

As Ciências ou as Humanidades: Quem deve ensinar as controvérsias em Ciência?

Ralph Levinson¹

Tradução: Rosana Howo Monteiro

Revisão técnica na área de Genética: Maria Albertina de Miranda Soares

Resumo: Os avanços na ciência biomédica têm importantes implicações para a tomada de decisão em políticas públicas e para o ensino nas escolas. O discurso reducionista predominante impede o entendimento das questões éticas que surgem a partir desse tópico complexo. A pesquisa que foi feita sobre os desafios pedagógicos, com os quais os professores de ciências e de humanidades se deparam ao lidar com as questões éticas em ciência, pode ajudar a estabelecer o que deve ser investigado para a avaliação de critérios efetivos de ensino de temas controversos em ciência.

Palavras-chaves: Ciência, ética, reducionismo, ensino.

Abstract: Advances in biomedical science have important implications for public policy decision-making and teaching in schools. Understanding the ethical issues arising from this complex topic is impeded by the predominant reductionist discourse. Research that has been done into the pedagogical challenges facing science teachers and humanities teachers in addressing ethical issues in science, can help to generate the appropriate research questions to evaluate effective criteria in teaching controversial issues in science.

Descriptors: Science, ethics, reductionism, teaching, subject areas

Introdução

Se as manchetes na imprensa britânica são um reflexo dos interesses públicos, então os desenvolvimentos na biotecnologia e nas ciências biomédicas estão tendo um grande impacto sobre a sociedade ocidental. Dificilmente passamos um dia sem um editorial ou manchete destacando alguma controvérsia, seja relatando os debates nos comitês parlamentares, ou a

¹ Ralph Levinson é professor de Ensino de Ciências no Institute of Education, University of London, e foi diretor do projeto intitulado *O ensino de aspectos sociais e éticos no currículo escolar, decorrentes dos desenvolvimentos na biomedicina: Um estudo dos professores*, financiado pela Wellcome Trust. Ele está desenvolvendo pesquisa sobre o ensino de bioética e prepara um livro sobre os desafios do ensino de controvérsias em ciência. Lewinson é co-editor de *Science Today* e editor de *Teaching Science*.

formação de comissões, sobre as implicações atuais dos desenvolvimentos na biotecnologia e nas ciências biomédicas. A discussão dessas questões vai além das páginas da imprensa. No ano passado, o *Daily Mail*, um tablóide britânico popular, publicou uma série de artigos que tratavam desde a intervenção do Príncipe Charles no debate sobre os alimentos geneticamente modificados² até longas discussões sobre clonagem terapêutica, xenotransplantação, seleção genética, testes genéticos, terapia gênica, patentes de genes e a criação artificial de vida. O evento mais espetacular do milênio, de acordo com as manchetes da imprensa, foi a publicação do primeiro esboço do genoma humano. A hipérbole foi a ordem do dia. De acordo com o presidente Clinton, em entrevista ao *The Guardian* de 27 de junho de 2000, o genoma era “sem dúvida, o mais importante, o mais extraordinário mapa já produzido pelo ser humano...” “Nós estamos aprendendo a linguagem na qual Deus criou a vida”. Deus, contudo, deve ter compreendido o presidente em sua apropriação excessivamente determinista da linguagem.

Apesar de a mídia ter sido proeminente na veiculação dos debates, sérias consultas sobre essas questões ocorreram tanto no nível parlamentar como no público, como, por exemplo a *Human Genetics Commission* (HGC). A HGC é um órgão não-executivo, consultivo do governo do Reino Unido, que orienta sobre as questões sociais e éticas que surgem a partir do rápido desenvolvimento da nova genética. Recentemente, a HGC promoveu um exercício de consulta pública – “Quem manipula seus genes?” – para descobrir as visões do público sobre a reserva, a proteção e o uso de informação genética pessoal.³ Já que os resultados dessa consulta têm que ser publicados, o processo de consulta sobre essas questões públicas e pessoais tem que fazer algumas hipóteses sobre o conhecimento das pessoas sobre ciência, seu entendimento dos procedimentos éticos, e, sobretudo, sua confiança nas instituições políticas. A consulta pública sobre questões relativas à ciência tem sido realizada de modo limitado no Reino Unido (Joss e Durant 1995), mas é muito mais amplamente usada na Holanda e, particularmente, na Dinamarca. No entanto, a eficácia de qualquer exercício de consulta pública sobre assuntos científicos deve, por fim, ser influenciada pela educação que os futuros cidadãos receberam na escola, tanto formal como informalmente. Os jovens necessitarão ser equipados com as habilidades necessárias para contribuir para o diálogo emergente entre os legisladores e os cidadãos.

