

A aula de ciências do ensino secundário do futuro¹

Bill Baird

Auburn University

bairdwe@mail.auburn.edu

Resumo

Como serão as aulas das ciências em 2005? Como irão os professores ajudar todos os alunos a adquirir competências, capacidades de raciocínio, conhecimento e atitudes que os ajudem a viver no século XXI? Os esforços nacionais para reformar o currículo das ciências dão orientações no sentido (a) da integração da ciência com a matemática e outras disciplinas, (b) mais tempo dedicado à investigação e a projectos de longo prazo, (c) mais trabalho de grupo e aprendizagem cooperativa, (d) aplicação eficaz das ferramentas técnicas existentes, como sejam as calculadoras gráficas, os laboratórios de micro-computadores e (e) a avaliação realista ligada a resultados não académicos. Este artigo defende que as actuais orientações da reforma resultarão em aulas que serão lugares mais interessantes para aprender e aplicar a ciência.

“Devemos estar todos preocupados com o futuro porque vamos viver lá o resto das nossas vidas”

Charles Francis Kettering, *Seed for Thought*, 1949

Entrem numa máquina do tempo e avancem dez anos para o ano 2005. Como serão as aulas de ciências da escola secundária? O que aprendemos sobre a forma de ensinar ciência a todos os americanos? Como iremos aplicar aquilo que aprendemos sobre o ensino e a aprendizagem para ajudar os jovens a preparar as suas vidas no novo século? Os contextos de ensino das ciências irão ser melhorados pelo uso eficaz de novas ferramentas? Os alunos estarão motivados para um melhor desempenho? Os professores de ciências serão profissionais mais competentes? Irão os ambientes de sala de aula promover resultados como as competências processuais, as competências de resolução de problemas, o trabalho de equipa, melhores auto-conceitos, objectivos de carreira que incluam as ciências e a transferência de conhecimentos para novas situações? O que irá ser diferente no ensino das ciências no ensino secundário? O que será igual em 2005?

¹ Texto escrito em 1995

Coloquei estas questões a colegas que integram grupos de discussão sobre ciência na Internet, da *National Association for Research in Science Teaching* e da *Association for the Education of Teachers in Science*. Procurei na literatura textos com as palavras “futuro”, “aprendizagem das ciências”, “ensino das ciências” e “aulas” ou “ensino”. Jim Morrison, editor de *On the Horizon*, colocou uma primeira versão deste texto na Internet e pediu reacções. Este artigo resume as respostas a estas questões e aquilo que eu penso que essas respostas significam em termos de ciência na escola secundária, daqui a 10 anos, no século XXI. (...)

Ciência para todos os alunos

O documento, *Science for All Americans* (American Association for the Advancement of Science, 1992) defende que cada aluno, não apenas a elite intelectual, pode e deve dominar os elementos da literacia científica. Este termo é habitualmente definido como a capacidade para reconhecer e aplicar uma abordagem racional na compreensão do mundo, o qual pode ser explicado e manipulado em benefício do ser humano. Os cidadãos cientificamente literatos podem discutir e tomar decisões sensatas sobre os problemas relacionados com a chuva ácida, o aquecimento global, a SIDA, o aumento da população, o decréscimo dos recursos minerais e energéticos, etc. Os cidadãos cientificamente literatos acreditam que estes problemas são passíveis de soluções racionais. Compreendem quer os benefícios quer os potenciais riscos da ciência aplicada e da tecnologia.

O *Florida State Department of Education* (1995) diz isto muito bem na definição do seu quadro curricular de referência:

A ciência e o seu descendente, a tecnologia, afectam os sistemas ambiental, social, económico e político. Devido ao conhecimento científico, temos a cura para a poliomielite e para a raiva, temos a refrigeração para proteger a nossa alimentação, temos formas mais eficazes de conservar a energia. Devido ao nosso conhecimento sobre as descobertas científicas, podemos resolver questões como o tratamento do lixo, a distribuição da alimentação e a engenharia genética. A ciência é parte integrante da vida. É por isso que a educação de cada pessoa responsável deve incluir os princípios básicos da ciência, bem como os processos e atitudes usadas para desenvolver o pensamento científico” (p. 5) (...)

O currículo

No currículo do futuro será posta uma maior ênfase nas interrelações, tradicionalmente designada por “ecologia”. Temas como a relação predador-vítima, as cadeias alimentares, as exigências de preservação das espécies, a dinâmica das populações e os efeitos do ser humano nos ecossistemas, serão explorados numa perspectiva integrada da ciência. Equipas de alunos debaterão os impactos globais do consumo e desperdício humanos nas outras espécies. A perda dos *habitats* e a pressão sobre os animais e as plantas serão analisadas.

