
CONCEITOS ESPONTÂNEOS DE CRIANÇAS SOBRE FENÔMENOS RELATIVOS À LUZ: ANÁLISE QUALITATIVA

Silvia M. Goulart

SME/RJ, Projeto Fundação Física – UFRJ, Rio de Janeiro – RJ

Elisa C. N. Dias

Projeto Fundação Física – UFRJ, Rio de Janeiro – RJ

Susana L. De Souza Barros

Instituto de Física – Projeto Fundação Física – UFRJ, Rio de Janeiro – RJ

I. Introdução

Estudamos as representações espontâneas de crianças sobre fenômenos relativos à luz e seus modelos de visão em Escolas Públicas do Ensino Fundamental do Rio de Janeiro. A pesquisa foi padronizada através de uma entrevista, composta por um conjunto de questões-chave e atividades concretas correlatas, de acordo com método piagetiano, na qual a criança era incentivada a analisar uma seqüência de situações que caracterizavam determinados fenômenos.

II. Proposta da pesquisa

Nossa proposta foi trabalhar com crianças nos primeiros anos de escolaridade, levantando informações sobre a linguagem que elas empregam para explicar fenômenos físicos do cotidiano e desenvolver uma metodologia apropriada para que os professores possam utilizar os resultados decorrentes desse estudo, antes de iniciar a sua prática. Para isto, as representações espontâneas de crianças sobre fenômenos relativos à luz e seus modelos de visão, foram investigadas em três escolas.

III. Amostra, instrumentos e metodologia

As escolas selecionadas para participar da pesquisa, que atendem a uma clientela diversificada, foram as seguintes:

ESCOLAS	NÚMERO P/SÉRIE	CLASSE SOCIAL	NÍVEL INSTRUÇÃO DOS PAIS	IDADE MÉDIA	CONSERVAÇÃO	
					Nº %	MASSA %
Esc. Exp. Aplicação	10	média alta	superior	6-10	94	76
Escola Pública	10	média baixa	médio/primário	7-13	53	33
Escola Pública	10	pobre	primário/semi-analfabeto	7-13	53	33

Em cada uma das escolas foram entrevistadas dez crianças de cada uma das séries, representativas dos alunos do quartilho superior e do quartilho inferior da série. Ao todo, foram entrevistadas 80 crianças de Escolas Públicas no primeiro segmento do Ensino Fundamental, a maioria entre 7 e 10 anos – com alguns casos fora deste intervalo – pertencentes a famílias da classe de trabalhadores e 40 crianças de uma Escola Pública Experimental, cujas idades variavam entre 6 e 10 anos, pertencentes a famílias da classe de profissionais liberais.

O questionário padronizado foi desenvolvido após um estudo inicial realizado com crianças, aplicando algumas das questões básicas propostas por Guesne⁽¹⁾. Entrevistas preliminares indicaram a necessidade de concentrar os estudos em poucos objetivos e introduzir o vocabulário específico da criança, empregado em suas respostas durante o estudo piloto. A versão final do questionário padronizado foi alcançada após vários testes.

O método empregado na obtenção de dados consistiu basicamente de entrevistas individuais, com duração de cerca de 30 minutos. Estas entrevistas foram realizadas em duas etapas: diretiva e não-diretiva.

Na parte diretiva uma situação de laboratório é apresentada à criança e, depois de permitir manuseio e observação para satisfazer a curiosidade do aluno, é feito um conjunto de perguntas: padronização da entrevista (Quadro 1).

A parte não-diretiva das entrevistas é feita apresentando à criança os mesmos fenômenos e perguntando como ela o explicaria. Este tipo de entrevista faz com que o estudante diga o que pensa e apenas o encoraja a continuar. Ou

seja, o diálogo é construído com o mínimo de linguagem verbal por parte do entrevistador.

Cada criança foi entrevistada pelos dois processos, e em ambos foi solicitado o uso de diagramas e desenhos por parte dos alunos.

Os entrevistadores trabalharam em pares, um observando e tomando notas enquanto o outro conduzia a entrevista. O treinamento clínico dos entrevistadores foi feito sob a orientação de um especialista na psicologia de Piaget.

Desde que o objetivo do presente estudo é conhecer as idéias e a linguagem das crianças sobre um conjunto particular de fenômenos, recorremos à classificação usada por Piaget⁽²⁾ (Apêndice A – Classificação Piagetiana) para classificar as respostas dadas pelas crianças quando questionadas sobre o “mundo natural”.

