

## Biossegurança: abordagem cognitiva essencial para o biólogo

### Biosafety: essential cognitive approach to the biologist

### Bioseguridad: enfoque cognitivo esencial para el biólogo

*Cristiane Martins Ribeiro* | [cris.agrobio@gmail.com](mailto:cris.agrobio@gmail.com)

Universidade Federal do Rio de Janeiro, Instituto de Biologia. Rio de Janeiro, RJ, Brasil.

*Telma Abdalla de Oliveira Cardoso* | [abdalla@fiocruz.br](mailto:abdalla@fiocruz.br)

Fundação Oswaldo Cruz, Escola Nacional de Saúde Pública, Núcleo de Biossegurança. Rio de Janeiro, RJ, Brasil.

## Resumo

As incertezas e os riscos das doenças infecciosas vivenciados pela sociedade atual colocam à prova os sistemas de saúde, alterando o quadro sanitário internacional das populações. Para o avanço da integralidade da atenção à saúde são necessárias ações interdisciplinares para a compreensão dos problemas. Objetiva-se, aqui, mostrar a importância dos biólogos na saúde, discutir os riscos a que estão sujeitos, a importância da biossegurança no controle/prevenção desses riscos e a inserção do tema na graduação. Argumenta-se que os programas de educação em saúde promovem o conhecimento técnico-científico como único conhecimento válido sobre saúde, discordante de uma proposta interdisciplinar. É necessária, aos programas de educação, a formulação conceitual transdisciplinar para o desenvolvimento de conhecimentos contextualizados, que contribuirão para formar profissionais capazes de atuarem em contextos de risco. Espera-se contribuir para a reflexão da relevância da biossegurança na formação do biólogo, bem como para o desenvolvimento educacional comprometido com a construção de uma sociedade sustentável.

**Palavras-chave:** Educação; Risco; Biologia; Exposição a agentes biológicos; Biossegurança

## Abstract

Uncertainties and dangers of infectious diseases experienced by today's society call into question the health systems, changing the international health status of the population. Interdisciplinary actions are necessary for the understanding of the problems so that the completeness of health care can make progress. This study aims to demonstrate the importance of biologist in health, to discuss the occupational risks they run, the importance of biosafety to control/prevent these risks and the insertion of the theme in the university. We judge that health education programs promote technical and scientific knowledge as the only knowledge about health with validity, instead of proposing an interdisciplinary approach. It is necessary that educational programs produce a transdisciplinary conceptual formulation, in order for the development of contextual knowledge that will contribute to train professionals capable of working in dangerous contexts. We hope to contribute to thinkers reflect on the biosafety relevance to the biologist training, and also to an educational development committed to build a sustainable society.

**Keywords:** Education; Risk; Exposure to biological agents; Biology; Biosafety.

## Resumen

Las incertidumbres y los riesgos de las enfermedades infecciosas experimentados por la sociedad actual ponen en duda los sistemas de salud, alterando la situación internacional de salud de la población. Para promoción de la integridad de los cuidados de la salud son necesarias acciones interdisciplinarias para entender los problemas. Este estudio tiene como objetivo demostrar la importancia del biólogo en la salud, discutir los riesgos a que están sujetos, la importancia de la bioseguridad en el control/prevenición de estos riesgos y la inserción del tema en la universidad. Argumentamos que los programas de educación para la salud promueven el conocimiento técnico y científico como el único conocimiento acerca de la salud válido, en lugar de un enfoque interdisciplinario. Es necesario, a los programas educativos, la formulación conceptual interdisciplinaria para el desarrollo de conocimientos contextualizados, que ayudarán en la formación de profesionales capaces de trabajar en contextos de riesgo. Esperamos contribuir para la reflexión de la importancia de la bioseguridad en la formación del biólogo, así como para el desarrollo educativo comprometido con la construcción de una sociedad sostenible.

**Palabras clave:** Educación; Riesgo; Exposición a agentes biológicos; Biología; Bioseguridad.

---

### INFORMAÇÕES DO ARTIGO

**Contribuição dos autores:** Os autores participaram, igualmente, de todas as etapas de elaboração do artigo.

**Declaração de conflito de interesses:** Os autores declaram que não há quaisquer conflitos de interesse.

**Fontes de financiamento:** Não houve.

**Histórico do artigo:** Submetido: 14.abril.2015 | Aceito: 11.maio.2015 | Publicado: 30.jun.2015.

**Licença:** CC BY-NC atribuição não comercial. Com essa licença é permitido acessar, baixar (download), copiar, imprimir, compartilhar, reutilizar e distribuir os artigos, desde que para uso não comercial e com a citação da fonte, conferindo os devidos créditos de autoria e menção à Reciiis. Nesses casos, nenhuma permissão é necessária por parte dos autores ou dos editores

