
Ensaio

Reflexões sobre conceitos estruturantes em biossegurança: contribuições para o ensino de ciências

Reflections on structural concepts in biosafety: contributions to the teaching of science

Maria Eveline de Castro Pereira^a, Marco Antonio F. da Costa^{a, b}, Maria de Fátima Barrozo da Costa^c e Claudia Jurberg^{a, d}

^aInstituto Oswaldo Cruz (Fiocruz), Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, Brasil; ^bEscola Politécnica de Saúde Joaquim Venâncio, Fiocruz, Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, Brasil; ^cEscola Nacional de Saúde Pública Sérgio Arouca, Fiocruz, Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, Brasil; ^dInstituto de Bioquímica Médica, Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ), Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, Brasil

Resumo

Este ensaio acadêmico busca contribuir para a identificação de conceitos estruturantes da biossegurança, e faz algumas reflexões sobre a importância desses conceitos no ensino da disciplina de biossegurança. O estudo aponta que é possível, através desses conceitos, facilitar o processo ensino-aprendizagem da biossegurança, mostrando aos alunos as conexões e imbricações dessa área do conhecimento, contribuindo, dessa forma, para a apreensão dos seus significados de maneira harmônica e articulada. © Cien. Cogn. 2009; Vol. 14 (1): 296-303.

Palavras-chave: conceitos estruturantes; ensino de ciências; biossegurança.

Abstract

This academic essay intends to contribute to identify the structural concepts of biosafety, and question about the importance of these concepts to teach biosafety discipline. The study suggests the possibility, through such concepts, to facilitate the teaching-learning process of biosafety, presenting the students, connections and overlaps in this area of knowledge, helping then to understand its meanings in a harmonic and articulated away. © Cien. Cogn. 2009; Vol. 14 (1): 296-303.

Keywords: structural concepts; teaching science; biosafety.

1. Introdução

Entre as possíveis estratégias para o ensino de ciências tem-se, baseado no modelo construtivista, a identificação dos chamados “conceitos estruturantes” (Gagliardi, 1983, 1986, 1988). Garcia Cruz (1998: 325) os define como os conceitos “que vão transformar o sistema cognitivo dos alunos, de tal maneira, que permitem, de forma coerente, adquirir novos conhecimentos, por construção de novos significados, ou modificar os anteriores, por reconstrução de significados antigos”.

El-Hani (2007) aponta que as idéias centrais são os conceitos que deveriam ficar consolidados no aluno ao fechar seus livros no último dia de um curso. Dessa forma, o saber sedimentado em sua estrutura cognitiva poderá favorecer o ensino e a aprendizagem, preparando o aluno para diferentes desafios acerca do conhecimento presente e futuro.

Mayr (1980) destaca que a ciência é um processo contínuo de solução de problemas na busca de um entendimento do mundo em que vivemos e, para isso, precisamos estabelecer o diálogo entre história, natureza da ciência e o conhecimento. Também chama atenção para o equívoco que acontece no processo educativo, quando a ênfase é o estudo das partes, esquecendo a relação destas com o todo (Lemos, 2008).

A necessidade de se utilizar a história das ciências e a epistemologia, quando debate sobre a apropriação do conhecimento científico pela sociedade, que em geral, não é capaz de perceber a relação existente entre a produção, controle e utilização desses conhecimentos, é um ponto salientado por Gagliardi (1988).

Ainda sobre esta temática, é importante abordar dois argumentos de Vázquez-Alonso e colaboradores (2008: 35). O primeiro relacionado à neutralidade da ciência e o segundo sobre a finalidade da alfabetização científica e tecnológica. Para esses autores:

“A ciência é uma empresa humana, talvez um tanto especial pelos objetivos de conhecimento que persegue e pela forma como o faz devido à condição humana de seus protagonistas, sujeitos às mudanças históricas e sociais [...] A sociedade mantém com a ciência e a tecnologia um contrato social, um tanto implícito, que estabelece a pauta dessas relações: a sociedade financia economicamente as necessidades da C&T e estas, em troca oferecem à sociedade benefícios que melhoram a qualidade de vida e contribuem ao seu progresso e desenvolvimento econômico e social [...] A finalidade da educação científica e tecnológica é possibilitar a participação dos cidadãos nas decisões tecnocientíficas de interesse social.”

Estabelece-se dessa forma uma relação de dependência e integração entre a sociedade e a ciência, que gera a tecnologia, que impacta a vida das pessoas, com implicações óbvias no planejamento do ensino, compreendido como elemento importante da alfabetização científica e tecnológica.