As noções investigadas foram as seguintes: 1) natureza da luz; 2) propriedades da luz: cor, trajetória, velocidade de propagação; 3) relação dos três fatores intervenientes no processo de visão: fonte, receptor, objeto – reflexão difusa por objetos opacos; 4) reflexão da luz e 5) reflexão, transmissão e absorção da luz branca – com o uso de filtros – e as cores.

As questões, as atividades, os materiais e o questionário-padrão para este estudo são apresentados no Quadro 1. De modo a obter informações sobre “como as crianças explicam o processo de visão”, um segundo instrumento foi usado no fim da entrevista. Uma seqüência de situações de exemplo (Fig. 1) foi mostrada às crianças: a) luz solar iluminando a cena; b) idem, mas a luz chega indiretamente na criança, colocando-se um anteparo P e c) mesmo quadro, com ausência de luz, colocando-se um anteparo “tapando” o Sol.

Foram propostas as seguintes questões:

1. Descreva o que você vê no quadro A.
2. A criança veria o Sol no quadro A?
3. A criança veria o Sol no quadro B?
4. A criança veria o Sol no quadro C?
5. Mostre-me como a criança vê/não vê a árvore no quadro: A, B, e C, por meio de linhas, movendo seus dedos sobre o desenho.

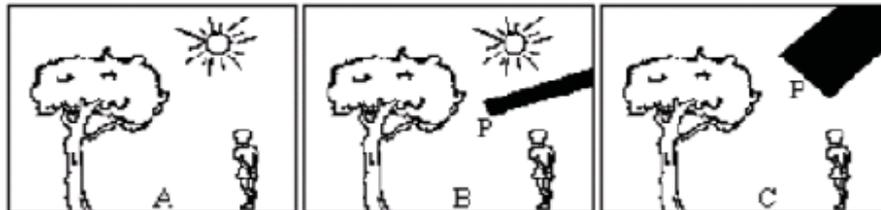


Fig. 1 - Seqüência de situações utilizadas para investigar os modelos de visão da criança.

Quadro 1 – Padronização da entrevista

Objetivos	Materiais Utilizados	Perguntas-chave
Verificar o conceito de luz: natural/artificial.		De onde ela vem? Quais são as luzes que você conhece?
Verificar reconhecimento fonte primária e secundária no processo de visão.	Caixa com alguns objetos e lanterna: a) apagada, b) acesa. Desenho com três seqüências de situações.	O que você precisa para ver objetos na caixa? Como o menino vê a árvore? Mostre em cada caso.
Verificar interação da luz incidente sobre diversos materiais.	Feixe de luz incidente em: a) vidro liso transparente; b) pedaço de papel.	A luz vem de onde? Onde chega? Como ela vai? Para onde vai após chegar aqui?
Verificar explicação do efeito de interposição de filtros no feixe de luz.	Feixe de luz incidente em um anteparo branco. Interposição de um filtro. Interposição de dois filtros.	O que acontece com a luz quando ela chega no anteparo? Onde estava a luz colorida antes de chegar no filtro? Como você acha que a nova cor aparece quando você coloca dois filtros juntos?
Verificar reconhecimento da reflexão por espelho plano.	Espelho plano, anteparo e feixe de luz intenso.	Como a luz chega no anteparo? Mostre. Faça a luz chegar aqui (um ponto qualquer do anteparo).

Verificar explicação formação de imagens num espelho plano.	Espelho plano, dois objetos iguais.	Quantos ____ você vê? Onde você vê? Aponte. Com este outro ____ marque o lugar onde você vê o ____.
---	-------------------------------------	---

IV. Análise Qualitativa dos Protocolos

Apesar do fato de que as entrevistas foram gravadas, foi decidido usar as informações dos manuscritos para as análises finais, comparando as notas com a gravação para evitar possíveis omissões. Desde que não era nosso objetivo inicial quantificar resultados, mas, conhecer o pensamento das crianças para explicar fenômenos relativos à luz, que linguagem elas usam e o quanto consistentes elas são em seus esquemas lógicos, decidimos utilizar o método de análise qualitativa, como discutido por Bliss et alii⁽³⁾. Assim, foi possível analisar uma grande quantidade de dados qualitativos, organizados em categorias representativas, de forma clara e objetiva, obtendo informações mais detalhadas. Desde que não existam esquemas prontos, a análise da rede montada serve basicamente à proposta da presente pesquisa e pode não ter generalizações.