Os professores necessitarão de apoio para trabalhar mais sem o manual, numa abordagem dinâmica do currículo. Isto significará a utilização de redes electrónicas através da Internet e o envolvimento local em oficinas de formação. As universidades e as instituições locais desempenharão um papel mais activo no apoio aos professores. A busca de estratégias para encorajar uma participação mais activa dos alunos na aprendizagem preocupará todos os envolvidos na educação científica.

A tabela 1, retirada de *Science for All Students: The Florida Pre K-12 Science Curriculum Framework* (1995), compara as práticas curriculares tradicionais em ciência com as recomendadas pelas novas linhas de orientação (...).

Tabela 1:

Comparação entre a prática tradicional e a prática recomendada no ensino da ciência

Tradicional	Recomendada
Ciência para alguns	Ciência para todos
Baseada no behaviorismo	Baseada no construtivismo
Objectivos comportamentais – a aprendizagem baseia-se em comportamentos mensuráveis	Objectivos conceptuais – a aprendizagem baseia-se na construção de conceitos/aprendizagem significativa
Baseada em textos	<i>Hands-on/Minds-on</i>

Passiva	Activa
Investigação confirmatória	Investigação de resolução de problemas
Orientada para factos	Orientada para conceitos
Demonstrações pelos professores	Laboratórios/Experiências de campo
Ciência encarada como uma matéria isolada com fracas relações com a matemática, os estudos sociais, as linguagens artísticas, a arte ou a música	Ciência vista como parte de um mundo interdisciplinar. Ênfase colocada na relação entre a ciência e o mundo dos alunos, que não é compartimentado
O professor apresenta o conhecimento e os estudantes aprendem-no. A comunicação tem, em geral, um só sentido	O professor é um facilitador da aprendizagem e também um aprendente. Os alunos são aprendentes e também professores em algumas situações. As redes de comunicação substituem formas de comunicação unidireccional.
Uso limitado da tecnologia	Integração total da tecnologia apropriada no ensino
Uso exclusivo de avaliação de papel e lápis, desligada do ensino	Avaliação multidimensional, integrada no ensino
Aprendizagem competitiva	Aprendizagem cooperativa
Exposição	Currículo em espiral
Muitos temas abrangidos, com pouca	Poucos temas abrangidos, com maior profundidade

Florida Department of Education. (1995). *Science for All Students: The Florida Pre K-12 Science Curriculum Framework*. (Tallahassee, FL: Author) (p. 37). (...)

Horários

No passado, as aulas de ciências, na maior parte das escolas, eram interrompidas por toques de campainha, em cada 55 minutos. Os professores eram, certamente, os únicos profissionais que tinham de desenvolver o seu trabalho em blocos de tempo tão arbitrários. Apesar de necessitarem de preparar e realizar demonstrações e arrumar laboratórios, era atribuído aos professores de ciência o mesmo tempo que aos outros. Em 2005, as escolas terão alternativas que oferecerão mais tempo para a aprendizagem.

Os blocos de tempo ultrapassarão os tradicionais 55 minutos, permitindo aos professores realizarem experiências de laboratório e demonstrações com os seus alunos, examinar os resultados e implicações e explorar as linhas de pensamento resultantes. Em vez da série de seis aulas de 55 minutos, as futuras escolas oferecerão horários modulares, com um crédito total semestral e anual. Esses horários irão dar aos professores a oportunidade para aumentar o trabalho de projecto, as visitas de estudo e a aprendizagem pela descoberta. Haverá uma distinção entre o tempo atribuído e o tempo real de aprendizagem. As interrupções do tempo académico reduzir-se-ão para maximizar o tempo para a tarefa. Os horários das aulas de ciências ajustar-se-ão tendo em vista responder a questões como: “O que poderá ser tratado no tempo atribuído? O “tempo sentado” implica aprendizagem significativa? As unidades de tempo utilizadas indiciam uma compreensão conceptual e um domínio de competências úteis no mundo fora da aula?

A exploração de menos temas com maior profundidade e por maiores períodos diários de tempo será a imagem de marca das futuras aulas (...).

