

A RELEVÂNCIA DO CONHECIMENTO CIENTÍFICO PARA A CIDADANIA E A INCOERÊNCIA DA EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS¹

The relevance of scientific knowledge for citizenship and the incoherence of science education

Marco Antonio Moreira

Professor Titular Emérito

UFRGS, Porto Alegre, RS, Brasil

moreira@if.ufrgs.br

http://moreira.if.ufrgs.br

http://lattes.cnpq.br/5078954333145104

Resumo

Inicialmente, destaca-se que o conhecimento científico é relevante para a cidadania e, conseqüentemente, o ensino de ciências como Física, Química, Biologia e afins deveria promover a aprendizagem significativa de seus conteúdos e procedimentos. Em continuidade, ao longo do texto, são apontadas falhas no ensino de ciências, feitos comentários e dadas sugestões que podem contribuir para um ensino de ciências que leve a uma aprendizagem para a cidadania.

Palavras-chave: ensino de ciências; aprendizagem significativa; cidadania.

Abstract

Initially, it is argued that the scientific knowledge is relevant for citizenship and, consequently, the teaching of sciences such as physics, chemistry, biology and related ones should promote a meaningful learning of their contents and procedures. Continuing, throughout the text, faults in the teaching of sciences are pointed out, comments are made and suggestions are given that might contribute towards a science teaching that results in learning for citizenship.

Keywords: science teaching; meaningful learning; citizenship.

¹Conferência feita no XIV Colóquio Internacional Educação e Contemporaneidade, EDUCON 2020, 24 e 25 de setembro, online, e nas Jornadas (virtuales) de Educación, Rivera, Uruguay, 29 e 30 de setembro de 2020. Apresentado no I Encontro de Ensino de Física da UERN, 22 a 27 de fevereiro de 2021, online.

Introdução

É desnecessário argumentar que o conhecimento científico é relevante para a cidadania, pois esse conhecimento permeia toda a vida do(a) cidadão(ã). A Física, por exemplo, está na base das tecnologias, da engenharia, das técnicas de diagnóstico e tratamentos usados na ciência médica. A Física tem modelos e teorias que explicam grande parte do mundo físico em que vivemos. A Biologia, a Química, a Neurociência e outras áreas científicas usam conceitos, modelos e teorias derivadas da Física, mas têm identidade própria. A Química e a Biologia estão em todo o corpo humano e em toda natureza, assim como outras ciências.

Então, obviamente, aprender ciência² é um direito para a cidadania. Uma pedagogia libertadora tem que tirar o ser humano do sentido comum de baixo nível, de interpretações ingênuas, da aceitação de modelos e teorias sem uma visão crítica. A ciência diz não às interpretações ingênuas, à aceitação acrítica de modelos e teorias. As interpretações científicas contemporâneas são as melhores que temos, mas não são definitivas. A ciência está sempre buscando melhores modelos e teorias para explicar o Universo, desde perspectivas subatômicas até macrocósmicas, assim como para explicar fenômenos químicos e biológicos com os quais convive o ser humano. (Moreira, 2017).

Conseqüentemente, se as ciências são assim, e se sua aprendizagem é libertadora, seu ensino deveria facilitar a aprendizagem significativa de seus conteúdos e procedimentos. Será que isso acontece? Como ocorre o ensino de ciências na realidade de uma sala de aulas? Essa é a temática das próximas seções deste texto.

Grandes desafios para a educação em ciências

Em 2013, a revista *Science* dedicou grande parte de um volume ao tema grandes desafios na educação em ciências (*Grand Challenges in Science Education*, **Science**, Vol.340, 19 de abril de 2013, pp. 290-323).

