

JOS ELSTGEEST

Universidade de Botswana, LeSotho, Swaziland, Africa

Tradução de Ruth Loewenstein

Ao olhar os títulos sugeridos para as sessões plenárias deste encontro, não pude fugir à sensação de que alguma coisa estava errada. Percebi algo que me acostumei a não associar aos físicos. Dois dos títulos são diretos, mas quatro são perguntas sugerindo uma incerteza sutil, se não no espírito dos oradores, então talvez no da audiência esperada, o que dá uma impressão geral um pouco defensiva. Um dos títulos, apesar de afirmativo, sugere uma pergunta oculta. E o assunto que me foi designado: Ciência Nova e Velhas Culturas. Sinto um pouco de apreensão pairando por aqui, quase uma dose de preocupação. Essa sensação me faz lembrar do conselho tradicional de não derramar vinho novo em barris velhos. O medo do esforço perdido torna-se predominante.

Na quinta Conferência de Rehovot de "Ciência e Ensino em Países em Desenvolvimento", ouvi por acaso o delegado do Nepal dizer assim: "Deveríamos ter dois tipos de ciência, uma para a escola e outra para casa. A da escola seria 'ciência mesmo', com exames para passar, e a outra, a de casa, teria por base as crenças populares dominantes e explicações sobrenaturais". Na época, achei isso estranho, quase ingênuo, e pensei "esse homem deve estar brincando", pois se tratava de um cientista. Entretanto, reflexões posteriores fizeram-me compreender que ele não estava fazendo brincadeira alguma. Na verdade, dava vazão a uma grande preocupação sua, exprimindo o fato de que a ciência de seu doutoramento não combinava direito com a sabedoria do folclore nepalês, e que um compromisso seria uma solução.

Ainda não concordo com sua proposta, mas também me preocupo com a questão. Conseguimos isolar completamente a ciência, que fornecemos às crianças nas escolas, das realidades da vida. Não creio que a inclusão da cosmologia popular, no panorama restrito do programa escolar, resolva alguma coisa, pois no processo de incorporação perderia sua beleza. Mas de-

veríamos considerar uma tentativa de integrar melhor a ciência na realidade de vida de cada sociedade.

HOMEM E MEIO AMBIENTE

Em nossa cultura ocidental (que é muito antiga), a ciência se desenvolveu por necessidade e Intuição crescentes. Sendo assim, nunca foi imposta à nossa cultura, mas evoluiu como um aspecto característico seu. Nossas conquistas impressionantes, no conhecimento científico e em suas aplicações, são o resultado de um processo científico longo e refinado. Esse processo, que considero a essência da ciência, pode ser descrito como "a interação constante entre a inquietadora mente humana e o meio ambiente". Usei propositadamente a já desgastada expressão "meio-ambiente" pois, além de ter as dimensões do Universo, traz a primeiro plano a proximidade das realidades e necessidades imediatas da vida. Há lugar para tudo e todos.

Esse aspecto humano se encontra onde quer que exista uma cultura humana, e certamente em qualquer cultura não (ou nem tanto) ocidental que eu conheça. Pode não possuir o mesmo refinamento e precisão de que tanto nos orgulhamos em nossos empreendimentos científicos, mas os elementos de interação e procura lá estão. Quando minha sogra, que vive nas montanhas de Vidunda, na Tanzânia, expõe as espigas de milho ao calor e fumaça do fogo, é para matar a broca e secar o milho, para poder armazená-lo até que a safra seguinte amadureça. Assim que as Plêiades aparecem sobre o horizonte, no começo das noites de outubro, ela planta essa nova safra e, assim, integra com êxito a ciência da sobrevivência na realidade da vida em Vidunda.