Uma questão particularmente controversa que já está criando enormes dilemas éticos, os quais terão impacto sobre os futuros cidadãos que hoje estão na escola, é o diagnóstico genético da pré-implantação (PGD).⁴ Essa tecnologia foi divulgada na mídia como resultado de um bebê “criado” nos Estados Unidos aparentemente para gerar um tecido perfeito, compatível com sua irmã mais velha que sofria de uma deficiência imunológica potencialmente fatal – a anemia de Fanconi (*Guardian*, 5 de outubro de 2000). Um casal britânico com três filhos, cuja filha menor tinha morrido recentemente num incêndio, queria usar essa técnica para conceber uma menina para recuperar a ‘dimensão feminina’ da família (*Daily Mail*, 5 de outubro de 2000). Enquanto a *Fertilisation & Embryology Authority*, um órgão regulatório, ainda não permite que o casal escolha ter uma menina dessa forma,

2 Charles: My Fears Over the Safety of GM Foods’, in *Daily Mail*, 1º de Junho de 1999.

3 O site é: www.hgc.gov.uk/business_consultations2.htm.

4 Resumidamente, um hormônio como a serotonina, que estimula a produção múltipla de óvulos, é administrado na mãe. Os óvulos são removidos e fertilizados *in vitro*. Uma vez fertilizados, quando atingem 6 a 8 células, são selecionados geneticamente. Os embriões “saudáveis”, nesse caso aqueles que não apresentam o gene para a anemia de Fanconi, são implantados no útero.

a nova legislação dos direitos humanos no Reino Unido pode permitir que eles desafiem efetivamente esse regulamento (*The Observer*, 8 de outubro de 2000).

É provável que desafiar essa proibição influencie as políticas públicas e sociais em torno dessas novas tecnologias genéticas e as atitudes com relação à deficiência. Que tipos de mensagens atingem as pessoas com deficiência quando elas sabem que elas poderiam não ter nascido se a tecnologia estivesse disponível mais cedo? Como a informação sobre uma deficiência em potencial poderá afetar as provisões de bem-estar no futuro? Deve-se permitir aos pais decidir que um bebê potencialmente deficiente não tenha o direito à vida? Em que condições os pais podem escolher? O quanto as novas tecnologias médicas podem aliviar as deficiências? Em que medida as considerações econômicas devem ser um fator em termos de custos de manutenção? Quais são as normas sociais de seleção que são consideradas aceitáveis? Deve-se permitir que os pais escolham a cor do olho, estatura e sexo da criança? Qual é a linha divisória entre uma deficiência genética e a aparência física? Deve-se permitir que pais surdos selecionem crianças surdas? Essas são considerações éticas com as quais os pais podem se deparar e elas terão um impacto social. Se começarmos a permitir que os pais escolham seus bebês potenciais, não devemos disponibilizar livremente essa tecnologia para qualquer pessoa? E se não, por que não?