A rede, como mostrada na Fig. 2, representa a interpretação científica dos protocolos, mostrando em grau de delicadeza crescente as respostas das crianças. As percentagens indicadas em cada linha representam o índice de respostas obtidas em cada categoria. Nossos dados não mostram uma classificação diferenciada de respostas em função da idade ou meio social.

Algumas respostas, como mostrado na rede, têm uma frequência e uniformidade mais alta, que pode ser uma indicação das respostas liberadas e/ou espontâneas (Apêndice A). Faremos alguns comentários sobre elas e compararemos nossos resultados com aqueles obtidos por outros pesquisadores do campo:

1) a luz tem diferentes propriedades de acordo com a sua origem; o vocabulário correspondente é diferenciado. Luz natural, que a maioria das crianças associa com origem solar, é chamada “claridade” por praticamente todas as crianças; é boa para a vida, para brincar, etc. Luz artificial é relativa à “luz-energia” e é útil em casa, para ler, etc. Estes dois conceitos estão separados na mente da criança;

2) reflexões especulares – a maioria das crianças está familiarizada com espelhos desde pequena. Muitas delas reconhecem que a reflexão no espelho muda a direção do feixe de luz. Elas estão familiarizadas com o fato de que, de maneira a localizar uma mancha de luz em uma dada posição no anteparo, elas

podem mover o espelho ou a lanterna – um ou outro. Cerca de 50% das crianças entendem a reversibilidade do caminho da luz. Por outro lado, nas condições em que a pesquisa foi realizada, com entrevistadores “neutros” (2), isto é, que não são familiares às crianças, somente cerca de 10% delas localizam a imagem de um objeto atrás do espelho; a maioria localizou a imagem na superfície do espelho. Quando os entrevistadores são pessoas familiares à criança, a proporção de indivíduos que se atrevem a localizar a imagem atrás do espelho cresce entre as crianças mais velhas (em torno de 9 anos);

3) luz branca/luz colorida – a explanação da mancha de luz colorida, produzida interceptando com um filtro um feixe de luz branca, é a questão onde nós detectamos a dependência com a idade. Enquanto nas crianças mais jovens a cor é criada pelo filtro, as crianças mais velhas mostram a idéia de que “alguma coisa já estava lá dentro...”, indicando a luz vinda da fonte, e depois passando através do filtro “...alguma coisa acontece e fica azul”. Esta resposta pode ser a indicação de conservação no grupo mais velho;

4) os modelos do conceito de luz (Fig. 2) são por si mesmos explicados. Pesquisas no campo dos conceitos espontâneos têm sido feitas com crianças mais velhas⁽⁴⁾. As ferramentas de Guesne⁽⁵⁾ são totalmente similares às nossas com respeito a luz “atravessando o espaço”. Poucas crianças reconhecem este aspecto, estando a luz “dentro” da fonte ou “no objeto”; nós freqüentemente obtivemos respostas como: “... a luz está aqui...”.

Lígia, 7, 5 anos, deu a seguinte resposta, que nós transcrevemos do protocolo:

Entrevistador: “Existe luz entre a lâmpada e a mesa?”

Lígia: “Não, ela está aqui (fonte) e lá (mesa) ao mesmo tempo...”

“... Deixa eu pensar... me dá um pedaço de papel...”