Mas devemos fazer uma distinção entre sobrevivência e progresso. Também associamos progresso tecnológico ao progresso científico e, eu diria, com razão. O desejo de progresso acelerado nos países em desenvolvimento levou a uma tentativa de acelerar o crescimento científico através das escolas, e é aí que cometemos um deslize! Uma vista rápida na história da educação escolar, na maioria dos países em desenvolvimento, revela uma influência ocidental dominante (ou deveríamos dizer, um domínio ocidental muito influente?). Principalmente no que diz respeito à África de

Língua inglesa, posso afirmar que o sistema escolar é produto da eficiência das repartições coloniais. Seus eficientes funcionários zelaram para que o sistema funcionasse bem, que o número de escolas se mantivesse adequado às necessidades, e o número de formandos de acordo com a mão de obra requerida. A mão de obra requerida, geralmente de um nível médio, era para popular as equipes de datilografia, as escolas primárias e repartições de cobrança de impostos, onde se faziam necessários uma língua estrangeira, obediência, indoutrinabilidade, pouco cérebro e nenhuma iniciativa. Poucos tiveram a oportunidade de subir muito além, fato que levou à grande demanda de mão de obra de "alto nível" após a independência.

Para assegurar a submissão e alguma uniformidade, a qualificação para a entrada nesse nebuloso mas rentável mercado de trabalho era fixada em pacotes de conseguintes precisamente descritos, cuja avaliação poderia ser fornecida numa série de respostas a uma série de perguntas. Um grupo indeterminado de *desconhecidos* imparciais, vagamente indicados pelo nome "Cambridge", formaria uma banca, e pronunciaria os vereditos "Aprovado" ou "Reprovado", baseado em evidências questionáveis, enviadas pelo correio, seladas e registradas. Se o veredito fosse "reprovado", seria uma pena, na opinião dos amigos e nados inimigos também, emuitopouco se poderia fazer a respeito. Isso significaria renunciar às suas aspirações e voltar à economia de subsistência, ou integrar a multidão de desempregados a vagar pelas cidades na esperança de conseguir uma migalha do que antes prometia ser uma lauta refeição. Se o veredito fosse "aprovado", era a sorte grande!

CIÊNCIA NA ESCOLA

A independência não alterou muito esse panorama pois, com a crescente necessidade de mão de obra local, o número de escolas aumentou e também o número de candidatos. A escola, aliada à sorte, criou uma nova cultura de "colarinho branco" (*white-collar*), e além de garantir questões financeiras como pagamento de taxas escolares para "sobrinhos", a cultura antiga podia ser modificada para abranger as novas preferências. Sei que estou carregando um pouco nas tintas escuras, mas a realidade da vida de subsistência rural é também sombria, e a reação popular à escolarização

É muito compreensível. Independentemente do que a escola tivesse para oferecer, se você passasse poderia escapar de tudo aquilo. Quanto melhor você soubesse com e quando Nelson comandou a batalha de Trafalgar, quanto melhor você lembrasse os produtos econômicos de East Anglia, quanto melhor você recitasse o *Hamlet*, tanto melhores seriam suas chances de largar a enxada e ingressar na hierarquia econômica!

Seria assim tão surpreendente que toda a "ciência escolar" (que era, e na maioria das escolas ainda é, um ótimo exemplo de decoreba programada) ainda seja considerada apenas mais um obstáculo a vencer na corrida por melhores condições de vida? Novamente, suas chances de se tornar um garçon, professor, caixa, ou algo melhor, dependem da sua excelência em recitar as leis de Newton, as diferenças entre ácidos e bases, ou os nomes dos ossos do corpo humano.

A motivação para aprender ciência está totalmente alienada de sua própria essência. A ciência da escola pertence à escola, e é abandonada com a escola. Criamos uma ciência de "colarinho branco", uma ciência motivada pela submissão e não pelo interesse, uma ciência que propicia um avanço pessoal a um nível que nada tem a ver com o desenvolvimento da ciência; uma ciência que oferece uma saída da comunidade em direção à servidão assalariada, ao invés de uma ciência que visasse o desenvolvimento pessoal, social e, devo acrescentar, cultural. Destruímos a interação entre a inquiridora mente humana e a realidade do meio ambiente. O vinho novo realmente estorou o velho barril, e choramos sobre o vinho derramado.

ENRIQUECER A PESSOA?

É, certamente, muito injusto jogar a culpa num sistema colonial agora obsoleto. Esse fator histórico permitiu que uma atitude indesejável crescesse como praga, sufocando o que desejávamos plantar, mas temos que fazer a nós mesmos algumas perguntas pertinentes, como cientistas e também como educadores. Será que os padrões em que insistimos estarão relacionados com a maturidade, interesse e capacidade dos que educamos, ou se relacionam com aquele grau de erudição que nós mesmos gostamos de tomar como termo de comparação? E os "níveis de educação" que transplantamos, estão eles relacionados com a realidade e a totalidade do ambiente natu-

ral, sócio-cultural dos alunos? Ou estão relacionados com o que julgamos ter sido importante para nós e que, por conseguinte, terão a *priori* que ser importante para eles?