Aprendizagem em grupo

O mundo real raramente coloca as pessoas em situação de isolamento e lhes pede para encontrar soluções sem consultar os outros. As escolas estão finalmente a caminhar para os grupos de aprendizagem cooperativa. Três ou quatro alunos com diferentes competências são confrontados com tarefas específicas na equipa e ajudados a dominar as competências sociais necessárias à realização das suas tarefas. Tal como acontece com as equipas de atletismo, a equipa tem sucesso quando cada membro se sente responsável quer

pelo seu sucesso individual quer pelo do grupo. Assim, é inevitável haver distribuição de funções pelos membros do grupo que assegurem, entre outras, o levantamento da informação em falta, como proceder para obter o que é necessário para resolver o problema e até que ponto a equipa está certa das suas conclusões, manter um resumo escrito daquilo a que se chegou, gráficos, tabelas e conclusões preliminares e organizar dos materiais e zelar para que calculadoras e material de laboratório estejam disponíveis e sejam colocados no seu lugar quando já não são necessários (...).

Novas ferramentas

A tecnologia oferecerá novas e interessantes opções aos professores e alunos de ciência. As ligações a micro-computadores abrirão uma grande variedade de canais para responder a quase todos os estilos de aprendizagem. A realidade virtual já está a ser testada nas aulas de ciência da escola secundária (Moshell & Hughes, 1993). As projecções tridimensionais de realidade simulada tornar-se-ão ferramentas mais comuns para ajudar os estudantes a “experienciar” o espaço, o tempo e o movimento em estados controlados. O aluno pode simular o movimento sem gravidade e sem atrito ou um universo geocêntrico tão facilmente como abre uma janela. Testar estes ambientes em realidade virtual facilitará a aprendizagem e tornará as discussões de grupo e da turma muito mais interessantes. Os alunos usarão registos pessoais para fazer cálculos, obter apoio tutorial, e cumprir os prazos.

Serão colocados ecrãs de apresentação gráfica nas paredes das salas, os quais serão usados para exibir sequências de vídeo de alta resolução explicadas pelos livros de texto e pelos guias curriculares. Projectores multimédia serão equipados com ecrãs de cristais líquidos e ligados a computadores na sala de aula para criar um “quadro negro dinâmico”. Imagens estáticas e dinâmicas estarão disponíveis em discos de vídeo para os professores de ciência usarem na apresentação de tópicos uni ou multiconceptuais. Ecrãs tridimensionais permitirão enriquecer discussões sobre fisiologia, colisões no espaço e geometria molecular. Estes ecrãs tornarão possíveis as visitas de campo a qualquer lugar do planeta e a observação de animais e plantas.

O laboratório-baseado-em-computador será usado para monitorização da temperatura, da intensidade da luz, do pH e do movimento. A estes parâmetros serão acrescentadas novas variáveis como a população humana da terra, o nível metabólico de alguns alunos seleccionados, a localização e direcção dos tornados, a frequência e localização histórica dos sismos, a actividade somática celular, o fluxo solar na área da

escola e muitas outras. Acontecimentos actuais serão exibidos de novas formas que facilitem a sua compreensão e aprendizagem.

Os livros de ciências mudarão. Cada página terá códigos universais de barras que permitam aos professores e alunos aceder a sequências de vídeo que tornarão cada página uma página viva. Os editores preparam programas de computador para acompanhar cada um dos temas mais importantes. Os materiais hipertexto e multimédia tornarão possível a autoaprendizagem para todos os alunos. Os “jogos de papéis” irão incluir todos os grupos culturais e étnicos. Cada capítulo integrará actividades de avaliação para os alunos individualmente, para pequenos grupos e para a globalidade da turma. Linhas telefónicas grátis permitirão aos professores aceder a testes uniformizados que podem ir desde um simples tópico até grandes bancos de questões, muitas das quais envolverão níveis elevados de pensamento

Avaliação

No filme “Apollo 13”, pede-se à tripulação e aos astronautas que encontrem soluções para uma série de problemas, através da aplicação da ciência, da engenharia e do senso comum. São procuradas soluções que saiam do modelo habitual e não se pode recorrer ao livro para encontrar a “resposta certa”. O sucesso é um tributo à resolução científica de problemas (...) e pode representar um grande marco da educação tecnológica. Há muitos sinais de que uma geração dos nossos alunos está a perder a sua capacidade de resolver problemas não estruturados, através da invenção de soluções. Isto aponta para a necessidade de mudar a forma como se ensina e se aprende ciência. Dado que a forma de avaliar os resultados na aula de ciência tende a condicionar a forma como se ensina, na aula do futuro irão ser avaliadas situações realistas que requerem a aplicação de conceitos, princípios e teorias científicas. A avaliação dos resultados dos alunos será integrada num quadro realista de forma a que os alunos não tenham apenas que indicar ou escolher a “melhor” resposta de um conjunto de opções de escolha múltipla, ou escolher a “melhor ligação” entre um conjunto de termos relacionados, ou indicar se uma afirmação é verdadeira ou falsa.