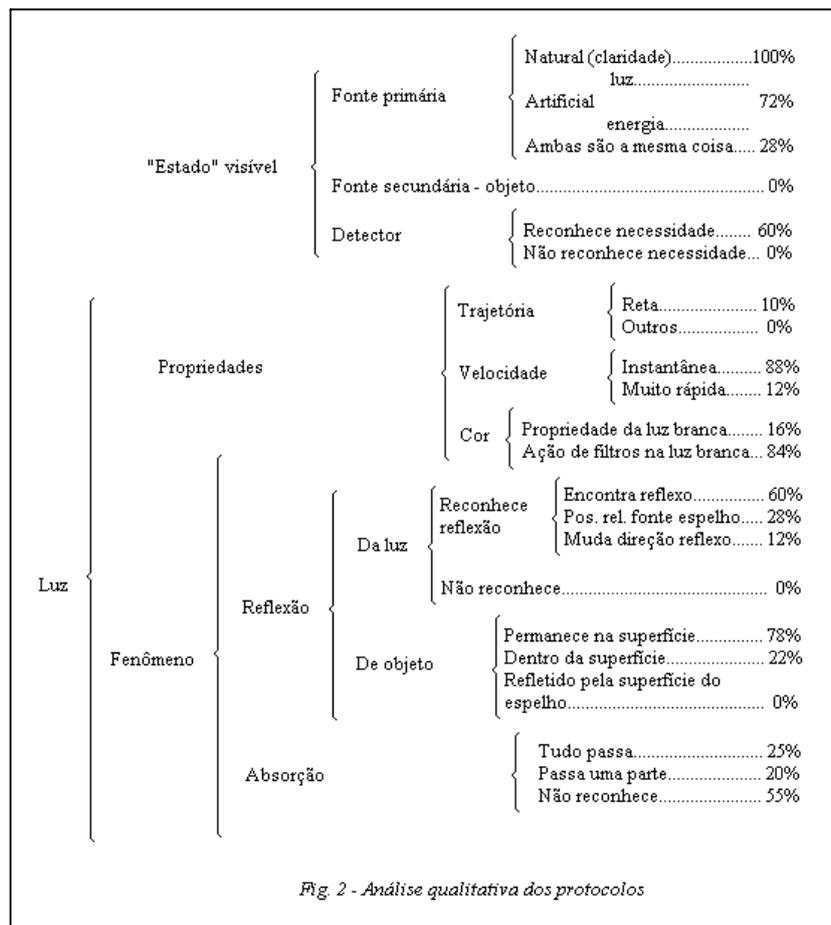
A seguir, ela testou o caminho dos raios de luz movendo o pedaço de papel entre a fonte e a mesa e comentou: “... sim, existe luz entre a lâmpada e a mesa, mas eu não posso ver porque ela pode ir muito rápido...”

Foi também observado que muitas crianças entendem reflexão como luz sendo reenviada pelo espelho; elas não reconhecem que objetos opacos ordinários “reemitem luz”, o que corresponde a outros resultados obtidos em estudos similares^(6,7). Em contrapartida, os testes de conservação de número e de massa demonstraram resultados diferenciados em função do meio social. Em função da idade, nossos dados demonstraram que a conservação do número nas crianças entrevistadas ocorre em torno dos sete anos de idade, e a conservação de massa, em torno dos dez anos.

A classificação das respostas registradas que evidenciam os modelos de visão das crianças – obtidas através do uso dos desenhos (Fig. 1) – é mostrada na forma de um diagrama de rede na Fig. 3.

Os modelos (1), (2) e (3) estão fortemente associados com o olho, como se somente fosse necessário ter olhos para ver; por isto foram denominados “modelo olho”.

Os modelos (4) e (5) são relativos ao Sol, como se bastasse haver luz solar para se ver; foram rotulados de “modelo Sol” enquanto a interpretação correta (6) é o “modelo físico”.