Será que dirigimos nossos esforços, no ensino de ciência, para enriquecer o indivíduo, quaisquer que sejam suas perspectivas de vida, e através dele, a sociedade em que vive? Ou os dirigimos com o intuito de reproduzir cópias em carbono de fragmentos de verbalização, que apenas se assemelham ao conhecimento obtido por outros através de sua própria atividade científica? A ciência que oferecemos aos nossos jovens é uma iniciação à interação ordenada e científica com seu ambiente de vida, ou não passa de uma imposição aguada de conquistas estrangeiras? Em outras palavras: estamos preocupados com o cantor ou estamos preocupados com a canção?

Faço essas perguntas porque elas me incomodam. Elas me incomodam mais, pois são mais fundamentais que a pergunta: por que os resultados de Cambridge em ciência são tão baixos que só alguns candidatos passam? O número de candidatos aprovados em qualquer tipo de exame é o que menos me preocupa. Nessas circunstâncias, tanto "aprovado" quanto "reprovado" são ilusões, ilusões muito perigosas.

Estando engrenadas para passar as crianças por um funil de exames externos controlados do exterior, baseados principalmente em rotina e memória, e bem-sucedidamente distanciados das realidades da vida, nossas escolas criam expectativas que de modo geral não podem ser cumpridas. Mesmo os "aprovados" precisam esmolar a servidão que ambicionam e muitas vezesem sucesso. Aqueles "reprovados" foram reprovados, principalmente, dentro de si mesmos, NÃO porque não pudessem ou quisessem aprender, mas sim por termos nós lhes oferecido uma educação de fuga (*indução* seria um termo melhor). Foram "reprovados" porque não estavam à altura de um conjunto predeterminado de interesses externos, impessoais (se é que realmente podemos chamá-los de interesses), impostos num programa de avaliações que as crianças não têm nem tempo nem oportunidade de fazê-lo seu.

Em ambos os casos, estamos produzindo aberrações escoladas, qual seres com duas mãos esquerdas. A maioria não tem nada a esperar: após a repro-

vação, abandonam a escola como "não prestando para nada", e nosso esforço foi em vão. Os "aprovados" passam a um mundo de qualificações de papel. Todas nossas afirmações pretenciosas sobre "Educação para Vida" e "Ciência para Resolução de Problemas", com que somos tão generosos nos preâmbulos de nossos livros-textos e programas, não darão resultado algum enquanto restringirmos o "espírito da coisa" em um programa restritivo, examinável; programa que, mesmo que você consiga atravessá-lo aos tropeços, irá deixá-lo sem nenhum pensamento próprio. Ao classificarmos os valores humanos, nós os mutilamos. Ao darmos notas apenas para o que seja nota-vel, e baseamos o "sucesso" na simples aritmética dessas notas, estamos nos entregando a um processo chamado *indução*.

CONCEITOS ERRÔNEOS

Esse processo de *indução* espirala para dentro em direção à aquisição de uns poucos fatos, habilidades e comportamentos exteriormente estabelecidos e exteriormente testados, restritos na escolha como **no alcance**, e que, na melhor das hipóteses, dão a uns poucos um lugar mal merecido na hierarquia econômica. Apenas uma minoria insignificante consegue, rastejando, se livrar desse fardo, e galgar as alturas do profissionalismo. A maioria é abandonada com sua carga de notas baixas. Não há, nesse processo de *indução*, lugar para uma experiência rica, para interesses florescentes, para trabalho persistente num problema de sua própria escolha. **SÓ** há lugar para a fumaceira sufocante do verbalismo ao qual nossos alunos são **expostos** sob o pretexto de "cumprir o programa". Isso não **só** impede seriamente a formação e acomodação de conceitos e sua subsequente ordenação em padrões significativos, pois torna os alunos totalmente dependentes dessa verbalização não conceitual. Em muitos casos, seu **único** resultado é obter uma porção de conceitos errôneos.