---

## Introdução

O Surtos de doenças infecciosas, como a doença causada pelo vírus Ebola, a gripe suína e a aviária, voltaram a colocar os sistemas de saúde dos países frente a frente com uma série de incertezas e riscos de diversas magnitudes. Essas incertezas associam-se a uma série de outros fatores, tais como: mudanças ambientais profundas, alterações na demografia, modificações do comportamento humano, evoluções tecnológicas, desenvolvimento industrial e econômico, uso da terra e a rápida mobilidade possibilitada pela facilidade dos meios de transporte internacional e pelo comércio, que determinam a rápida alteração no quadro sanitário internacional das populações. Este quadro favorece a adaptação e a mudança dos agentes patogênicos, provocando infecções e surpreendendo os sistemas de saúde pública. Destacam-se, além disto, outras questões como os interesses internacionais relacionados à biodiversidade, as biotecnologias e a possibilidade de utilização dos agentes biológicos como armas, que contribuem para evidenciar as limitações e a inadequação das práticas tradicionais da saúde pública.

Outras situações, envolvendo infecções, vivenciadas por todos nos últimos anos, tais como a Síndrome da Imunodeficiência Adquirida, a síndrome respiratória aguda grave, os surtos de dengue, malária, febre amarela e a ocorrência da tuberculose multidroga resistente alertam para a discussão das condições de

biossegurança nos serviços de saúde e para a necessidade da capacitação de seus profissionais. É necessário que estes tenham conhecimentos e habilidades cognitivas e comportamentais, a fim de lhes permitir chegar ao domínio do conhecimento e das formas de organização, sendo capazes de criar soluções originais para problemas que exijam criatividade, uma vez que o país possui realidade e carências diferenciadas<sup>1</sup>.

O Ministério da Saúde possui uma instância de deliberação, fiscalização, acompanhamento e monitoramento das políticas públicas de saúde, o Conselho Nacional de Saúde (CNS).

Em 1998, o CNS homologou a Resolução nº 287<sup>2</sup>, mostrando a importância da ação interdisciplinar no âmbito da saúde como forma de avançar no que tange à concepção de saúde e à integralidade da atenção no Brasil. Desde então, há uma ampliação na visão de que o estudo do processo saúde/doença/intervenção não é de domínio exclusivo da saúde coletiva, mas de todo o campo da saúde. Assim, não há como pensar nas práticas da saúde coletiva, desconhecendo o acervo das diversas áreas, como por exemplo da biologia, da psicologia e da clínica em geral. Campos<sup>3</sup> exemplifica esta complexidade ao dizer que não há como estudar “[...] a Aids sem entender a cultura, ou o funcionamento concreto dos serviços de saúde, ou o comportamento do vírus, ou a potência dos imunobiológicos ou dos tratamentos medicamentosos”, demonstrando que as pesquisas e ações para o monitoramento, controle ou combate das doenças são interdisciplinares. Existe a necessidade da interação multiprofissional para a assistência às populações e para a melhoria na qualidade de vida. Somente os conhecimentos agregados podem ampliar a compreensão de problemas que acometem essas populações, com abordagens diferenciadas de análise e, desta forma, contribuir para a sua solução<sup>4</sup>.

A partir dessa lógica, a Resolução nº 287 aponta diversas categorias profissionais como essenciais para a consolidação do Sistema Único de Saúde (SUS), chamando-os de profissionais de saúde. Estão entre eles os biólogos, biomédicos, enfermeiros, farmacêuticos, fisioterapeutas, dentistas, fonoaudiólogos, médicos, médicos veterinários, nutricionistas, psicólogos, terapeutas ocupacionais, profissionais de educação física e de serviço social.

Este ensaio tem como objetivo mostrar a importância da inserção dos biólogos nas atividades do setor saúde, discutir os riscos a que podem estar sujeitos e a importância da biossegurança para o controle e prevenção desses riscos, para a seguir demonstrar a necessidade de inserção do tema na formação da graduação nas universidades brasileiras.

## O biólogo e a saúde

De acordo com Oliveira et al.<sup>5</sup>, o biólogo possui formação a respeito dos princípios e das teorias da biologia, que geram capacidade de atuação técnica e experimental, diversificada e interdisciplinar, incluindo o entendimento das complexas e multifacetadas interações que envolvem os seres vivos, para a elaboração e execução de projetos, relacionando ciência, tecnologia e sociedade e analisando as implicações sociais do conhecimento e de seu uso.