Nas primeiras páginas deste dossiê, Carl Wieman, Nobel de Física em 2001 e reconhecido atuante em ensino de Física, é destacado, referindo-se ao ensino superior: *A transformação é possível se a universidade realmente quiser. A maneira como a maioria das universidades de pesquisa ensina ciências nos cursos de graduação é pior que ineficaz, é não científica (p. 292). Há toda uma indústria dedicada a medir que tão importante é minha pesquisa, com fatores de impacto de meus artigos e por aí vai. No entanto, nem sequer coletam dados sobre como estou ensinando. Isso não recebe atenção (p. 293). Há muitos professores que lhes parece totalmente apropriado dedicar mais tempo melhorando seu ensino, mas não é isso que se espera deles (ibid.)*

² Neste texto o termo ciência(s) será usado abrangendo Física, Química, Biologia e Ciências afins, sem que isso queira minimizar a importância de ciências humanas e sociais e outras possíveis ciências.

De fato, assim é. Em carreiras como Engenharia, por exemplo, estudantes³ veem disciplinas como Física e Cálculo como obrigações, não como fundamentais para sua formação. O que querem é apenas passar e verem-se livres dessas disciplinas.

Por que acontece isso? A Física, por exemplo, é ensinada como se fosse um amontoado de fórmulas e respostas corretas. Para cada problema existe uma fórmula e para cada pergunta existe uma resposta correta. Isso não é Física, mas assim é ensinada, treinando os estudantes a resolver problemas usando fórmulas “mágicas” e a dar respostas corretas nas provas. No ensino de Química e Biologia também pode ocorrer algo parecido.

Significados, compreensão, modelagem, criticidade não são requisitos. Aprendizagem mecânica de soluções de problemas e respostas corretas, sim, nesse ensino para a testagem (**teaching for testing**, como se diz internacionalmente). Ainda que o discurso seja outro, muitas vezes bem bonito, esse tipo de ensino não leva à aquisição de conhecimentos para a cidadania.

O mesmo ocorre na educação básica, particularmente no Ensino Médio, no qual estudantes acabam “odiando” certas disciplinas como, por exemplo, a Física. Quando passam nas provas, praticamente apagam de suas cabeças os conteúdos estudados e reproduzidos nessas provas ou testes. É a cultura da “**matéria passada, matéria esquecida**”. No nível universitário muitos professores “dão a matéria”, o que significa que repetem o que está no livro e os estudantes têm que resolver as “clássicas listas de problemas”, que muitas vezes já estão resolvidos em alguma fonte.

Que ensino é esse? Ineficaz? Não! É anticientífico, como disse Carl Wieman, na *Science*, há poucos anos.

Competências e conhecimentos

Atualmente é muito comum falar em currículo por competências ou ensino por competências. Os primeiros significados do conceito de competência estavam associados ao mundo laboral e tinham a ver com habilidades práticas. Com o advento do comportamentalismo, nas escolas as competências passaram a ser os objetivos comportamentais que definiam claramente o que os estudantes deveriam ser capazes de fazer ao final de uma unidade didática. Significados não eram considerados, o que se esperava era que os alunos apresentassem os comportamentos definidos nos objetivos. O resultado foi uma aprendizagem essencialmente mecânica de conteúdos declarativos e procedimentais.

Nos dias de hoje se argumenta que competência têm outros significados; no entanto, ainda refletem um enfoque comportamental à educação. Perrenoud (1999), um conhecido

³ Neste texto os termos estudantes, professor e aluno serão usados sem nenhuma alusão a gênero.

autor no campo das competências, argumenta que é um erro pensar que o desenvolvimento de competências dispensa a aquisição de conhecimentos.

Competências evidenciadas em determinada ação não são, por si só, conhecimentos. O desenvolvimento significativo de competências não é independente da aquisição significativa de conhecimentos. O currículo por competências não descarta conhecimentos e disciplinas. No entanto, a educação, particularmente, o ensino, independente das competências, segue centrado no paradigma da transmissão de conhecimentos e sua aprendizagem mecânica.

A aquisição mecânica de conteúdos é o paradigma, mas deveria ser o da aprendizagem significativa de conteúdos, uma vez que o objetivo da educação deveria estar voltado para a aquisição de conhecimentos e competências para a cidadania, para a vida.

Há uma relação dialética entre a aquisição de conhecimentos significativos e competências. Quanto mais conhecimentos se adquire mais competências são desenvolvidas e vice-versa.

Isso nos leva a perguntar que competências estariam associadas ao ensino de uma verdadeira ciência, uma vez que a ciência não está restrita a fórmulas, reações, taxonomias e respostas corretas.