No mundo real as profissões proporcionam um conjunto de *inputs* (dados) e requerem a aplicação criativa de teorias e princípios para derivar uma solução que tenha sentido no contexto do problema. Não há muitas oportunidades de emprego para os diplomados do ensino secundário cujas competências de resolução de problemas se

resumam ao preenchimento de grelhas e à sua transformação em classificações. Por isso, a avaliação será integrada em situações realistas que podem ser encontradas fora da sala de aula (...)

Os alunos serão convidados a ter um papel mais activo na determinação do que sabem e fazem nos contextos da aprendizagem científica. No início das novas unidades serão aplicados aos estudantes listagens de auto-identificação de conceitos e competências. Ao responder a estas listagens os estudantes encontram termos e ideias novos e outros já conhecidos, ficando com uma ideia antecipada do que se espera que saibam no fim de cada unidade. Os mapas conceptuais, os diagramas de Venn, a análise de relatórios de investigação, os diagramas de Vee ajudarão os professores e os estudantes a avaliar a aprendizagem. Os alunos manterão *portfolios* contendo evidência das suas competências, da qualidade da sua escrita, reflexões sobre os seus próprios pontos fortes e fracos e objectivos (...). Este tipo de avaliação requer mais tempo do que a correcção automática de um teste de escolha múltipla mas proporciona um registo mais rico das competências do estudante. Também responsabiliza os estudantes pela verificação dos seus progressos e pelo empenhamento no seu desenvolvimento pessoal (...)

A Tabela 2 apresenta um resumo das mudanças previstas na avaliação nas aulas de ciência (Doran, Tamir and Chan, 1995).

Tabela 2:

Evoluções previsíveis da avaliação no ensino da ciência

De	Para
Testes preferencialmente aplicados em grupo	Uma variedade de formas de aplicação incluindo grandes grupos, pequenos grupos e indivíduos
Testes preferencialmente de papel e lápis	Uma variedade de tipos de testes, incluindo pictóricos, de desempenho laboratorial, apoiados em computador, observações, entrevistas de discussão

Preferencialmente avaliação sumativa final	Uma variedade de testes de diagnóstico e modalidades de avaliação formativa
Preferencialmente avaliação de objectivos cognitivos de baixo nível	Inclusão de resultados cognitivos de nível mais elevado (análise, avaliação, pensamento crítico).
Preferencialmente avaliações de resultados cognitivos	Inclusão da avaliação de resultados afectivos (atitudes, interesses e valores) e psicomotores (observação, manipulação, etc.)
Preferencialmente testes e classificações normativas	Inclusão de mais avaliação criterial e auto e heteroavaliação
Preferencialmente avaliação de factos e princípios científicos	Inclusão de objectivos relacionados com os processos científicos, a natureza da ciência e a relação entre ciência, tecnologia e sociedade
Preferencialmente avaliação dos resultados dos alunos	Inclusão da avaliação dos efeitos dos programas, dos currículos e das técnicas de ensino
Preferencialmente testes elaborados pelos professores	Uso combinado de testes elaborados pelos professores, testes estandardizados instrumentos de investigação, itens retirados de colecções reunidas pelos professores, projectos nacionais e internacionais e outras fontes
Preocupação preferencial com os resultados totais dos testes	Interesse pelos resultados parciais dos testes, índices de dificuldade e de discriminação dos itens, apoiado em

<p>Preferencialmente um forma unidimensional de avaliação (p. ex. um número ou uma letra)</p> <p>Preocupação preferencial com o que os alunos sabem e não sabem</p> <p>Preferencialmente avaliação de unidades isoladas de informação ou competências</p> <p>Preferencialmente tarefas verbais</p> <p>Preferencialmente testes que requerem que os estudantes escolham ou seleccionem respostas</p>	<p>ferramentas informáticas</p> <p>Um sistema multidimensional de reportar os progressos dos alunos no que se refere a variáveis como conceitos, procedimentos laboratoriais, discussão na aula e competências de resolução de problemas</p> <p>Atenção especial às concepções alternativas dos alunos</p> <p>Ênfase no “todo” como, por exemplo, resolução de problemas, investigação, mapas conceptuais e actividades situadas</p> <p>Inclusão de tarefas com tabelas de dados, gráficos, fluxogramas, etc.</p> <p>Inclusão de testes que requerem o desempenho dos alunos, incluindo projectos, relatórios e portfolios.</p>
---	---

Doran, R. L., Tamir, P. & Chan, A. (1995) *Assessment in Science*. Arlington, VA: National Science Teachers Association. pp. 17-18.