Uma mensagem implícita na mídia sobre as novas tecnologias é que a ciência e a tecnologia corretas podem erradicar doenças de uma maneira direta – identificando o gene “vilão”, corrigindo-o ou removendo-o inteiramente, e nós podemos destruir as deficiências genéticas. O gene torna-se o foco de atenção, mais do que o indivíduo, a comunidade, ou a sociedade mais genericamente. Essa abordagem reducionista do genoma tem sido criticada por biólogos (Fox Keller 1995; Hubbard 1995; Rose 1997) que enfatizam que pouquíssimas manifestações genéticas resultam em uma expressão direta do genótipo à doença. Fox Keller escreveu sobre o discurso dominante da ação do gene no qual “o próprio brilho dos geneticistas [...] não permitia nem tempo nem espaço para que o resto do organismo, a economia excedente do soma, pudesse exercer seus efeitos.” (p. 15)

A fibrose cística (FC), por exemplo, é uma doença hereditária causada por uma mutação genética, que afeta principalmente os pulmões e o pâncreas. Aproximadamente uma em 2.500 pessoas no Reino Unido desenvolve essa condição. Os sintomas da FC são um muco espesso e pegajoso que se deposita nos pulmões causando infecções e dificuldades de respiração. O pâncreas não funcional torna a digestão difícil. (Wallis 1999). Até recentemente quem sofria dessa doença raramente atingia a idade adulta. Avanços recentes na medicação ampliaram consideravelmente a longevidade de seus portadores ainda que seu tempo de vida seja muito menor do que a média e eles suportem muita dor durante suas vidas. Além disso, a FC sobrecarrega os familiares do portador com stress emocional e com os gastos com o tratamento. A FC é freqüentemente usada como um exemplo da herança de uma doença hereditária nas escolas. Como a doença é determinada pela alteração de um único gene, é relativamente fácil traçá-la através da história familiar porque ele segue o padrão mendeliano de herança. Como o gene é recessivo nós podemos prever que se os pais são portadores do gene para a FC há uma chance em quatro de a criança desenvolver a doença. Há também uma chance em quatro de a criança ser não-

portadora, e duas chances em quatro de ela ser portadora mas não desenvolver a doença.

Um dilema ético que é em geral apresentado aos estudantes é como aconselhar pais que podem ser portadores potenciais gene da FC. Fornecida a herança mendeliana simples e nenhum outro conhecimento genético, os estudantes chegam a decisões particulares sobre o que os pais devem fazer. Contudo, situações reais são muito mais complexas do que isso. Outras fontes de conhecimento podem influenciar qualquer decisão. Primeiro, existem variedades de FC que diferem na natureza dos efeitos que elas causam; segundo, a ligação entre o genótipo (a configuração genética) e o fenótipo (a manifestação dos genes) não é sempre direta e os indivíduos podem não desenvolver a doença mesmo que eles possuam o gene; terceiro, a doença pode ser mediada pela ação de outros genes que não a determinam mas somente a influenciam sob circunstâncias particulares; finalmente, a terapia gênica e novos procedimentos cirúrgicos, que estão atualmente sendo desenvolvidos, podem aliviar consideravelmente os sintomas da FC de modo que o indivíduo pode contar com um período de vida normal livre da dor.

Os dilemas éticos apresentados pelo aconselhamento de pais poderiam se deter no risco de ter um bebê doente, no atendimento médico necessário e, por isso, nas condições sócio-econômicas da família e nos sistemas de assistência com os quais eles podem contar, na confiança em seus médicos e nas atitudes religiosas. Em termos de conceitualizar a interação epistemológica entre os conceitos éticos e científicos no currículo, as seguintes características precisam ser identificadas:

O nível do conteúdo científico (os conceitos declarativos: gene, genótipo, expressão do gene, fenótipo, mutação, modo de herança);

A natureza da ciência, implícita ou explícita no ensino (incertezas, avaliação de complexidades e de risco, visões além da padrão, como, por exemplo, a ciência radical, as feministas, grupos de deficientes etc);

O dilema ético e a argumentação ética (valores e evidência: o peso dado a eles);

O contexto no qual a argumentação ética acontece (identificar as circunstâncias que influenciam uma decisão, como, por exemplo, o status sócio-econômico, os sistemas de assistência, a religião).