Numa ocasião, pedi a um de meus alunos, enquanto segurava ao seu alcance um frasco redondo cheio d'água, que olhasse através dele para o prédio do outro lado da rua e me contasse precisamente o que via.

- É uma imagem, respondeu ele.
- Não, conte-me o que você vê.
- É refração!

- Não, conte-me o que você realmente vê.
- É o ângulo de incidência! teimou ele.
- Não, quero saber o que você vê, eu insisti.
- É convexo!
- Ora, tenha dó, como é aquela casa?
- Eu vejo inversão lateral.

Eu desisti.

Meu colega e eu visitamos recentemente uma classe que estava tendo um "curso de descobertas práticas". As crianças receberam pêndulos, extensões de barbante com um peso de plasticina. O professor explicou que balançar, de um lado para o outro, na verdade significa que ele oscila, duas oscilações completando um período. As crianças, em grupos de oito, foi dito que cronometrassem o período de seu pêndulo, e como fazê-lo. O "resultado" deveria ser escrito numa folha de trabalho. A descoberta padrão que se esperava que as crianças fizessem era que um pêndulo, de aproximadamente um metro, tem um período de dois segundos. Tentamos desesperadamente distrair as crianças para fazerem um pouco de ciência de verdade, sugerindo alguns problemas reais, mas sem resultado, porque a professora fazia sua ronda e perguntava constantemente a cada grupo: "Qual o período?" Meu colega e eu ficamos largados num canto, brincando com nosso próprio pêndulo, até que um dos alunos dirigiu-se ao meu colega e perguntou:

- Por favor, o senhor poderia me emprestar seu período?

Uma classe de ginásio estava aprendendo "praticamente" o que seja "densidade". É um desses assuntos de conteúdo que se insiste que as crianças devam saber para usar depois. Grupos de oito crianças recebiam uma balança, e um bloco de alumínio a ser medido e pesado. Dividindo-se a massa pelo volume, assim lhes foi dito, achava-se a densidade. Em outras aulas, esse processo seria repetido com outros sólidos e com muitos líquidos. Os resultados seriam novamente registrados em receituários preparados. O que as crianças fizeram e aprenderam? Algumas que tiveram acesso às balanças ficaram absorvidas com seu funcionamento, e começaram a pesar coisas estranhas: canivetes, lápis e brincos. Ótimo! Estavam treinando a usara balança corretamente e não estavam perdendo seu tempo. Outros (não é fácil dividir uma balança entre oito crianças) passaram o tem-

po conversando alegremente, mas pegaram cuidadosamente os dados dos outros para completar seu "relatório" e descobrir o que deveriam descobrir, fosse o que fosse. Será que reconheceram a importância da "densidade" como uma propriedade da matéria? Não! Claro que não. Por que deveriam, e como poderiam? Para início de conversa, nem haviam perguntado, e quando lhes perguntei, só conseguiram responder que dividindo uma coisa pela outra "dava densidade".

A EXPRESSÃO DO ENTENDIMENTO

Agora, para uma outra visão, as crianças em Vikindu, perto de Dar es Salaam, haviam tratado esse problema de maneira bem diferente. Tendo já trabalhado um bom tempo com balanças de prato, começaram ordenando objetos variados (pedras, sarrafos de madeira, ossos, pelotas de barro, pedaços de metal, frutas, etc) de acordo com seu peso (ou massa, como insistíamos em corrigi-los). São que essas crianças falavam Swahili e usavam o termo "uzito", que significa "peso". O problema de "pequeno e pesado" e "grande e leve" surgiu espontaneamente, mas não foi explorado, até que um garotinho, com uma grande testa pensativa, explicou que o peso num pedaço de metal fica "todo junto", e por isso podia pesar mais que um pedaço maior de madeira. Depois de o garoto haver explicado isso aos outros, eles foram incumbidos de achar um jeito de descrever essa idkia, e a classe arranjou uma expressão maravilhosa: "uzito wa asili", onde "uzito" significa "peso", e "asili" significa "origem", e portanto podemos traduzir "uzito wa asili" como "peso original".

Este exemplo de expressão significativa de um fenômeno observado e investigado, ao contrário da verbalização sem significado das crianças mais velhas, ilustra o que eu quero dizer com a "interação entre a mente humana, em desenvolvimento, e o mundo que se encontra no meio ambiente". Esse estalo de compreensão não foi previsto em nenhum programa. Foi conseguido por um professor que interagiu com suas crianças de maneira a que elas pudessem interagir proveitosamente com os objetos de seu estudo. E isso, eu diria, é a essência do Ensino de Ciência.