El Hani e colaboradores (2004) também enfatizam a necessidade de se adequar os currículos de ciências, em todos os níveis de ensino. Segundo esses autores, apesar das transformações sociais dos últimos setenta anos, com enormes avanços científicos e tecnológicos, que influenciaram as estruturas sociais, a cultura e a vida cotidiana, os currículos de ciência praticamente não mudaram, retratando a prática científica como se fosse separada da sociedade, da cultura e da vida cotidiana, e não possuísse uma dimensão filosófica.

Ao trazer esses cenários para o campo da biossegurança, que no Brasil possui duas vertentes: a legal, que trata das questões envolvendo a manipulação de DNA e pesquisas com células-tronco embrionárias, e que tem a Lei de Biossegurança, de nº. 11.105, sancionada pelo governo brasileiro em 24 de março de 2005. E a praticada, desenvolvida, principalmente, nas instituições de saúde, e que envolve os riscos por agentes químicos, físicos, biológicos, ergonômicos e psicossociais, presentes nesses ambientes, que se encontra no contexto da segurança ocupacional (Costa, 2000). Diante desse cenário, podemos questionar: quais são os conceitos estruturantes da biossegurança?

Este ensaio acadêmico tem, portanto, como objetivo contribuir para a identificação de conceitos estruturantes da biossegurança e refletir sobre as suas imbricações sociais, éticas, econômicas e técnicas, à luz do referencial adotado.

2. Entendendo a biossegurança e suas conexões

Biossegurança, etimologicamente, provém do radical grego *bio*, que significa vida e da palavra segurança, vida livre de perigo. Genericamente, pode ser considerada como ações que contribuem para a segurança das pessoas (Costa, 2005). A biossegurança está vinculada a diversos ciclos produtivos, não se restringindo apenas às áreas consideradas de saúde – biologia, biomedicina, fisioterapia, fonoaudiologia, medicina, medicina veterinária, nutrição, odontologia, psicologia, serviço social e terapia ocupacional – pela Resolução 287/98 do Conselho Nacional de Saúde (Costa e Costa, 2007).

O tema está associado também a vários seguimentos da economia, como as novas tecnologias químicas, radioativas e geneticamente engenheiradas (Porto e Freitas, 1997), áreas biotecnológicas (Marinho *et al.*, 2000), agropecuárias (Barros e Silva, 2005).

A estrutura da biossegurança é composta, segundo Costa (2005), por componentes ocupacionais (infra-estrutura laboratorial), educacionais (política de valorização de recursos humanos e agregação de valores éticos, filosóficos e técnicos), sociais (ações voltadas para otimização e humanização dos processos de trabalho), informacionais (processo de comunicação que permeia todos os níveis hierárquicos), normativos (ações reguladoras internas e externas que estabelecem os parâmetros para o desenvolvimento das atividades), organizacionais (relacionado à cultura e clima organizacional) e tecnológicos.

A biossegurança é, ao mesmo tempo, produtora e produto, pois se trata de uma construção humana coletiva, levada a cabo por indivíduos condicionados por um conjunto de práticas sociais e culturais, próprias das comunidades as quais pertencem (Costa e Costa, 2007). Seus componentes são interconectados e interdependentes e se relacionam diretamente com o meio, ao qual estão vinculados. Essas conexões, segundo Costa (2000) podem ser observadas na figura 1, relacionada ao ambiente laboratorial, espaço onde a biossegurança se aplica de forma abrangente.

