

A NOVEL LOOK TO OLD PROBLEMS: TEACHING SCIENCE THROUGH THE NATURE OF SCIENCE

AN INTERVIEW WITH DOUGLAS ALLCHIN

DOUGLAS ALLCHIN is a historian and philosopher of science and science educator. He has primarily been working with teaching of Nature of Science and has developed a method for evaluating students' competencies in a context of social scientific issues. Douglas Allchin is known for his sharp and innovative contributions to teaching Science through the simultaneous application of history and philosophy of Science in teaching. He has worked as professor at University of Texas in El Paso and at University of Minnesota and recently published the book "Teaching the Nature of Science: perspectives and resources" (SHiPS Education Press, 2013).

* * *

CIMEAC: *Why do you think scientific facts, concepts and formulas should not be the main concern of science teaching? How do you see the importance of these things for students?*

Douglas Allchin (DA): In our modern world of the Internet, facts are easy to find. It is much more difficult to know how to apply those facts, and to know which facts are truly reliable. Today, the primary challenge in science education is teaching how to interpret facts – and to judge whether they are trustworthy. Conceptual understanding is important, especially of the overall structure of our knowledge. But studies show that citizens can learn very quickly on their own what they need to know about new scientific topics – when it is important to them. Again, a main goal for science teachers is to help students develop the ability to sort fact from fiction.

The National Research Council in the United States has already adapted to the shift in needs. Their new Next Generation Science Standards (NGSS) devote only one-third of the curriculum to standard concepts. The remaining two-thirds is for learning about scientific practices, or how science works, and about concepts that cut across the scientific disciplines.

CIMEAC: *You say that conceptual understanding is important for the structure of knowledge. But how to select which scientific concepts are the most important and which should be eliminated to make room for aspects of Nature of Science?*

DA: I leave this to others, possibly local teachers. We already make such decisions. We will just be doing it at another level. The National Research Council in the U.S. managed this task recently – reducing the content to 1/3 the original. It's doable.

The challenge might be, instead, selecting which nature of science principles are most important, as we begin to wedge these elements into an already crowded and familiar curriculum. Concepts about evidence and empirical relevance are basic. These help open the observational and experimental contexts of nature of science. Cognitive errors, such as confirmation bias, or unconscious gender bias, are also important. These open the conceptual dimensions of nature of science. Finally, there are very important lessons in credibility of testimony and expertise, which involve how scientific consensus is communicated or represented in cultural contexts. Due to pervasive conflicts of interest, what counts as science are not always the same as real science. These open the social dimensions of nature of science. These can be initial benchmarks. Our goal is to help students develop habits is asking “how do we know this?” and to acquire the intellectual tools for delving deeper into those issues as occasion demands.

CIMEAC: *In your opinion, which aspects of nature of science are the most important? Why?*

DA: The most important thing to learn about science is ... simply the skill in asking, "How do we know this? What justifies this claim?" This opens awareness to the many factors that might affect whether you trust a scientific claim. This includes the potential for persons to misrepresent their claims as scientific when they are not.

For example, the consensus among expert scientists is that humans have caused global warming and that the climate is changing. We know that industries threatened by new environmental policies have tried to create a public impression otherwise.

The recent drought in Sao Paulo is an example – caused in part by climate change – a scientific finding not widely reported in the media. Ideally, citizens will learn to delve into scientific claims that concern their own future and to know when they are justified and when not.

Ideally, students will learn that scientists do not merely "discover" facts, as though they could collect them like fruit from a tree. Rather, scientists must build knowledge from observations and perceptions of patterns, slowly assembling theories to explain what they see. We need to examine the process to understand why, and precisely when, we trust its conclusions.

It is also important for everyone to learn about how their minds work – and sometimes do not work. Our brains tend to filter perceptions based on prior

conceptions. Initially we react emotionally, then look for "facts" to confirm our feelings. We blindly accept claims that we endorse and question evidence that challenges our views.

We hear only what we want to hear. But obviously, this can mislead us by distorting our perceptions of the evidence. Good scientists develop habits and processes for keeping error in check. We could all learn from that.

CIMEAC: *What are the best ways for teacher to address nature of science issues and how can they learn to do that?*

DA: The easiest way for teachers to engage students in thinking about science is to bring current issues into the classroom. Do cell phones cause cancer? Are Brazilian fisheries sustainable? Has deforestation in the Amazon changed the weather in Sao Paulo, and contributed to the recent drought? Issues in the news are good occasions to ask the scientific questions about what (and whom) to trust. Does evidence support the claim that *garrafadas* really help heal people? What counts as good evidence?