Deveriam ser competências científicas como, por exemplo, modelagem científica, argumentação baseada em evidências, comunicação de resultados. Essas competências poderiam ser desenvolvidas, por exemplo, através de laboratórios virtuais que poderiam motivar os estudantes a modificar características dos modelos e ver o que acontece; poderiam também fazer experimentos sobre fenômenos não observáveis diretamente. Poderiam ainda fazer simulações e construir modelos computacionais.

Falando em competências, cabe aqui trazer outras palavras de Carl Wieman (2013, p. 294): *O desenvolvimento de competências não pode estar restrito a encher um cérebro de conhecimentos, mas sim de desenvolver esse cérebro.*

Aprendizagem significativa, o que é?

É aquisição de conhecimentos com significado, com compreensão. É saber dizer e saber fazer; é ser capaz de explicar, de descrever, de aplicar conhecimentos, inclusive a situações novas, porém sempre com significado.

A interação cognitiva entre conhecimentos novos e prévios é a característica chave da aprendizagem significativa. Nessa interação o novo conhecimento deve se relacionar de maneira não arbitrária e não literal com aquilo que o aprendiz já sabe.

Segundo David Ausubel (2003), criador da Teoria da Aprendizagem Significativa, se fosse possível reduzir toda a psicologia educacional a um só princípio seria este: **De todos os fatores que influenciam na aprendizagem, o mais importante é o que o aluno já sabe.** Averigüe-se isso e ensine-se de acordo.

Além do importante papel do conhecimento prévio, outra condição para ocorrência da aprendizagem significativa é que o aprendiz apresente uma predisposição para aprender, **uma intencionalidade**, um querer aprender, **um interesse**.

Infelizmente, o ensino de ciências, de um modo geral, não desperta essa intencionalidade, esse interesse, nos alunos. Além disso, não leva em conta o conhecimento prévio dos alunos como variável fundamental para a aprendizagem significativa dos conhecimentos científicos.

Aprendizagem mecânica, o que é?

É aprendizagem puramente memorística, sem significado, sem compreensão, sem capacidade de explicar. Serve para ser reproduzida, a curto prazo, em provas quando a matéria é a mesma que “foi dada” pelo professor nas aulas. **É a que predomina no ensino de ciências.** Pouco resta dessa aprendizagem após as provas.

Aprendizagem significativa e o ensino de ciências

O ensino de ciências leva em conta as condições fundamentais para ocorrência da aprendizagem significativa?

Infelizmente, não! O que predomina na educação básica e superior é a aprendizagem mecânica, sem significado, de fórmulas e definições, leis e teorias que são aplicadas a situações conhecidas, muitas vezes sem compreensão.

Isso é muito triste porque a aprendizagem de ciências é uma herança científica que todos seres humanos têm direito de compartilhar significativamente.

É reconhecido internacionalmente que muitos estudantes desenvolvem, ou já vêm para escola com ele, um sentimento negativo a respeito das ciências porque são difíceis, aborrecidas, com muita memorização de conteúdos.

Na perspectiva psicológica humanista o princípio básico é que o ser humano integra pensamentos, sentimentos e ações, positiva, ou negativamente, para bem ou para mal. Por que, então, essa integração é tão frequentemente negativa a respeito das ciências? Por que as ciências não são percebidas como relevantes para a cidadania? Como mudar esse cenário?

Há muitas respostas para essas perguntas. Por exemplo, mudar o currículo de modo a incorporar Ciência Moderna e Contemporânea, assim como as Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação, aprendizagem ativa, ensino centrado no aluno, atividades colaborativas, sequências de ensino e aprendizagem, gamificação, ...

No entanto, independente do significado de cada uma dessas possíveis respostas, quando o objetivo é facilitar a aprendizagem de conteúdos científicos, de alguma maneira se deve considerar o conhecimento prévio do estudante e despertar sua intencionalidade, seu interesse, para aprender ciências.

