas.

4 RESULTADOS

Após tradução e análise do artigo turco, bem como a obtenção dos dados da pesquisa no Brasil, o resultado é apresentado resumidamente com a apresentação de tabelas, que trazem as respostas desenvolvidas pelos alunos, divididas por categorias e por fenômeno questionado, permitindo a comparação entre os trabalhos nos dois países. A Tabela 01 apresenta os dados do ciclo dia e noite.

Tabela 1: Ciclo dia e noite

TURQUIA			BRASIL		
Categoria	Alunos	%	Categoria	Alunos	%
Terra gira em torno do eixo	15	28,9	Movimento do Sol	12	48
Movimento do Sol	10	19,2	Confusão entre Lua e Sol	03	12
Movimento da Lua	07	13,5	Explicação religiosa	01	04

Explicação religiosa	05	9,6	Descrição de uma situação	01	04
Nuvens	03	5,8	Nenhuma explicação	08	32
Lua com dois rostos	01	1,9			
Descrição de uma situação	04	7,7			
Nenhuma explicação	03	5,8			
Sem classificação	04	7,7			

A Tabela 02 mostra os dados referentes ao ciclo de estações do ano, também dividida por categoria de resposta e fenômeno, permitindo um comparativo entre os resultados.

Tabela 2: Estações do ano

TURQUIA			BRASIL		
Categoria	Alunos	%	Categoria	Alunos	%
Terra gira em torno do Sol	11	21,5	Vida centrada	05	20
Vida centrada	13	25	Explicação religiosa	03	12
Movimento do Sol	09	17,3	Descrição de uma situação	02	08
Nuvens	05	13,5	Nenhuma explicação	15	60
Explicação religiosa	04	7,7			
Distância Terra/Sol	02	3,9			
Nenhuma explicação	4	7,7			
Sem classificação	2	3,9			

O resultado dos questionamentos sobre as fases da Lua nas pesquisas dos dois países é trazida na Tabela 03.

Tabela 3: Fases da Lua

TURQUIA			BRASIL		
Categoria	Alunos	%	Categoria	Alunos	%
Lua gira em torno da Terra	04	7,7	Lua não muda de fase	09	36
Movimento do Sol	08	15,4	Porque as pessoas querem	05	20
Explicação religiosa	07	13,5	Há mais de uma Lua	03	12
Nuvens	06	11,5	Explicação religiosa	02	08
Há mais de uma Lua	06	11,5	Nenhuma explicação	06	24
Movimento da Lua	04	7,7			
Porque as pessoas querem	03	5,8			
Conforme as estações	03	5,8			
Estrelas se juntam	01	1,9			
Nenhuma explicação	06	11,5			
Sem classificação	04	11,5			

Podemos observar que, de um modo geral, a turma de educação infantil do Brasil apresentou um conhecimento prévio inferior sobre os fenômenos astronômicos estudados. Este resultado já era esperado, considerando a diferença da faixa etária trabalhada, assim, esse quadro não é um comparativo em seu sentido mais tradicional, mas sim, no sentido de traçar um perfil do conhecimento prévio das crianças de 4 a 6 anos de idade.

Na tabela 01 vemos que somente nos questionamentos sobre o ciclo de estações do ano não se obteve respostas aceitáveis sobre a origem do fenômeno, ou seja, a inclinação do eixo da Terra. Na Tabela 02 observamos que em todos os questionamentos sobre os ciclos dia-noite, estações do ano e fases da Lua não foram obtidas respostas cientificamente aceitáveis que pudessem explicar os fenômenos.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Uma vez que os alunos de educação infantil abordados nas duas pesquisas não tiveram instruções sobre assuntos relacionados a astronomia na escola, as idéias que eles desenvolvem são baseadas em suas próprias percepções do meio em que vivem, sendo assim as respostas dos alunos às perguntas na entrevista refletem como elas percebem os eventos e o mundo que os rodeia. Nas suas explicações, eles clarificaram como percebem os fenômenos por meio de suas observações. Ambos estudos revelaram que os estudantes da educação infantil têm várias idéias, a maioria dos quais não são aceitos como cientificamente precisos sobre os assuntos do dia e noite, as estações do ano e as fases da Lua.

O objetivo principal deste estudo, que era a comparação entre os trabalhos de pesquisa desenvolvidos no Brasil e na Turquia e a visualização do conhecimento prévio da turma de educação infantil investigada, foi alcançada embora haja diferença nos resultados das duas pesquisas.

Essa pesquisa se mostrou de grande valia, uma vez que permitiu avaliar o conhecimento prévio que as turmas de educação infantil possuíam sobre os fenômenos astronômicos questionados. Tal conhecimento prévio está sendo usado como ponto de partida para o desenvolvimento de novas pesquisas, como por exemplo, a construção de uma sequência didática para a educação infantil envolvendo a astronomia.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ARCE, A.; SILVA, D.A.S.M.; VAROTTO, M. Ensinando **Ciências na Educação Infantil**. Campinas. Alínea, 2011.
- DEVRIES, R.; SALES, C. **O ensino de Física para Crianças de 3 a 8 anos. Uma abordagem construtivista**. Porto Alegre: Pensa, 2013.
- HANNUST, T.; KIKAS, E. Children's Knowledge of Astronomy and Its Change in Course of Learning. **Early Childhood Research Quarterly**, 22(1), 89-104, 2007.
- KÜÇÜKÖZER, H. e BOSTAN, A. Ideas of kindergarten students on the day-night cycles, the seasons and the Moon phases. **Journal of Theory and Practice in Education**. Balikesir, Turquia, 2010.
- TEIXEIRA, F. M.; SOBRAL, A. C. M. B. Como novos conhecimentos podem ser construídos a partir dos conhecimentos prévios: Um estudo de caso. **Ciência e Educação**, v.16, n.3, Pp667-677, 2010.

WANDERSEE, J. H.; MINTZES, J. J.; NOVAK, J. D. **Research on Alternative Conceptions in science.** In D. Gabel (Eds.) Handbook of Research on Science Teaching and Learning: A Project of the National Science Teachers Association (pp. 177-210). New York: Macmillan, 1994.