Another important strategy is to learn from the past. Historical cases help us see how scientists worked to build our current concepts and theories. Even better is to work virtually alongside a famous scientist, sharing the process of investigation, as they try to make an important discovery step by step. Students address the same questions and try to solve the same problems. But with history, they can compare their work with the actual outcome.

For students to learn about the nature of science, teachers must pose open-ended questions, and engage students in developing their own thinking skills. You cannot lecture about the nature of science. As in learning any skill, like swimming or playing soccer, you need practice. This approach differs from most conventional education. At the same time, it can be very exciting – both for the teacher and the student.

CIMEAC: *In Brazil most of the educational reforms happen in a “top-down” manner from official (governmental) documents, having teachers and managers put into practice ideas with which they are often unfamiliar, such as interdisciplinarity, resulting in unsuccessful applications of good ideas. This could happen to the inclusion of aspects of Nature of Science since it could be seen as just a list of more items to be taught instead of a novel approach to teaching science. In your opinion, what is the best way to implement this curriculum change effectively?*

DA: Well, the ultimate solution is to develop a culture of respect, with the distribution of power and a quasi-democratic system involving checks and

balances, following a flexible path of negotiation between local and global needs. Politics vs. utopian ideals, as usual.

Of course, the way to avoid long lists is not to include them in the curriculum at all. The essence of nature of science is analytical skills, or competences, not declarative knowledge. That is what we measure, or assess, if we are interested. A formal repertoire of elements of the nature of science is a guideline only – but often a very useful guideline for teachers without the relevant prior experience.

A major challenge in educational change – any change – is professional development. High level officials often want change, but at no cost. But re-education and reform are not free. There must be investment. Professional development is standard practice for doctors, lawyers, engineers and others. So it should be too for educators. But not without funding or professional level wages. Once again, it reduces to respect – or at least sufficient prudential understanding of what it takes to effect meaningful change.

CIMEAC: *Elaborating classes that focus on Nature of Science demands lots of time and effort from teachers. Also, these classes usually take more time than a conventional one. In Brazil, teachers often give more than 30 classes each week, and the classes have only 40 minutes. Do you think it is possible for such an approach to work in these conditions? How?*

DA: Ideally, teachers and students might be exploring nature of science together, each deepening their own knowledge in joint exploration. This is possible when the classroom is a place of mutual inquiry. Once again, we must jettison the model of teacher-as-exclusive-authority dispensing content knowledge to (presumably) naive, (presumably) empty, and (presumably) receptive vessels. Ideally, teachers are guides, facilitators, motivators. Teachers inevitably enjoy this collaborative approach, while students enjoy more autonomy and sense of relevance (and motivation) by taking an active role in their own education. But teachers must first adopt a posture of engagement, which initially can seem daunting. More politics.

It may seem that a nature of science class takes more time. But the lessons are entirely different. There is no comparison. A class that teaches only concepts might be seen as a complete waste of time if there are no substantive nature of science lessons. That is not very efficient. In my experience, teachers can use well prepared off-the-shelf historical case studies that yield a remarkable depth of nature of science understanding in only one or two class periods – lessons that also foster enthusiasm and engagement from the students, which leads to meaningful learning. Most teachers are impressed with the results of a single class, but skepticism and habits seem to prevent many at the outset from even trying the alternatives. Maybe we need to foster a bit of courage?

CIMEAC: *Most school evaluations are based on concepts. How could we assess if students are learning Nature of Science?*

DA: Educational researchers have already highlighted the need to shift assessments from declarative knowledge to behavioral skills, or competencies. From multiple choice tests to the abilities to perform certain tasks. Even without nature of science, this is a challenge to an educational system conceived as mass-production and seeking accountability for uniform standardized parts (graduates).

All we can do, apparently, is to advocate for meaningful, authentic assessment – “testing” the kinds of tasks we hope educated persons can perform. This is sometimes how we measure performance in hiring. A sample of work. A portfolio. A demonstration of performance. Not an exam. Not an interview. These are our appropriate analogies for assessment of nature of science skills and other forms of education.