Não tem nenhum sentido começar a ensinar um certo conteúdo de um corpo de conhecimentos sem nenhuma ideia do que já sabem, ou não sabem, os alunos a respeito desse conteúdo. Outra coisa que não tem sentido é começar a ensinar um conteúdo sem utilizar situações que façam sentido para o aluno, que sejam de seu mundo, de sua cultura.

Situações e conceitos

São situações que dão sentido aos conceitos e a conceitualização é o núcleo do desenvolvimento cognitivo (Vergnaud, 1990). Conceitos estão na base da compreensão humana (Toulmin, 1977), são estruturantes de corpos de conhecimentos. Por exemplo, sem o conceito de campo eletromagnético o Eletromagnetismo não existiria. Sem o conceito de raio de luz a Óptica Geométrica não existiria. E por aí vai!

As primeiras situações devem ser do contexto do aluno, devem fazer sentido para o aluno e despertar sua predisposição, sua intencionalidade para aprender. É um erro começar a ensinar sem usar situações que façam sentido para os alunos. Infelizmente, um erro muito comum no ensino de ciências. **Como esperar que os estudantes comecem a gostar de ciências se o que está sendo ensinado não faz sentido para eles?**

O mesmo acontece no ensino superior. Por exemplo, em disciplinas de Física Geral e Cálculo para futuros engenheiros não são usadas situações da Engenharia. O resultado é que a estudantes de Engenharia o único que importa é passar e ver-se livre de Física e Cálculo. *Um absurdo.*

No ensino de ciências, conceitos e situações recebem muito menos atenção que fórmulas. No entanto, não tem sentido usar fórmulas, equações, tabelas, reações, classificações, mecanicamente sem compreender os conceitos envolvidos.

Pensando na relevância do conhecimento científico para cidadania é fácil concluir que o ensino de ciências deveria ser diferente, estimulando conceitualização, modelagem, experimentação, argumentação baseada em evidências, comunicação de resultados, ...

Modelos nas ciências, a Física como exemplo

Modelos, assim como conceitos, estão no coração da Física. O Universo é complexo, porém a Física desenvolve modelos com aproximações que nos permitem lidar com essa complexidade.

A Física não é uma ciência exata, pois suas teorias estão baseadas em modelos que incluem aproximações. No entanto, isso não significa diminuir o valor da Física. Ao contrário, os modelos da Física são muito bons e ajudam a entender fenômenos físicos desde o micro ao macrocosmo.

Contudo, no ensino de ciências modelos e sua construção são ignorados. As teorias são ensinadas como descobrimentos de gênios e como se fossem definitivas. **Isso não é ciência e muito menos para a cidadania.**

Modelos e modelagem deveriam integrar naturalmente o ensino de ciências. É muito mais importante aprender a modelar cientificamente do que aprender fórmulas, equações, taxonomias e aplicá-las mecanicamente a situações conhecidas.

Nos dias de hoje a modelagem computacional é uma grande possibilidade para “um outro ensino de ciências”. No entanto, o ensino para a testagem (**o teaching for testing**) não permite isso porque seria uma “perda de tempo”.

Criticidade e dialogicidade

No ensino tradicional, tipo “bancário” (conhecimentos depositados na cabeça do aluno), o que se espera dos estudantes é que reproduzam literalmente nas provas os conhecimentos que foram depositados em suas cabeças. Significado e compreensão não são requisitos. Esse tipo de ensino inibe a crítica e o questionamento. No entanto, nas ciências a criticidade e a dialogicidade são intrínsecas a essas disciplinas.

Perguntas e pensamento estão sempre presentes nas ciências. Estudantes que não aprendem a perguntar, a questionar, não estão aprendendo ciências. Mas a educação bancária, o ensino para a testagem, estimula isso. Aprendizagem de ciências como um direito da cidadania não está associada a essa passividade da educação bancária, mas sim a uma educação dialógica.

Dialogicidade está na essência de uma educação libertadora. Implica que aprendizagem desenvolva uma consciência crítica, que não aceite soluções mágicas, que verifique explicações e que esteja sempre aberta a revisões (Freire, 2007). As ciências são assim, porém seu ensino ignora essas características básicas e as transforma em uma obrigação puramente memorística.