Quaisquer iniciativas curriculares que se voltem para esses desenvolvimentos contemporâneos nos níveis pessoal e social precisam incorporar essas características. A tensão social e econômica gerada pela visão do bem-estar genético, isto é, a seleção de bebês com

uma dada condição, e por uma visão de mundo do bem-estar social provavelmente tenderá a uma diminuição dessa última 'se nós avaliarmos crescentemente os direitos e deveres em termos genéticos, [podendo] no fundo anular as liberdades civis e os direitos sociais, colocando em risco assim as liberdades fundamentais.' (Miringoff 1991). É provável que o modo como nós ensinamos as questões sociais e éticas que surgem a partir da nova genética tenha um tom político, para não dizer das conseqüências.

O contexto escolar

O novo currículo nacional na Inglaterra reconhece que as questões éticas e sociais estão no seio do ensino de ciências. Ele recomenda que os professores de ciências:

"Ensinem os alunos a considerar o poder e as limitações da ciência no tratamento de questões industriais, sociais e ambientais, incluindo os tipos de questões que a ciência pode e não pode responder, *incertezas no conhecimento científico, e questões éticas envolvidas.*"⁵ (DfEE/QCA 1999)

Essa afirmação considera como não-problemáticos os fundamentos epistemológicos e pedagógicos da ciência e da ética, assumindo que:

1. O estudo da ciência pode proporcionar uma arena para o estudo das questões éticas;
2. Há uma coerência epistemológica nas questões que a ciência e a ética tentam tratar; e, a partir disso,
3. Os professores de ciências têm o conhecimento especializado para ensinar as questões éticas na ciência.

Conforme discutimos anteriormente, a publicidade regularmente dada na mídia ao impacto social dos desenvolvimentos na pesquisa biomédica, os esforços de consulta pública sobre assuntos de ciência e as importantes implicações pessoais dessa pesquisa, demonstram que as principais questões éticas contemporâneas estão no seio da ciência e da tecnologia.

O segundo ponto é muito mais controvertido. Ao passo que a ciência é a arena dessas controvérsias, não se pode necessariamente assumir que o currículo de ciências incorpore os conceitos e procedimentos para tratar de tais questões, como se 'devemos ser capazes de selecionar a cor dos olhos dos bebês?' A dicotomia entre ser/dever distingue o estudo da ciência como descritivo do 'que é' da dimensão ética do 'que deveria ser'. Esse é um desenvolvimento relativamente recente em ciência. A teleologia, a sugestão de propósito, está presente na ciência desde Aristóteles e pode ser parte da ciência moderna muito mais do que geralmente se reconhece (Midgley 1992). Mesmo Bacon, o progenitor do indutivismo científico, apontava a indução como um método para possibilitar a *leitura* clara, mais do que a interpretação, do Livro da Natureza, isto é, da Essência de Deus (Popper 1972, pp. 12-18). No entanto, as diferenças epistemológicas e ontológicas entre o discurso ético e o científico seriam enfatizadas por muitos tanto em ciência como nas comunidades de ensino de ciências.

5 Grifo do autor.

Ensinar as questões éticas e sociais decorrentes dos desenvolvimentos na pesquisa biomédica terá um impacto além do currículo de ciências. As questões de amplo interesse social são cobertas pela sociologia, pela geografia humana e pela história. As questões éticas, tratadas por professores de educação religiosa, inglês e psicologia. Reconhecendo a inter-relação complexa entre ciência e política social, Jenkins (1999) argumenta que os professores de ciências precisam desenvolver habilidades mais comumente associadas aos professores de inglês e história, 'nas quais o debate e a controvérsia constituem um território mais familiar', um ponto reforçado por um estudo comparativo entre professores de história e de ciências (Donnelly 1999). Como professores de diferentes áreas desenvolvem uma pedagogia que encoraje o debate sobre questões éticas?

Para tratar dessa última questão, eu relato brevemente alguns aspectos de destaque de um estudo entre a Inglaterra e o País de Gales que nosso grupo da University of London, Institute of Education, realizou através da Wellcome Trust.⁶ Esse estudo coletou relatos de professores⁷ que trabalham com estudantes na faixa etária entre 14 e 19 anos sobre como eles tratam os desenvolvimentos na ciência biomédica. O estudo foi realizado entre agosto de 1999 e abril de 2000.