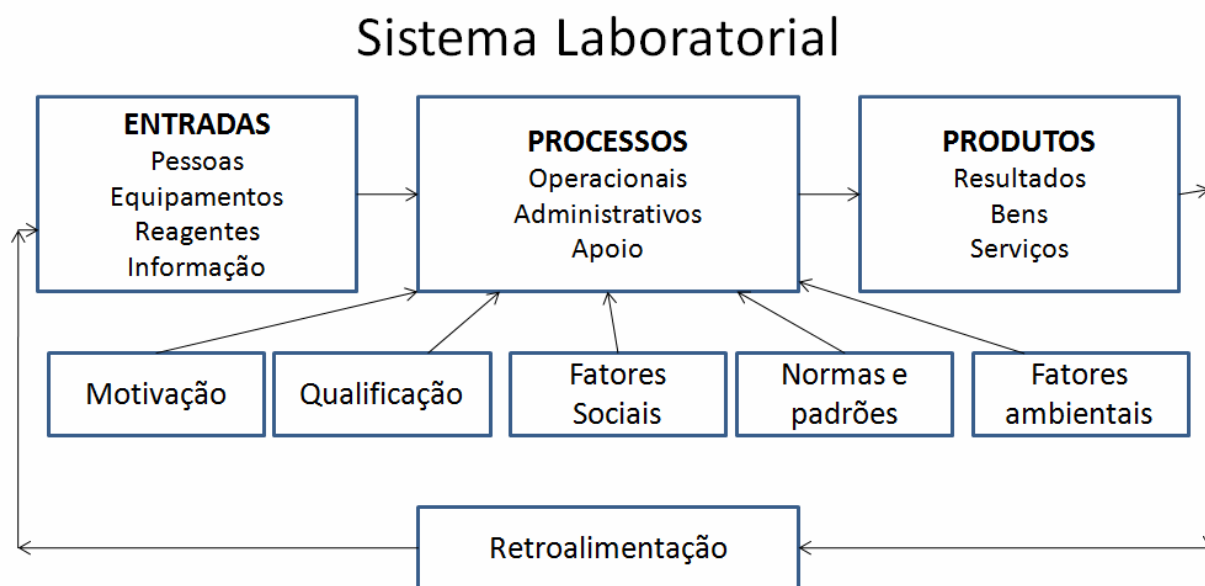


Figura 1 – Sistema Laboratorial (Fonte: Costa, 2000).

Conforme a figura 1, a estrutura básica do sistema laboratorial, um dos focos da biossegurança, proposta por Costa (2000), é composta pelos seguintes elementos: indivíduos,

equipamentos, reagentes e informações; o processo produtivo e seus produtos, como resultados, bens e serviços.

Essas relações mostram a influência de uma série de aspectos (a motivação, a qualificação, fatores sociais e ambientais, normas e padrões) que impactam sobre a qualidade dos produtos. Um laboratório de análises clínicas, por exemplo, para fazer um diagnóstico necessita de profissionais qualificados, equipamentos científicos e de proteção, reagentes e informação. Para a emissão do laudo, contendo os resultados das análises, são necessários procedimentos definidos pelas normas e padrões de qualidade. Fatores ambientais e sociais, bem como a motivação e qualificação de todos os envolvidos no sistema, garantem a confiabilidade do serviço prestado. Quando avaliamos esse sistema sob a ótica da biossegurança podemos perceber a sua condição de interconexão.

Costa (2005), em seu estudo sobre o ensino da biossegurança na Fundação Oswaldo Cruz, ressalta que o processo ensino-aprendizagem praticado em cursos de nível técnico da área de saúde, ocorre de forma fragmentada, sem uma visão integradora, ou seja, não constituindo uma rede de conceitos que estabelecem relações mútuas.

Por outro lado, Lemos (2008) ressalta a importância de definir esses conceitos em função principalmente das implicações no cotidiano profissional dos professores de ciências e biologia, tendo em vista a seleção do que deve ser ensinado para que, através do aprendizado, o indivíduo tenha então sua estrutura cognitiva, organizada, estável e consolidada com condições, portanto, de relacionar-se com o mundo de forma independente.

Complementando, El-Hani (2007), ao analisar o ensino de biologia, diz que é necessário propiciar aos estudantes uma visão unificada, integrada, do fenômeno vital, dos padrões de organização de entidades e processos que caracterizam os sistemas vivos, o que também se aplica a biossegurança.

Nesse raciocínio, Gagliardi (1988) argumenta que um dos objetivos mais importantes da pedagogia das ciências é conseguir que o professor ajude o aluno a superar os obstáculos – lógicos, psicológicos e epistemológicos – da construção do conhecimento, estabelecendo estratégias e conteúdos que possibilitem a este um aprendizado efetivo.

Corroborando com essas idéias, Moreira (2006:17) enfatiza a importância do mapeamento da estrutura conceitual do conteúdo e da sua organização seqüencial de acordo com essa estrutura.

“Cabe ao professor identificar os conceitos e proposições mais relevantes da matéria de ensino, distinguir os mais gerais e abrangentes dos que estão em um nível intermediário de generalidade e inclusividade e estes dos menos inclusivos e específicos [...] Trata-se de se preocupar com a “qualidade” do conteúdo e não com a quantidade.”

Moreira (2002), analisando a Teoria dos Campos Conceituais de Vergnaud, aponta a importância de se articular vários conceitos para a explicação de determinadas situações. Essa idéia é chamada de campo conceitual, que compreende as relações entre os conceitos envolvidos, as suas linguagens e operações de pensamento, que estão diretamente interconectados.