Aprendizagem significativa crítica

É aprendizagem com significado, com criticidade, com consciência crítica. É captar os significados dos conhecimentos que estão sendo trabalhados, porém não como únicos ou definitivos. Da mesma forma com teorias, modelos, respostas. Nenhum conhecimento é único e definitivo.

Para promover uma aprendizagem significativa crítica através do ensino de ciências se recomenda (Moreira, 2005):

- Ensinar/aprender a perguntar em vez de memorizar respostas “corretas”. (*Princípio da interação social e do questionamento*).

- Ensinar/aprender através de distintos materiais educativos, não somente o livro de texto. (*Princípio da não centralidade no livro de texto*).

- Ensinar/aprender que seres humanos são perceptores e representadores do mundo. (*Princípio do aprendiz como perceptor e representador*).

- Ensinar/aprender que a linguagem está totalmente envolvida em qualquer tentativa de perceber a realidade. (*Princípio de conhecimento como linguagem*).

- Ensinar/aprender que o significado está nas pessoas, não nas palavras, nas coisas. (*Princípio da consciência semântica*).

- Ensinar/aprender que seres humanos aprendem corrigindo seus erros. (*Princípio da aprendizagem pelo erro*).

- Ensinar/aprender a desaprender, a não usar conceitos e estratégias irrelevantes. (*Princípio da desaprendizagem*).

- Ensinar/aprender que perguntas são instrumentos de percepção e que metáforas são instrumentos para pensar. (*Princípio da incerteza do conhecimento*).

- Ensinar/aprender usando distintas estratégias de ensino. (*Princípio do abandono da narrativa e do quadro de giz*).

Conclusão

Infelizmente, vivemos em uma cultura em que a educação, básica e superior, está voltada para o mercado, não para a cidadania. As escolas são mais centros de treinamento do que centros de educação. O ensino de ciências está inserido nessa cultura, baseado na memorização de fórmulas, reações, taxonomias, ... e respostas corretas.

As ciências podem contribuir muito para a cidadania, para a vida dos(as) cidadãos(ãs), porque estão na base da tecnologia, da medicina, da produção técnica, ...

Além disso, as ciências podem levar aos(as) cidadãos(ãs) excelentes modelos e teorias que são de seu mundo. Ciências é pensar, questionar, argumentar, experimentar, teorizar, comunicar resultados, ..., procedimentos que fazem parte da cidadania.

No entanto, o ensino das ciências ignora tudo isso e não contribui a uma formação para a cidadania. Focaliza muito mais na preparação para os testes, para o mercado. Esse ensino deve ser repensado. Ciência é muito mais do que isso. Assim como o que é um ensino para a cidadania.

Ensino de ciências para a testagem (o teaching for testing) é um insulto à ciência e à cidadania

Referências

- Ausubel, D.P. (2003). *Aquisição e retenção de conhecimentos: uma perspectiva cognitiva*. Lisboa: Plátano Edições Técnicas.
- Freire, P. (2007). *Pedagogia da Autonomia: saberes necessários à prática educativa*. São Paulo: Paz e Terra. 36ª Ed.
- Mervis, J. (2013). Transformation is possible if a university really cares. *Science*, Vol.340, 292-296.
- Moreira, M.A. (2005). *Aprendizagem significativa crítica*. Porto Alegre, RS: Instituto de Física da UFRGS.
- Moreira, M.A. (2017). The relevance of physics knowledge for citizenship and the incoherence of physics teaching. In Leite, L., Dourado, L., Afonso, A. S. and Morgado, S. (Eds.). *Contextualizing Teaching to Improve Learning. The case of Science and Geography*. New York: Nova Science Publishers. 2017.
- Perrenoud, P. (1999). *Construir competências desde a escola*. Porto Alegre, RS: Artmed.
- Toulmin, S. (1977). *La comprensión humana – volumen 1: El uso colectivo y la evolución de los conceptos*. Madrid: Alianza Editorial.
- Vergnaud, G. (1990). La Théorie des Champs Conceptuels, *Récherche en Didactique des Mathématiques*, 10(23): 133-170.