For example, a student might be asked to provide a well informed analysis of the claims in any of the topics noted above (cell phones and cancer, *garrafadas*, deforestation, global warming). This is why we are teaching science. This is why we focus on nature of science. So these are precisely the occasions to test the educational system, to see if it is succeeding (a different view of assessment than ranking students).

CIMEAC: *In your opinion, what would be the consequences of having a population that understands the process of how science builds knowledge?*

DA: Well, being able to dissect scientific claims, everyone might enjoy the same benefits currently enjoyed only by the well educated elite. Policy discourse might reflect well informed science, rather than the potent voices of commercial, ideological and political interests. To some, that might seem dangerous. To others, liberating.

CIMEAC: *In poor places, access to information and scientific facts in the internet is not within reach of a significant part of the population. In addition, some educators say that taking concepts out of school curriculum puts poorer people in disadvantage. Do you think the focus of science education should be in Nature of Science regardless of social and economic context? Should there be differences in the approach of schools from different places? Which ones?*

DA: Regardless of the school – for the privileged elite as much as for the disadvantaged – we can never teach as much science as we want. Our first goal must be for students to learn how to learn, how to teach themselves, beyond whatever classroom experience we provide them. Once this is achieved, of course, then the standard conceptual repertoire becomes far less significant, possibly redundant.

Teaching how science works (the core of nature of science) is integral to such fundamental learning. Scientists ask, “how do we know this?” They develop a repertoire of methods and skills for assessing the reliability, or trustworthiness, of any claim about the world. This is basic for any student: to learn how any claim is justified by the evidence and by the credibility of the speaker. Do cell phones cause brain cancer? Are *garrafadas* effective remedies? Is deforestation in the Amazon contributing to the problems of drought in São Paulo? Is man-made global warming real and what are the likely consequences? Such issues require something different than the mastery of any concept.

Nature of science education need not wholly eclipse basic conceptual understanding. Basic concepts provide an organizational structure and benchmarks for further learning. But the concepts alone do not substitute for or enable the further layers of learning. So nature of science education is foundational. In an ironic inversion, we should be teaching the concepts only if they do not take time away from the primary lessons of nature of science.

It is amazing how much knowledge developed without (prior to) the Internet. Knowledge develops locally through experience and, when relevant, travels easily through social networks. But not all such knowledge is well informed and worth accepting. The task of educators anywhere might be to help ensure that any student learns how to assess just that.

CIMEAC: *Do you think schools are the only places where aspects of Nature of Science should be a priority? More specifically, should science communication (news, documentaries, museums, etc.) which usually presents only the products of science be more concerned about the process? Would the public like it?*

DA: Education in general is not restricted to schools. Indeed, the whole culture is involved in “reproducing itself” through various forms of information flow. So, while schools may have a special place as sites dedicated to learning, “learning” takes place everywhere.

In my view, journalists have a key role (as professionals dedicated to informing the public, and not parroting the political agenda of a particular publisher). For example, a recent study showed that readers do indeed take note of news reports that mention the limits or qualifications of new scientific research findings. Those elements are pure nature of science, and relevant to interpreting just how to rely

on those claims. So, yes, journalists, museum educators, and others will ideally join the effort.

INTERVIEWERS	
Beatriz Schneider-Felicio <i>University of São Paulo (USP)</i>	Danilo Seithi Kato <i>Federal University of Triângulo Mineiro (UFTM)</i>
Erlon Silva Honorato <i>Center for Research on Alternative Education Methods (CIMEAC)</i>	Felipe Ziotti Narita <i>São Paulo State University (Unesp)</i> <i>Coordination for the Improvement of Higher Education Personnel (CAPES)</i>
Gabriel Santos Paulon <i>University of São Paulo (USP)</i>	Genaro Alvarenga Fonseca <i>São Paulo State University (Unesp)</i>
Rafael Gil de Castro <i>University of São Paulo (USP)</i> <i>Coordination for the Improvement of Higher Education Personnel (CAPES)</i>	Renato Chaves Azevedo <i>University of Campinas (Unicamp)</i>

UM NOVO OLHAR PARA PROBLEMAS ANTIGOS: ENSINANDO CIÊNCIAS POR MEIO DA NATUREZA DA CIÊNCIA

ENTREVISTA COM DOUGLAS ALLCHIN

DOUGLAS ALLCHIN é um historiador e filósofo da Ciência e educador na área de ciências. Tem trabalhado principalmente com o ensino da Natureza da Ciência e desenvolveu um método de avaliar as competências dos alunos num contexto de questões sócio científicas. Douglas Allchin é bem conhecido por suas e contribuições afiadas e inovadoras ao ensino de Ciências através da aplicação simultânea da história e filosofia da Ciência no ensino. Ele trabalhou como professor na Universidade do Texas em El Paso e na Universidade de Minnessota e recentemente publicou o livro “Ensinando a Natureza da Ciência – perspectivas e recursos” (SHiPS Education Press, 2013).