3. Conceitos estruturantes da biossegurança: uma tentativa de aproximação

Para Vázquez-Alonso e colaboradores (2008) é fundamental a adaptação do ensino de ciências para o contexto, levando em consideração a sua finalidade, sem que existam contradições entre os conceitos e os procedimentos.

Vale lembrar que, mesmo não sendo uma ciência, a biossegurança está inserida no campo científico, já que é sustentada por conceitos da biologia, química, física, entre outras ciências. Nessa linha, Costa (2005) identificou até o ano de 2003, doze definições para a biossegurança, que abrangem a vertente legal (voltada para a manipulação de organismos geneticamente modificados, regulamentada pela Lei. 11.105/05) e a praticada, relacionada aos agentes tradicionais de riscos encontrados em laboratórios, ambientes da saúde, entre outros.

Em todas essas definições existe uma variável constante - o risco. O quadro 1 apresenta algumas das definições de biossegurança, que exemplificam essa questão.

Definição	Fonte
É o conjunto de ações voltadas para a prevenção, minimização ou eliminação de riscos inerentes às atividades de pesquisa, produção, ensino, desenvolvimento tecnológico e prestação de serviços, visando à saúde do homem, dos animais, a preservação do meio ambiente e a qualidade dos resultados.	Teixeira e Valle, 1996 ¹
Segurança no manejo de produtos e técnicas biológicas.	Brener, 1996 ² .
Conjunto de medidas técnicas, administrativas, educacionais, médicas e psicológicas, empregadas para prevenir acidentes em ambientes biotecnológicos.	Costa, 1996 ³
Procedimentos adotados para evitar os riscos das atividades biológicas.	Fontes <i>et al.</i> , 1998 ⁴
O fundamento básico da biossegurança é assegurar o avanço dos processos tecnológicos e proteger a saúde humana, animal e o meio ambiente.	Unicamp, 2003 ⁵
É a ciência voltada para o controle e a neutralização de riscos advindos das práticas de diferentes tecnologias em laboratórios ou no meio ambiente.	Monsanto, 2003 ⁶
É uma doutrina de comportamento que visa o alcance de atitudes e condutas que diminuam os riscos do trabalhador de locais de saúde (hospitais, clínicas, hemocentros, etc.), de adquirir infecções ocupacionais.	Moreira, 1997 ⁷

Quadro 1 – Definições de biossegurança (Fonte: Costa, 2005).

Essa variável – risco, como observado no quadro 1, está inserida em vários contextos, que espelham a diversidade de campos de atuação da biossegurança. Carvalho (2004: 669), nessa linha cita:

“O conceito de risco é estruturante, também, do ideário da promoção à saúde contemporânea subsidiando, entre outras, estratégias como as Políticas Públicas Saudáveis e múltiplas ações que têm como objetivo contribuir para as escolhas de hábitos de vida saudáveis. A crescente atenção à forma física, aos exercícios e dietas constitui a manifestação mais óbvia desse ideário (foco no estilo de vida), acrescida por uma "nova consciência" sobre riscos resultantes da atividade humana (poluição, aquecimento global, biodiversidade, etc.).”

Sendo a biossegurança um produto cultural, seus conteúdos aparecem no cenário educacional com características diferenciadas da produção científica, estando, portanto, atrelados a cultura escolar.

Pesquisas realizadas por Costa e colaboradores (2006; 2007) e Pereira e colaboradores (2008) com alunos adolescentes de cursos técnicos e profissionais da área de saúde, que sustentam a aplicabilidade do uso da linguagem gráfica no ensino da biossegurança, e Carvalho (2008) com professores da rede pública de ensino médio do Estado do Rio de Janeiro, sobre o ensino da biossegurança nessas escolas, também mostram essa diversidade de contextos em que alguns conceitos são ensinados.

O processo de ensino da biossegurança, haja vista a nossa vivência nessa área, geralmente está circunscrita aos próprios docentes, ou seja, às suas experiências profissionais. O processo de ensinabilidade, nesse caso, pode ocorrer de forma que, intencionalmente, alguns conceitos contrários à cultura da instituição escolar ou do próprio professor, sejam descartados, ou melhor, não trabalhados.