O processo de educação (ao contrário de *indução*) espirala para fora, sem limites, em busca da integridade pessoal, da honestidade na comu-

nicação, ação e envolvimento, através de pontos de vista pessoais baseados em objetivos e valores individuais (e próprios), em direção à segurança interna da autoconfiança, em que há lugar para se admitir outros pontos de vista, e que se baseia na habilidade de utilizar fatos e habilidades quando e onde necessários. É um processo dirigido para o enriquecimento do ser humano que tem prazer em sua crescente consciência do mundo que o rodeia e nele agir, que se orgulha de sua crescente confiança em sua própria capacidade intelectual que lhe permite dominar a natureza, não por força mágica, mas por sua compreensão. É o processo pelo qual o potencial intrínseco de pessoas em desenvolvimento contribui para a cultura de sua sociedade. Nesse processo não há lugar para reprovações. Há apenas lugar para melhoria e progresso constante: para o bom, o melhor e o ainda melhor!

A BUSCA DE UMA EDUCAÇÃO HUMANA

Essa ampla perspectiva pode ser traduzida em um programa contínuo para nossa resposta pedagógica às crescentes necessidades dos seres humanos inteligentes, onde a linguagem é dirigida à literatura, onde conceitos, ainda em desenvolvimento, de espaço, tempo e número são dirigidos para a competência em matemática, onde o agrupar-se é dirigido para a consciência e responsabilidade sociais, e onde a curiosidade e exploração naturais são dirigidas para resolução de problemas em ordem científica. Essa mesma perspectiva encaixa-se também no sistema existente e prevalecente da educação organizada, na qual o estágio primário lança os fundamentos das habilidades intelectuais e manuais básicas; o secundário, refina essas habilidades, consolidando o desenvolvimento intelectual em padrões de compreensão; o estágio terciário levando à maturação e habilidades específicas.

Assim, a justificação para o ensino universal de ciência, dentro dessa perspectiva, NÃO é a produção de uns poucos especialistas que se tornarão tecnocratas donos da verdade numa sociedade de indigentes e patetas; NÃO é apenas um meio de achar e selecionar aqueles poucos eleitos que irão tatear na escuridão das partículas sub-nucleares; e NÃO é o estabelecimento de um novo culto alçado acima da cultura ancestral. A justifi-

cativa de um ensino universal de ciência é garantir que todos os cidadãos sejam educados para tomar *decisões* inteligentes, baseadas numa compreensão de seu meio-ambiente, levadas avante por mentes que questionam constantemente, e reforçadas pela habilidade de identificar e resolver problemas levantados pelas necessidades nesse meio-ambiente.

A Educação em Ciência baseia-se no potencial inato de qualquer criança, em qualquer nível; a *Indução em ciência*, na potência adquirida por outros.

o "uzito wa asili", das crianças de Vikindu, foi seu "eureka", e Arquimedes poderia ter dançado com elas! Pois, se a ciência das crianças, e também dos adultos, é a interação honesta entre a pessoa humana inquiridora e seu ambiente em expansão, então, senhoras e senhores, não há ciência tão nova que não se enquadre na mais antiga das culturas.

E. W. HAMBURGER

Instituto de Física, Universidade de São Paulo, São Paulo SP

Tradução do autor

I

É muito difícil falar depois de três palestras tão bonitas. Quando ontem eu estava passeando nos belos parques perto de Pollock Hall, preparando o que eu diria aqui hoje, senti, como Kevin Keohane sentiu, o tom poético do nosso assunto. Há uma escola de poesia – penso que se chama poesia concreta – na qual o poema é formado de algumas palavras, que são combinadas, depois trocadas de lugar e combinadas de diferentes modos; é uma espécie de jogo com as palavras e as palavras evocam conceitos aos quais estão ligadas. E eu de repente percebi que, no tentar preparar a palestra, o que estava passando pela minha cabeça era muito semelhante a um poema desse tipo. Então resolvi tentar escrever um, e embora não tenha realmente conseguido, assim mesmo vou mostrar para vocês o resultado enquanto falo.