* * *

CIMEAC: *Porque você acha que os fatos, conceitos e fórmulas científicas não deveriam ser a principal preocupação do ensino de Ciências? Como você vê a importância desses conceitos para os estudantes?*

Douglas Allchin (DA): Em nosso mundo moderno da internet, fatos são fáceis de encontrar. É muito mais difícil saber como aplicar esses fatos, e saber quais fatos são realmente confiáveis. Hoje, o maior desafio na educação científica é ensinar como interpretar fatos – e julgar quando eles são dignos de confiança. O entendimento conceitual é importante, especialmente aquele da estrutura geral de nosso conhecimento. Mas estudos mostram que os cidadãos aprendem muito rapidamente sozinhos o que precisam saber sobre novos tópicos científicos - quando isso é importante para eles.

Novamente, um dos maiores objetivos dos professores de Ciências é ajudar os alunos a desenvolver a habilidade de diferenciar fato de ficção.

O Conselho Nacional de Pesquisa dos Estados Unidos já se adaptou às mudanças necessárias. Seus novos Parâmetros Científicos de Nova Geração (*Next Generation Science Standards – NGSS*) dedicam apenas um terço do currículo para os conceitos padrão. Os dois terços restantes são para aprender a respeito das práticas científicas, ou como a Ciência funciona, e sobre os conceitos que cruzam as disciplinas científicas.

CIMEAC: *Você diz que o entendimento de conceitos é importante para a estruturação do pensamento. Mas como selecionar quais conceitos científicos são os mais importantes e quais deveriam ser eliminados para dar lugar a aspectos da natureza da ciência?*

DA: Eu deixo essa para outros, possivelmente os professores locais. Nós já tomamos essas decisões. Nós apenas estaremos fazendo isso em outro nível. Como eu disse, o Conselho Nacional de Pesquisa nos EUA conseguiu realizar essa tarefa recentemente – reduzindo o conteúdo para um terço do original. É factível.

O desafio deve ser, pelo contrário, selecionar quais princípios da NdC são os mais importantes, quando começamos a calçar estes elementos em um currículo já lotado e familiar. Conceitos sobre evidências e relevância empírica são básicos. Eles ajudam a abrir contextos de observação e experimentação da NdC. Erros cognitivos, como o viés da confirmação, ou vieses inconscientes de gênero também são importantes. Finalmente, há lições muito importantes sobre credibilidade de depoimentos e expertise, que envolvem como o consenso científico é comunicado ou apresentado em contextos culturais. Devido a profundos conflitos de interesse, o que conta como Ciência nem sempre é o mesmo que a Ciência real. Isso abre as dimensões sociais da NdC. Estes podem ser pontos de referência iniciais. Nosso objetivo é ajudar os alunos a desenvolver o hábito de perguntar "como é que sabemos isso?" e adquirir as ferramentas intelectuais para investigar mais profundamente essas questões na medida em que a ocasião exige.

CIMEAC: *Na sua opinião, quais aspectos da Natureza da Ciência (NdC) são os mais importantes? Por quê?*

DA: O mais importante a ser aprendido sobre Ciência é... simplesmente a habilidade de perguntar "Como sabemos disso? O que justifica essa afirmação?". Isso abre a percepção para os múltiplos fatores que podem afetar a decisão de se você deve ou não confiar em uma alegação científica.

Isso inclui o potencial das pessoas acharem que suas alegações são científicas quando elas não são. Por exemplo, o consenso entre cientistas especialistas é que os humanos estão causando aquecimento global e que o clima está mudando. Sabemos que as indústrias que são ameaçadas por novas políticas ambientais têm tentando criar uma impressão pública de que esse consenso não existe.

A recente seca em São Paulo é um exemplo – causada em parte por mudanças climáticas – de uma descoberta científica não amplamente divulgada pela mídia. Idealmente, os cidadãos vão aprender a escavar as alegações científicas que se

relacionam com seus futuros e vão saber quando elas têm fundamento e quando não têm.