Corroborando com essa idéia, Costa e Costa (2007) acreditam que a biossegurança deve ser ensinada em um contexto cidadão, incluindo não apenas *o saber fazer*, mas também *o saber ser* e *o saber aprender*. Para tanto, é primordial que o aluno ou o trabalhador não seja um mero reprodutor, mas sim um agente participativo-transformador no seu ambiente ocupacional. O processo educativo envolve uma ação de reflexão, e deve ultrapassar a idéia da simples normatização, e abranger, inclusive, aspectos relativos à ética, já que ela está implícita em praticamente todas as ações da biossegurança.

4. Considerações finais

O processo de ensino da biossegurança deve abordar todas as possíveis conexões dos seus conteúdos, isto é, passar pelas imbricações históricas, humanas, sociais, éticas, econômicas, políticas, ambientais e técnicas, que a perpassam, tendo como pano de fundo, exatamente as suas idéias centrais, ou os seus conceitos estruturantes.

Este ensaio apontou para um desses conceitos estruturantes – o risco, muito embora saibamos que outros devam ser incorporados, para que as conexões, anteriormente citadas, sejam atendidas, no sentido de dar respostas aos desafios da biossegurança, tanto em relação às suas imbricações legais, vinculada à moderna biotecnologia, quanto aos ambientes da saúde e os seus agentes de possíveis agravos à saúde humana e ambiental.

Outro ponto importante é que não devemos nos esquecer da provisoriidade dos conceitos científicos, decorrente da dinamicidade da própria ciência e, nesse sentido, os professores de biossegurança também devem estar preparados e atualizados, para que a compreensão sobre esta temática ocorra de forma contextualizada com o próprio desenvolvimento científico.

5. Referências bibliográficas


- Barros, J.B.L. e Silva, A.S. (2005). Biossegurança e qualidade de vida em atividades agropecuárias de produção e ensino. *Cadernos Temáticos*, 6, 38-43.
- Carvalho, P.R. (2008). *O olhar docente sobre a biossegurança no ensino de ciências: um estudo em escolas da rede pública do Rio de Janeiro*. Tese de Doutorado, Programa de Pós-Graduação em Ensino de Biociências e Saúde, Instituto Oswaldo Cruz, Rio de Janeiro, RJ.
- Carvalho, S.R. (2004). As contradições da promoção à saúde em relação à produção de sujeitos e a mudança social. *Revista Ciência & Saúde Coletiva*, 9 (3), 669-678.
- Costa, M.A.F. (2005). *Construção do Conhecimento em Saúde: estudo sobre o ensino de biossegurança em cursos de nível médio da área de saúde da Fundação Oswaldo Cruz*. Tese de Doutorado, Programa de Pós-Graduação em Ensino de Biociências e Saúde, Instituto Oswaldo Cruz. Rio de Janeiro, RJ.