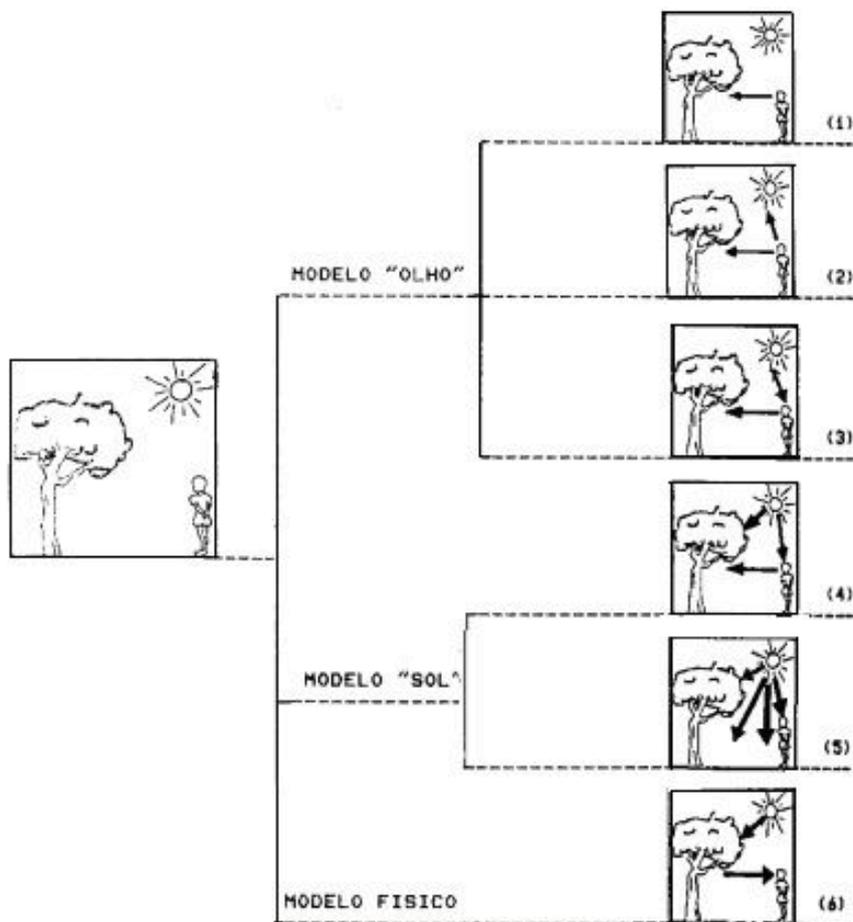


Fig. 1 Modelos de visão

A percentagem de respostas obtidas é dada próximo a cada uma das linhas dos diagramas. Não foi possível estabelecer a dependência entre um dado padrão de respostas e a idade dos sujeitos. Um poucas entrevistas com adultos escolarizados produziram uma distribuição uniformizada de respostas associadas aos modelos (1), (4), (5) e (6).

V. Conclusões

Desejamos ressaltar que as respostas compiladas nesse estudo correspondem às categorias de respostas liberadas e/ou espontâneas, não sendo possível determinar com precisão a sua origem.

A) IMPLICAÇÕES PARA DESENVOLVIMENTO CURRICULAR

Obtemos um conjunto de pontos de partida, que representam o “estado” do conhecimento da criança, de maneira que existem algumas implicações para o desenvolvimento curricular:

Deve-se oferecer mais tempo e esforço aos estudantes para “pesquisas próprias”, introduzidas de modo organizado; reconhecer o nível de abstração que é necessário para um dado entendimento e que a criança pode atingir um dado ponto; organizar o currículo de tal maneira que as situações e conceitos mais simples sejam apresentados primeiro.

Encontramos consistência relativa entre nossos resultados e aqueles da literatura existente neste campo, onde foram realizadas pesquisas com indivíduos mais velhos, sugerindo que, apesar do ensino de Ciências já ter iniciado e estar avançado, algumas das idéias intuitivas persistem, numa clara indicação de que não houve aprendizado.

B) IMPLICAÇÕES PARA TREINAMENTO DO PROFESSOR DE CIÊNCIAS

Associado com outras causas, identificadas como impedimentos a um bom ensino de Ciências, é comumente ouvido que professores de Ciências não têm bom conhecimento do conteúdo.

Consideramos os clássicos cursos de treinamento em serviço altamente ineficientes, levando-se em conta os efeitos que muitos deles, oferecidos em várias partes do mundo, têm tido sobre o melhoramento do ensino de Ciências nas últimas três décadas. Está claro para nós que a existência de bons materiais didáticos e seu uso por professores competentes deveria ser um ponto de partida para a melhoria da educação para a Ciência.

Se os professores estivessem conscientes dos estudos conduzidos nos diferentes campos da Ciência que eles estão ensinando, teriam um melhor entendimento dos conceitos básicos envolvidos em seu particular campo de estudos, confrontando o modelo científico “corrente” com as idéias que as crianças possuem sobre determinado conceito. São também necessários para a tomada de decisões acerca das condições mais favoráveis ao ensino: conhecer em que idade ou grau devem ser introduzidos os conceitos; que aspectos dos fenômenos devem ser apresentados e/ou o nível a que são adequados.

A apresentação dos resultados da pesquisa dos conceitos intuitivos, junto com os correspondentes modelos científicos em quaisquer cursos de treinamento, permitiria que o professor adotasse uma outra forma de interpretação das respostas discursivas, ao nível do estudante, reconhecendo que a criança entende um conceito de modo diferente, o que é diferente de não entender.

O conhecimento da análise diagnóstica implica no desenvolvimento de pesquisas por parte do professor, o que contribui fortemente para o interesse pelo desenvolvimento de atividades experimentais, análise de conceitos e conteúdos pertinentes a um trabalho em sala de aula em melhores condições. Desta maneira o professor adquiriria consciência dos níveis de compreensão e dos níveis relativos de cognição dos estudantes, freqüentemente mencionados na educação para a Ciência e raramente respeitados na sala de aula real.

O manejo de uma nova forma de ensino de Ciências pode requerer treino especial, desde que ele implique na adoção de uma postura não-convencional tanto quanto novas formas de interação entre estudantes e professores.