O projeto

Os principais objetivos dessa pesquisa foram identificar qual a importância, para os professores, do ensino dos aspectos sociais e éticos da ciência através do currículo, as estratégias e os recursos empregados e os obstáculos enfrentados. Depois de receber 622 questionários completos, 114 professores foram entrevistados tanto individualmente como em grupos pequenos. Essas entrevistas, assim como um seminário especialmente preparado para obter um feedback sobre nosso relatório provisório, foram usados para desenvolver e posteriormente questionar as conclusões dos questionários. As respostas dos questionários e das entrevistas foram independentemente codificadas por pesquisadores, obtendo-se uma significativa concordância. As descobertas discutidas são relacionadas predominantemente às entrevistas semi-estruturadas.

Percepções sobre o tema

Eu acho que quando nós falamos sobre ética de alguma coisa [...] você vai dar uma opinião que está baseada mais do que qualquer coisa num fato. Uma vez que você começa dando uma opinião você encontra discordância. Então eles tratam o assunto como um todo da mesma maneira que

6 O ensino de aspectos sociais e éticos no currículo escolar, decorrentes dos desenvolvimentos na biomedicina: Um estudo dos professores. O relatório estará disponível no início do corrente ano e deve ser publicado em breve pela Wellcome Trust. Um resumo da pesquisa pode ser encontrado em Levinson et al (2000), 'Constraints on teaching the social and ethical issues arising from developments in biomedical research: A view across the curriculum in England and Wales.' In: Cross, R. e Fensham, P. (eds). *Science and the citizen: Implications for science educators and the public at large*. Melbourne Studies in Education.

7 As escolas de educação superior aceitam somente estudantes de 16 anos ou mais e em geral oferecem cursos para adultos. Nosso principal interesse nesse estudo foi o grupo etário de 14 a 19 anos.

que os professores de Ciências se ajustem a uma abordagem curricular que acomode suas epistemologias implícitas.

Os professores de humanidades⁸ viram-se como complementares ao ensino de questões sócio-científicas. Enquanto o especialista em ciência ensina os fatos, os de humanidades *salientam as questões morais e éticas* (Coordenador de humanidades, Escola J), corroborando assim as visões que a maioria dos professores de Ciências em nossa amostra pareciam ter do currículo.

O conhecimento básico da ciência não era aparentemente necessário para a maioria dos professores de humanidades que nós entrevistamos. Eles não usavam, como um todo, os conceitos de ciência em suas aulas. Apesar de a minoria dos professores de humanidades ter expressado dúvidas sobre seu próprio nível de conhecimento científico para lidar com as questões sociais e éticas no contexto da ciência, isso se relacionou principalmente a suas preocupações com o uso pelos estudantes de informação acurada nas discussões.

Os professores de Inglês exploraram as posições de interesse por trás das manchetes; os professores de Política, por exemplo, focaram em como os grupos lobistas operavam, não no conteúdo das questões, e em Sociologia,

[nas] Minhas aulas, a forma como isso acontece é através da noção de controle, poder e a tomada de decisão em nossa sociedade e as relações entre isso e a mídia e a democracia e assim por diante (Coordenador de humanidades, Escola A).

Para uma pequena proporção de professores de humanidades que nós entrevistamos era melhor em alguns casos manter a ciência e as questões éticas separadas.

E se você fala sobre a política de Hitler sobre a eugenia, eu não preciso necessariamente de uma análise genética completa para ser capaz de explicar sobre o que nós estamos tratando (Coordenador de humanidades, Escola O).