Idealmente, os alunos vão aprender que os cientistas não apenas “descobrem” fatos, como se pudessem coleta-los como frutos de uma árvore. Pelo contrário, cientistas devem construir o conhecimento a partir de observações e percepções de padrões, vagarosamente reunindo teorias para explicar o que eles enxergam. Nós precisamos examinar esse processo para entender porque, e precisamente quando, devemos confiar em suas conclusões.

É também importante para todos aprender como a mente funciona – e às vezes não funciona. Nossos cérebros tendem a filtrar a percepção baseada em concepções prévias. Inicialmente reagimos emocionalmente, depois procuramos “fatos” que confirmam nossos sentimentos.

Nós cegamente aceitamos alegações com as quais concordamos e questionamos evidências que vão contra o que acreditamos. Ouvimos apenas o que queremos ouvir. Mas, obviamente, isso pode nos enganar distorcendo nossa percepção das evidências. Bons cientistas desenvolvem hábitos e processos para manter o erro em cheque. Todos nós podemos aprender com isso.

CIMEAC: *Quais são as melhores formas para os professores abordarem aspectos da NdC e como eles podem aprender a fazer isso?*

DA: A forma mais fácil para os professores engajarem os alunos a pensar sobre Ciência é trazendo questões contemporâneas para a sala de aula. Os celulares causam câncer? A pesca no Brasil é sustentável? O desmatamento da Amazônia mudou o clima em São Paulo e contribuiu para a seca recente? As questões que aparecem nos jornais são boas oportunidades para perguntar as questões científicas sobre o que (e em quem) confiar. As evidências corroboram a afirmação de que as garrafadas medicinais realmente ajudam a curar as pessoas? O que é considerada uma boa evidência?

Outra estratégia importante é aprender a partir do passado. Casos históricos nos ajudam a ver como os cientistas trabalharam para construir os conceitos e teorias vigentes. Melhor ainda é trabalhar virtualmente ao lado de um cientista famoso, compartilhando o processo de investigação, na medida que eles tentam fazer uma descoberta importante passo a passo. Os estudantes pensam sobre as mesmas questões e tentam resolver os mesmos problemas. Mas com a história eles podem comparar o trabalho deles com o que realmente aconteceu.

Para que os alunos aprendam sobre a NdC, os professores devem colocar questões abertas e encorajar os alunos a desenvolver suas próprias habilidades de pensamento. Você não pode dar uma palestra sobre a NdC. Assim como na aprendizagem de qualquer habilidade, como nadar ou jogar futebol, você precisa

de prática. Essa abordagem difere da maior parte da educação convencional. Ao mesmo tempo, pode ser muito emocionante - tanto para o professor quanto para o aluno.

CIMEAC: *No Brasil a maior parte das reformas educacionais acontece “de cima pra baixo” a partir de documentos oficiais, cabendo aos professores e gestores colocarem em prática ideias com as quais muitas vezes eles não estão familiarizados, como a de interdisciplinaridade, o que resulta em aplicações mal sucedidas de boas ideias. A inclusão de aspectos da Natureza da Ciência no currículo aponta para uma reestruturação na abordagem do ensino de Ciências, mas há risco de que seja encarada como uma lista de itens a mais a serem trabalhados. Na sua opinião, qual seria a melhor forma de implementar essa mudança curricular para que seja efetiva?*

DA: Bem, a solução definitiva é desenvolver uma cultura de respeito, com a distribuição de poder e um sistema quase-democrático que envolva *checks and balances*, seguindo um caminho flexível de negociação entre necessidades locais e globais. Política versus ideais utópicos, como sempre.

É claro, a forma de evitar longas listas é nem inclui-las no currículo [os *tópicos da NdC*]. A essência da NdC são habilidades analíticas, ou competências, e não conhecimento declarativo. Isso é o que medimos, ou acessamos, se estamos interessados. Um repertório formal de elementos da NdC é apenas um guia – mas muitas vezes um guia muito útil para professores sem a experiência prévia relevante.