Conclusão

Olhem para uma aula de ciência do ano de 2005. Em vez de carteiras dispostas em linhas e colunas, verão alunos sentados em círculo enquanto discutem em turma ou em pequenos grupos organizados por tópicos. Existirão computadores equipados com *modems* para ligar a sala de aula à Internet. Serão usadas gravações para ver sequências lineares e aleatórias. Animais vivos, modelos, simulações e colecções de trabalhos dos alunos farão

parte do cenário. Uma política de porta aberta convidará visitantes a juntar-se para observação ou participação. O currículo será enriquecido com o uso de recursos externos como museus, centros naturais, parques regionais e nacionais (...). Haverá menos toques de campanha para regular o dia.

Os livros de textos serão usados como fontes de referência, mas não a única ou sequer a principal. O acesso a informação armazenada electronicamente será fácil. Os discos compactos e as bases de dados remotas, disponíveis na Internet, proporcionarão aos alunos e aos professores dados actuais sobre sistemas globais e locais. A avaliação será de percurso e construída em discussões em pequenos grupos. Durante um período de semanas, toda a turma tratará de temas como matéria e energia, força e movimento, padrões e mudanças. Será dada maior ênfase a acontecimentos correntes, com a utilização de emissões televisivas para apoiar as discussões em aula.

Os alunos terminarão o dia escolar a horas diferentes e menos agitados que no passado. O trabalho de projecto, a cooperação de equipa, os níveis mais elevados de investigação e o estímulo da tecnologia interactiva irão aumentar a motivação dos alunos para aplicar a ciência no seu mundo cognitivo (...).

Recursos

American Association for the Advancement of Science. (1993). *Benchmarks for science literacy*. New York: Oxford University Press.

Bloom, S. and Rainey, L. (1994). *Integrated science*. Tuscaloosa, AL: University of Alabama.

Doran, R. L., Tamir, P. & Chan, A. (1995) *Assessment in science*. Arlington, VA: National Science Teachers Association.

Florida Department of Education. (1995). *Science for all students: The Florida pre K-12 science curriculum framework*. Tallahassee, FL: Author.

Herman, J., Aschbacher, P. & Winters, L. (1992). *A practical guide to alternative assessment*. Alexandria, VA: Association for Supervision and Curriculum Development.

Johnson, R.T. and Johnson, D.W. (1982). What research says about student-student interaction in science classrooms. In M. B. Rowe (Ed.), *Education in the 80's: Science*. Washington, DC: National Education Association.

Kober, N. (1993). What we know about science teaching and learning. EdTalk, Council for Educational Development and Research, Washington, D.C. ERIC Document Retrieval Service No. ED 361 205.

McColskey, W. and O'Sullivan, R. (1993). *How to assess student performance in science: Going beyond multiple-choice tests*. Greensboro, NC: Southeastern Regional Vision for Education.

Moshell, J.M. and Hughes, C.E. (1993). Shared virtual worlds for education. In *Proceedings: 4th Annual Virtual Reality Conference and Exposition*. San Jose, CA.

National Academy of Sciences. (1994). *National science education standards*. Washington, DC: Author.

National Education Commission on Time and Learning. (1994). *Prisoners of time* (Stock #065-00000640-5). Washington, DC: U.S. Government Printing Office.

National Science Teachers Association. (1993). *Scope, sequence, & coordination: The content core*. Arlington, VA: Author.

Natural Science for Youth Foundation. (1990). *Natural science centers: directory*. ERIC Document Retrieval Service No. ED 319 619. Also available from: Natural Science for Youth Foundation, 130 Azalea Drive, Roswell, GA 30075 (\$49.95 plus \$3.50 shipping and handling).

Oh, Deer! [Computer software]. (1983). St. Paul, MN: Minnesota Educational Computing Consortium.

Rescue at Boone's Meadow [Optical media]. (1992). Learning Technology Center. Warren, NJ: Optical Data Corp.

Roth, W. M. (1992). Bridging the gap between school and real life: Toward an integration of science, mathematics, and technology in the context of authentic practice. *School Science and Mathematics*, 92 (6), 307-317.

Scarnati, J. T. (1994). Interview with a wild animal: Integrating science and language arts. *Middle School Journal*, 25 (4), 3-6.

U. S. Congress, Office of Technology Assessment. (1995). *Teachers and Technology: Making the Connection*, OTA-EHR-616 (Washington, DC: US Government Printing Office).

**(Excertos e adaptação de um texto original disponível em:
horizon.unc.edu/projects/HSJ/Baird.asp)**