No entanto, uma interpretação cuidadosa da relação entre a seleção natural e a evolução, e um entendimento dos princípios da genética, poderiam ajudar os estudantes a apreciar as formas pelas quais a ciência pode ser distorcida por propósitos ideológicos. Contudo, essa é uma área profundamente problemática: Que nível de conhecimento de genética seria apropriado para tratar de eugenia? E qual é o nível de entendimento da natureza da ciência que seria suficiente para distinguir-se entre o que é cientificamente válido e o que não é? É, portanto, compreensível, se não justificável, que os professores recorram a uma pedagogia e ao conhecimento do conteúdo no qual eles se sintam seguros.

Os professores de Ciências mostraram-se preocupados com o fato de não-cientistas ensinarem questões baseadas em tópicos de ciência. A habilidade para lidar com as questões foi considerada um problema claro, com os professores de Ciências argumentando

8 Nós usamos o termo 'humanidades' para incluir os professores de arte e de ciências sociais.

que eles poderiam lidar mais habilmente do que os professores de humanidades com essas questões se a informação técnica citada pelos estudantes estivesse claramente errada. As dúvidas foram expressas no sentido de não-cientistas ensinarem aspectos sociais e éticos de questões científicas porque isso poderia encorajar a persistência de equívocos.

[...] como professor de Ciências, me preocupa que quando questões, como a clonagem, estão sendo discutidas, as pessoas lidando com isso tenham clareza sobre a ciência disso e não [...] apresentem a visão que nós algumas vezes incorporamos da mídia. A clonagem é um exemplo brilhante porque me parece que pelo menos metade da população acha que um clone é um adulto completamente formado. [...] as pessoas estão tentando lidar com as questões éticas relacionadas a isso, mas elas não estão necessariamente entendendo a ciência direito (Professor de Física, Escola D).

Os professores de humanidades podem estar mais interessados na persuasividade de um argumento e prestar menos atenção à informação técnica do que os professores de Ciências. Se as humanidades, em particular as aulas de inglês, são campos mais férteis para os estudantes debaterem e articularem idéias controversas, então os professores com uma formação em ciência devem ser capazes de evitar o surgimento de importantes mal-entendidos.

Discussão

É muito difícil para os professores de Ciências tratarem dos aspectos éticos ligados à ciência contemporânea: poucos professores, quaisquer que sejam suas especializações, podem trabalhar nessa área com confiança e experiência. Isso não se deve a qualquer inadequação por parte dos professores, mas à complexidade das questões. Essas novas tecnologias são carregadas de imponderáveis: avaliação de risco, como no debate sobre a pesquisa de células **progenitoras**⁹, a natureza complexa do processo científico (o quanto os professores sabem sobre o controle apropriado dos experimentos; as diferentes avaliações da tecnologia em desenvolvimento); as mudanças tanto na natureza como nos processos éticos e legais à medida que a tecnologia se desenvolve. Se essas são tarefas complexas para comitês governamentais formados por especialistas, que dirá para os professores que têm obrigações de ensino, administrativas e acadêmicas, além de um currículo variado sobre o qual eles possivelmente não podem ter um conhecimento atualizado completo todo o tempo.

No entanto, isso não deve necessariamente levar à omissão do ensino de questões éticas que surgem dos desenvolvimentos nas ciências biomédicas. O que é necessário são exemplos do que seria ensinar questões éticas nas ciências biomédicas, mas que sejam flexíveis e não prescritivas. É preciso desenvolver recursos a partir de grupos marginalizados. As mais poderosas vozes tendem a ter websites atrativos cheios de recursos, mas se

9 Células progenitoras (ou "stem cells") são células cuja principal função é a formação de células especializadas, como as células sanguíneas. (NT)

deve tentar incluir, por exemplo, grupos com algum tipo de deficiência. Para os professores de Ciências, o problema é particularmente acentuado porque a controvérsia, o debate e a natureza provisória do conhecimento não constituem uma parte significativa de sua pedagogia. Enquanto os professores de humanidades estão mais acostumados ao debate e à discussão sobre questões contemporâneas, em geral falta-lhes o conhecimento básico para tratar das imprecisões.