- Costa, M.A.F.(2000). *Qualidade em Biossegurança*. Rio de Janeiro: Qualitymark.
- Costa, M.A. e Costa, M.F.B. (2007). A Biossegurança na formação profissional em Saúde: ampliando o debate. Em: Pereira, I.B. e Ribeiro, C.G. (Ed.). *Estudos de Politécnica e Saúde* (pp. 253-272). Rio de Janeiro: Escola Politécnica de Saúde Joaquim Venâncio, Fiocruz.
- Costa, M.A.F.; Costa M.F.B.; Leite, S.Q.M. e Lima, M.C.A.B. (2007). A construção do conhecimento através de imagens: contribuições para o ensino de ciências. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 6 (1), 20-31.
- Costa, M.A.F.; Costa M.F.B.; Lima, M.C.A.B. e Leite, S.Q.M. (2006). O desenho como estratégia pedagógica no ensino de ciências: o caso da biossegurança. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 5 (1), 184-191.
- El-Hani, C.N. (2007). Um das coisas boas de estar no tempo é poder olhar para trás. Em: Borges, R.R. (Ed.). *Filosofia e história da ciência no contexto da educação, vivência e teorias* (pp. 168-194). Porto Alegre: PUC/RS.
- El-Hani, C.N.; Tavares, E.J.M. e Rocha, P.L.B. (2004). Concepções epistemológicas de estudantes de biologia e sua transformação por uma proposta explícita de ensino sobre história e filosofia das ciências. *Investigações em Ensino de Ciências*, 9 (3), 313-365.
- Gagliardi, J.R. (1988). Cómo utilizar la historia de las ciencias en la enseñanza del as ciencias. *Enseñanza de las Ciencias*, 6 (3), 291-296.
- Gagliardi, J.R. (1986). Los conceptos estructurales en el aprendizaje por investigación. *Enseñanza de las ciencias*, 4(1), 30-35.
- Gagliardi, J.R. (1983). Les concepts structurants em biologie. *Actes des Journées Internationales sur l'Education Scientifique*, 7, 471-476.
- García Cruz, C.M. (1998). De los obstáculos epistemológicos a los conceptos estructurantes: una aproximación a la enseñanza-aprendizaje del a geología. *Enseñanza de las Ciencias*, 16 (2), 323-330.
- Lemos, E.S. (2008). *El aprendizaje significativo y la formación inicial de profesores de ciencias e biología*. Tese de Doutorado, Programa Internacional de Doutorado em Enseñanza de las Ciencias, Univeridad de Burgos, Espanha.
- Marinho, C.; Minayo-Gomes, C. e Degraive, W. (2000). Qualificação e percepção de riscos de trabalhadores da área biotecnológica: setores público e privado. *Caderno CRH*, 32, 259-278.
- Mayr, E. (1980). *O desenvolvimento do pensamento biológico*. Brasília: UnB.
- Moreira, M.A. (2006). *A teoria da aprendizagem significativa e sua implementação em sala de aula*. Brasília: UnB.
- Moreira, M.A. (2002). A Teoria dos Campos Conceituais de Vergnaud, o ensino de ciências e a pesquisa nesta área. *Investigações em Ensino de Ciências*, 7 (1), 7-29.
- Pereira, M.E.C.; Costa, M.A.F. e Carvalho, P.R. (2008). Ensino de Ciências: conceituação da biossegurança através da linguagem gráfica. *Revista Eletrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 7 (3), 570-581.
- Porto, M.F.S. e Freitas, C.M. (1997). Análise de riscos tecnológicos ambientais: perspectivas para o campo da saúde do trabalhador. *Cadernos Saúde Pública*, 13 (Supl. 2), 59-72.
- Vázquez-Alonso, A.; Manassero-Mas, M.A.; Acevedo-Diaz, J.A. e Acevedo-Romero, P. (2008). Consensos sobre a natureza da ciência: a ciência e a tecnologia na sociedade. *Química nova na escola*, 27, 34-50.

Notas

- (1) Teixeira, P. e Valle S.(1996). *Biossegurança: uma abordagem multidisciplinar*. Rio de Janeiro: Fiocruz.

- (2) Brener, Z. Prefácio. IN: Teixeira, P. e Valle S. (1996). *Biossegurança: uma abordagem multidisciplinar*. Rio de Janeiro: Fiocruz.
- (3) Costa, M.A.F (1996). *Biossegurança: segurança química básica em biotecnologia e ambientes hospitalares*. São Paulo: Santos.
- (4) Fontes, E.; Varella, M.D. e Assad, A.L.D. (1998) *Biosafety in Brazil and interface with others laws*. <http://www.bdt.org.br/bdt/oeaproj/biosseguranca>, acessado em março de 1998.
- (5) Unicamp (Universidade Estadual Campinas) (2003). Desenvolvimento sustentável. <http://www.unicamp.br/bibdta/desensus.htm>>acessado em fevereiro de 2003.
- (6) Monsanto. Biotecnologia o futuro da biotecnologia no Brasil. <http://www.monsanto.com.br/> > acessado em fevereiro de 2003.
- (7) Moreira, A.F.(1997). Normas de bioseguridad del Ministerio de Salud Publica. Uruguay.

 - **M.A.F. da Costa** é Doutor em Ciências. Atua como Pesquisador da Escola Politécnica de Saúde Joaquim Venâncio (Fiocruz). *E-mail* para correspondência: costa@fiocruz.br. **M.E.C. Pereira** é Mestranda do Programa de Pós-Graduação em Ensino em Biociências e Saúde (Fiocruz) e Membro da Comissão de Biossegurança do Instituto Oswaldo Cruz. *E-mail* para correspondência: maria@ioc.fiocruz.br. **M.F.B. da Costa** é Doutora em Saúde Pública (Fiocruz) e Pesquisadora da Escola Nacional de Saúde Pública Sérgio Arouca (Fiocruz). *E-mail* para correspondência: mafa@ensp.fiocruz.br. **C. Juberg** é Doutora em Educação, Gestão e Difusão em Biociências (UFRJ). Atua como Jornalista (Instituto Oswaldo Cruz) e coordenadora do Núcleo de Divulgação do Programa Interinstitucional de Ensino, Pesquisa e Extensão na Biologia do Câncer (UFRJ). *E-mail* para correspondência: cjurberg@bioqmed.ufrj.br.