Um dos grandes desafios para mudanças educacionais – qualquer mudança – é o desenvolvimento profissional. Funcionários de alto nível muitas vezes querem mudanças, mas sem custos. Mas re-educações e reformas não são de graça. Precisa haver investimento. Desenvolvimento profissional é prática comum para médicos, advogados, engenheiros e outros. Então deveria ser para educadores também. Mas não sem financiamento ou salários de nível profissional. Novamente, isso se reduz ao respeito – ou pelo menos a um conhecimento suficientemente prudente sobre o que é preciso para efetivar mudanças significativas.

CIMEAC: *Elaborar aulas que focam na NdC demanda muito tempo e esforço dos professores. Além disso, essas aulas geralmente usam mais tempo do que uma aula convencional. No Brasil, é comum os professores darem mais de 30 aulas por semana, e essas aulas têm apenas 40 minutos de duração. Você acha que é possível que essa abordagem funcione nessas condições? Como?*

DA: Idealmente, professores e alunos devem explorar juntos a NdC, cada um aprofundando seu próprio conhecimento nessa exploração conjunta. Isso é possível quando a sala de aula é um lugar de pesquisa mútua. Mais uma vez, devemos abandonar o modelo de professor como autoridade exclusiva que dispersa conhecimento de conteúdos para (presumivelmente) ingênuos, (presumivelmente) vazios, e (presumivelmente) vasos receptivos. Idealmente, professores são guias, facilitadores, motivadores. Os professores inevitavelmente gostam dessa abordagem colaborativa, enquanto os estudantes gozam de mais autonomia e senso de relevância (e motivação) ao ter papel ativo em sua própria educação. Mas os professores precisam primeiro adotar uma postura de engajamento, que inicialmente pode parecer assustadora. Mais política.

Pode parecer que uma aula de NdC toma mais tempo. Mas as aulas são totalmente diferentes. Não há comparação. Uma aula que ensina conceitos pode ser vista como uma completa perda de tempo se não houver aulas substantivas de NdC. Isso não é efetivo. Em minha experiência, os professores podem usar casos históricos bem preparados disponíveis em livros que trazem um aprofundamento notável da NdC num período de apenas uma ou duas aulas – aulas que também fomentam o entusiasmo e engajamento dos alunos, o que leva a aprendizagem significativa. A maior parte dos professores ficam impressionados com os resultados de uma única aula, mas ceticismo e hábitos parecem fazer com que muitos evitem logo de cara tentar as alternativas. Talvez precisemos encorajam um pouco de coragem?

CIMEAC: *A maior parte das avaliações escolares estão baseadas nos conceitos. Como poderíamos avaliar se os estudantes estão compreendendo a Natureza da Ciência?*

DA: Pesquisadores da educação já apontaram a necessidade de mudança da avaliação de conhecimento declarativo para habilidades comportamentais, ou competências. De testes de múltipla escolha para a habilidade de realizar certas tarefas. Mesmo sem NdC, esse é um desafio para um sistema educacional concebido como de produção em massa e que busca prestação de contas para partes padronizadas e uniformes (classificatória).

Tudo o que podemos fazer, aparentemente, é defender uma avaliação autêntica e significativa – “testar” os tipos de tarefas que esperamos que pessoas educadas podem realizar. Isso é algumas vezes como medimos a performance para contratações. Uma amostra de trabalho. Um portfólio. Uma demonstração de performance. Não uma prova. Não uma entrevista. Essas são nossas analogias apropriadas para avaliação das habilidades da NdC e outras formas de educação.

Por exemplo, pode ser pedido que o aluno pode forneça uma análise bem informada das alegações em qualquer um dos tópicos ditos anteriormente (celulares e câncer, garrafadas, desmatamento, aquecimento global). É por isso que estamos ensinando Ciência. É por isso que focamos na NdC. Então essas são precisamente as ocasiões para testar o sistema educacional, para ver se ele está sendo bem sucedido (uma visão diferente das avaliações que ranqueiam os estudantes).

CIMEAC: *Na sua opinião, quais seriam as consequências de haver uma população que domina os processos de construção de conhecimento científico?*

DA: Bom, sendo capaz de dissecar alegações científicas, todos podem aproveitar dos mesmos benefícios que atualmente são desfrutados apenas pela elite bem educada. O discurso político deve refletir a Ciência bem informada, ao invés das potentes vozes dos interesses comerciais, ideológicos e políticos. Para alguns, pode parecer perigoso. Para outros, libertador.