Pode ser interessante, também, que o professor tenha conhecimento da metodologia utilizada na pesquisa, de maneira a conhecer seus méritos para a situação da sala de aula, fazendo a criança verbalizar suas próprias idéias sobre os fenômenos naturais observados, seus pontos de vista e confrontá-los com alguns de seus colegas, permitindo a eles perceber as limitações e diferenças de opiniões – entender um ponto de vista diferente não significa necessariamente acreditar nele. Isto requer primeiro a realização e então a confrontação, o que constitui um excelente ponto de partida para aprender Ciência.

O tipo de atividade que pode ajudar o estudante que está começando terá seu ponto de partida nas idéias originais dele mesmo. Desta maneira, a criança terá evidências que podem levá-la a substituir seu ponto de vista original. O professor deve aprender a não forçar evidências sobre a criança, mas propor perguntas, não fazendo perguntas que induzam respostas prefixadas.

É de suma importância reconhecer que uma das falhas da educação reside no fato que a resposta “induzida” que a criança dá, usando o “vocabulário escolarizado”, passa a maior parte das vezes como conhecimento esperado pelo professor, enquanto muitas vezes é observado que isto não avalia realmente o aprendizado real.

Apêndice A – Classificação piagetiana para as respostas

Piaget⁽²⁾ distingue cinco tipos de respostas, como segue:

1. Randômicas – quando a criança não está interessada e replica tudo quanto vem à sua mente.

2. Romanceadas – dadas sem qualquer reflexão, inventadas.

3. Sugerida ou induzida – dadas quando a criança tenta satisfazer o entrevistador, fazendo um esforço para responder. Esse tipo de resposta é muito comum em situações de escola como um resultado de métodos de ensino que propõem séries de questões “sugestivas”.

4. Convicção liberada – apesar do fato de que esta qualidade de resposta é influenciada pelo exame do que é enunciado e apresentado para a criança de uma maneira particular para sistematizar suas respostas, as respostas da criança são esboçadas de sua própria experiência, conhecimento prévio, imagem mental, e métodos originais de raciocínio.

5. Convicção espontânea – esta resposta é dada diretamente, sem hesitação, porque ela já foi formulada na mente da criança. Ela e o resultado da reflexão prévia da criança, excluindo respostas influenciadas pelo ensino prévio à entrevista.

Neste estudo nós tentamos deduzir as respostas espontâneas e liberadas de outros tipos dadas pelas crianças. Estas respostas são caracterizadas por graus de consistência, repetição e espontaneidade que facilitam sua discriminação. Para ser capaz de separar a convicção espontânea da liberada seria necessário fazer uma análise cuidadosa de um grande número de casos.

VI. Referências Bibliográficas

1. GUESNE, E. Children`s conceptions of light. Workshop, ICPE Conference, Trieste, 1980.

2. PIAGET, J. **The child`s conception of the world**. Ed. Paladin, 1973.

3. BLISS, J.; MONK, M.; OGBORN, J. **Qualitative data analysis for educational research**. London e Canberra, Ed. Croom and Helm, 1983.

4. OSBORNE, R.; STEAD, B. Exploring science students concepts of light. **Australian Science Teachers Journal**, v. 26, n. 3, 1980.

5. GUESNE, E. Children`s ideas about light. In: **New Trends in Physics Teaching**. Ed. UNESCO, 1984. v. 4.

6. ANDERSON, B.; KARPQUIST, C. **Light and its properties**. Sweden, Ekna Project Goteborg University, 1980.

7. TIBERGHIEU, A. Revue critique sur les recherches visant à élucider le sens de la notion de lumière pour les élèves de 10 à 16 ans. In: **Proceedings of the First International Workshop on Research on Physics Education**. La Londe les Maures, France, Ed. CNRS, 1984.

Pense e responda!

Considere a seguinte definição, frequentemente ouvida:

“A capacitância equivalente de uma dada associação de capacitores corresponde à capacitância de um único capacitor que, uma vez submetido à mesma diferença de potencial que a associação, armazena a mesma quantidade de carga elétrica que ela”.

Considere agora a seguinte situação: você toma dois capacitores de $2\mu F$ e os associa a uma bateria de 10 V. Uma vez carregados, você desfaz a associação e mantém armazenada (disponível) nos capacitores uma certa quantidade de carga. Se, por economia, você usar um só capacitor de capacitância equivalente à da associação, obterá a mesma quantidade de carga armazenada (disponível)? E como fica, então, a definição acima?