Há outros dois fatores que precisam acompanhar o treinamento de todos aqueles que vão trabalhar com questões éticas. Os dados do projeto indicam que os professores de Ciências e de humanidades têm forças e fraquezas complementares. Enquanto os professores de humanidades ficam mais à vontade com a controvérsia, os professores de ciências têm um conhecimento maior dos conceitos da ciência. A colaboração pode oferecer contribuições úteis; infelizmente, os professores de Ciências e de humanidades raramente trabalham em colaboração no Reino Unido. Um modelo útil de cruzamento curricular e de co-ordenação que emergiu dos dados é o *dia da queda* em que *as turmas anuais saem do currículo para estudar tópicos tais como ciência e religião* (Coordenador de educação religiosa, escola J). Os especialistas em ciências e humanidades criam uma série de atividades de aprendizagem que são avaliadas através do programa de educação religiosa GCSE¹⁰. Nesse sentido, o tópico tem status porque é formalmente avaliado; os professores trabalham juntos sob o princípio da integração e nenhuma área é hegemônica.

Finalmente, tal colaboração oferece uma rara oportunidade para localizar o ponto de encontro epistemológico entre ética e genética. Isso, num estudo interpretivista, significaria 'provocar o professor' para entender a dinâmica da sala de aula quando essas questões estão sendo ensinadas. Claramente, no momento, não são somente nossas construções do conhecimento sobre o assunto nas humanidades e nas ciências que forçam a possibilidade para a mudança, mas também nossas pedagogias que impõem limites sobre as formas de saber dos alunos. Isso envolveria um diálogo entre o pesquisador, o professor e o estudante, investigando visões de mundo e experiências pessoais, explorando a dialética entre os discursos da ciência e da ética, entre observador e observado, estudantes e professores, e suscitando novas questões pedagógicas e de pesquisa que desafiem os modelos aceitos de ensino e aprendizagem. Essa é a próxima fase e um projeto piloto já começou.

Referências bibliográficas

- Asch, A. e Geller, G. (1996). 'Feminism, bioethics and genetics'. In: Wolf, S. (Org.) *Feminism and bioethics: beyond reproduction*, Nova York: Oxford University Press.
- Claxton, G. (1997). Science of the Times: A 2020 vision of education. In: Levinson, R. e Thomas, J. (orgs.), *Science Today: Problem or Crisis?* London, pp. 71-86.
- DfEE/QCA (1999). *Science: The National Curriculum for England*. London: HMSO/QCA.
- Donnelly, J. (1999). Interpreting differences: the educational aims of teachers of science and history, and their implications. *J. Curriculum Studies*, vol 31, n° 1, pp.17-41.

¹⁰ *General Certificate of Secondary Education* é um exame nacional feito por alunos de 16 anos na Inglaterra e no País de Gales.

- Fox Keller, E. (1995). *Refining life: metaphors of twentieth century biology library*. The Wellek Library lectures, New York: Columbia University Press.
- Hubbard, R. (1995). Genes as Causes. In: Shiva, V. e Moser, I. (orgs.) *Biopolitics*, London Atlantic Highlands, N.J. : Zed Books Penang, Malaysia : Third World Network.
- Jenkins, E. (1999). School science, citizenship and the public understanding of science. In: *Int. J. Sci. Ed.*, vol 21 (7), pp. 703-10.
- Joss, S. e Durant, J. (orgs.) (1995). *Public Participation in science: the role of consensus conferences in Europe*, London.
- Midgley, M. (1992). *Science as salvation: a modern myth and its meaning*. London: Routledge.
- Millar, R. e Osborne, J. (orgs.)(1998). *Beyond 2000: Science education for the future*. King's College London, School of Education.
- Miringoff, M-L. (1991). *The social costs of genetic welfare*, Brunswick NJ: Rutgers University Press.
- Popper K. (1972). *Conjectures and Refutations*, Routledge and Kegan Paul: London and Henley.
- Rose, S. (1997). *Lifelines: biology, freedom, determinism*, London: Allen Lane.
- Wallis, G. (1999). *The genetic basis of human disease*, London: The Biochemical Society.