CIMEAC: *Em lugares mais pobres o acesso à informação e fatos científicos pela internet não está ao alcance de uma parte expressiva da população. Além disso, alguns educadores dizem que esvaziar o currículo escolar dos conteúdos conceituais acaba desfavorecendo as classes mais pobres. Você acha que o foco do ensino de Ciências deveria estar na natureza da Ciência independente do contexto social? Deve haver diferenças na abordagem de escolas de locais diferentes? Quais?*

DA: Independentemente da escola – para a elite privilegiada tanto quanto para as desfavorecidas – nós nunca conseguimos ensinar tanta Ciência quanto gostaríamos. Nosso objetivo principal deve ser que os estudantes aprendam a aprender, como ensinar a si mesmos, o que vai além de que qualquer experiência de sala de aula que forneçamos a eles. Uma vez que isso é atingido, é claro, o repertório padrão de conceitos torna-se muito menos importante, possivelmente redundante.

Ensinar como a Ciência funciona (o cerne da NdC) é integral para essa aprendizagem fundamental. Cientistas perguntam “como sabemos disso?”. Eles desenvolvem um repertório de métodos e habilidades para avaliar a confiabilidade de qualquer afirmação a respeito do mundo. Isso é básico para qualquer aluno: aprender como uma alegação é justificada por evidência e pela credibilidade de seu emissor. Celulares causam câncer? As garrafadas são remédios eficientes? O desmatamento na Amazônia está contribuindo para a seca em São Paulo? O aquecimento global causado pelo ser humano é real e

quais são as possíveis consequências? Essas questões requerem algo diferente do domínio de qualquer conceito.

A educação a partir da NdC não precisa eclipsar totalmente o entendimento conceitual. Conceitos básicos fornecem uma organização estrutural e referências para aprendizagens futuras. Mas os conceitos por si não substituem ou possibilitam que as camadas superiores de aprendizagem sejam alcançadas. Então a educação em NdC é fundamental. Em uma inversão irônica, nós deveríamos estar ensinando os conceitos apenas se eles não tomarem o tempo das aulas básicas de NdC.

É impressionante quanto conhecimento foi desenvolvido sem (anterior a) a internet. O conhecimento se desenvolve localmente através da experiência e, quando relevante, viaja pelas redes sociais. Mas nem todo esse conhecimento é bem informado e digno de ser aceito. A tarefa dos educadores de qualquer lugar deve ser ajudar a assegurar que qualquer aluno aprenda como avaliar exatamente isso.

CIMEAC: *Você acha que a escola é o único lugar onde aspectos da Natureza da Ciência devem ser prioritários? Mais especificamente, a divulgação científica (notícias, documentários, etc.) que geralmente apresenta apenas os produtos da ciência deveria se preocupar mais com o processo? Haveria adesão?*

DA: A educação de forma geral não é restrita às escolas. Na verdade, toda a cultura está envolvida em “se reproduzir” através de várias formas de fluxos de informação. Então, apesar das escolas terem um lugar especial como locais dedicados à aprendizagem, a “aprendizagem” acontece em todo lugar.

Na minha opinião, jornalistas têm um papel central (como profissionais dedicados a informar o público, e não repetir a agenda política de um editor particular). Por exemplo, um estudo recente mostrou que os leitores de fato reparam em reportagens de jornal que mencionam os limites ou qualificações de novas descobertas providas de pesquisa científica. Esses elementos são a NdC pura, e relevante para interpretar como confiar nessas alegações. Então, sim, jornalistas, educadores de museus, e outros idealmente vão unir forças.

Tradução: Renato Chaves Azevedo

ENTREVISTADORES

<p>Beatriz Schneider-Felicio <i>Universidade de São Paulo (USP)</i></p>	<p>Danilo Seithi Kato <i>Universidade Federal do Triângulo Mineiro (UFTM)</i></p>
<p>Erlon Silva Honorato <i>Centro de Investigações de Metodologias Educacionais Alternativas Conexão (CIMEAC)</i></p>	<p>Felipe Ziotti Narita <i>Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” (Unesp)</i> <i>Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES)</i></p>
<p>Gabriel Santos Paulon <i>Universidade de São Paulo (USP)</i></p>	<p>Genaro Alvarenga Fonseca <i>Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” (Unesp)</i></p>
<p>Rafael Gil de Castro <i>Universidade de São Paulo (USP)</i> <i>Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES)</i></p>	<p>Renato Chaves Azevedo <i>Universidade Estadual de Campinas (Unicamp)</i></p>