A inserção do biólogo na área da saúde motivou importantes avanços da ciência, na área da genética e da biotecnologia, como ferramentas para manipulação e produção de agentes biológicos modificados geneticamente e seus derivados, na compreensão das causas e cura das doenças emergentes e reemergentes, assim como de doenças muito conhecidas mas de causas e cura ignoradas, como vários tipos de câncer. Segundo Forattini<sup>6</sup>, o conhecimento adquirido pelo biólogo sobre a diversidade biológica é, na maioria das vezes, imprescindível para o estudo epidemiológico de uma determinada doença ou epidemia e repercute nas decisões a serem tomadas para o seu controle.

Os biólogos vêm se destacando no campo da pesquisa básica e aplicada, tanto na área biomédica como nas ciências ambientais, demonstradas nas análises do mundo natural e seus sistemas, onde são utilizadas ferramentas e técnicas científicas nos ambientes natural e de laboratório, a fim de aumentar a compreensão da biologia e encontrar soluções para problemas específicos.

A fragilidade dos ecossistemas sob ação humana despertou e multiplicou os desafios a serem enfrentados pelos biólogos, que buscam tratá-los com uma visão crítica das questões ambientais, refletindo um cuidado com a saúde coletiva, uma vez que objetivam melhorar a qualidade de vida no planeta através da realização de atividades complementares relacionadas à conservação, focadas na sustentabilidade e preservação das espécies.

Paralelamente, o biólogo desempenha uma função de educador pela qual busca formar indivíduos mais reflexivos sobre sua relação com o ambiente no qual está inserido, de tal maneira que os seus estilos de vida, uso de tecnologias, relações sociais, possam respeitar, apoiar e cooperar com a capacidade do ambiente em manter a vida<sup>7</sup>.

Nesta perspectiva, a diversidade e complexidade das áreas de atuação dos biólogos compõem uma profissão exposta aos mais diversos fatores de risco, sejam de natureza física, biológica, química ou psicossocial. Esses riscos contribuem de forma categórica para a ocorrência de acidentes ou de doenças de carácter etiológico multifatorial, colocando a biologia no grupo das profissões de alto risco.

## Complexidade do risco e biossegurança

É necessário o reconhecimento daquilo que constitui um risco. Este reconhecimento vai depender de processos diferenciados, pois cada risco estabelece suas próprias características e se apresenta com maior ou menor grau de intensidade ou gravidade a partir de conjunturas mais ou menos favoráveis à sua verificação. A partir da análise da potencialidade, extensão e gravidade do risco serão estabelecidas as ações de contenção e/ou de prevenção, ou seja, as medidas de biossegurança.

Segundo a Fundação Oswaldo Cruz, biossegurança<sup>i</sup> é *um conjunto de medidas voltadas para prevenção, minimização ou eliminação de riscos inerentes às atividades de pesquisa, produção, ensino, desenvolvimento tecnológico e prestação de serviços, que podem comprometer a saúde do homem, dos animais, do meio ambiente ou a qualidade dos trabalhos desenvolvidos.*

Os riscos foram classificados pelo Ministério do Trabalho e Emprego, em cinco tipos (Tabela 1).

Tabela 1 - Tipos de riscos

Tipo de Risco	Agentes de risco
Riscos de acidentes	Qualquer fator que coloque o trabalhador em situação vulnerável e possa afetar sua integridade, e seu bem-estar físico e psíquico. São exemplos de risco de acidente: as máquinas e equipamentos sem proteção, probabilidade de incêndio e explosão, arranjo físico inadequado, armazenamento inadequado etc.
Riscos ergonômicos	Qualquer fator que possa interferir nas características psicofisiológicas do trabalhador, causando desconforto ou afetando sua saúde. São exemplos de risco ergonômico: o levantamento de peso, ritmo excessivo de trabalho, monotonia, repetitividade, postura inadequada de trabalho etc.
Riscos físicos	Consideram-se agentes de risco físico as diversas formas de energia a que possam estar expostos os trabalhadores, tais como: ruído, calor, frio, pressão, umidade, radiações ionizantes e não-ionizantes, vibração etc.
Riscos químicos	Consideram-se agentes de risco químico as substâncias, compostos ou produtos que possam penetrar no organismo do trabalhador pela via respiratória, nas formas de poeiras, fumos gases, neblinas, névoas ou vapores, ou que, pela natureza da atividade, de exposição, possam ter contato ou ser absorvidos pelo organismo através da pele ou por ingestão.
Riscos biológicos	Consideram-se como agentes de risco biológico as bactérias, vírus, fungos, parasitos, entre outros.

Fonte: Ministério do Trabalho e Emprego<sup>9</sup>.

i 1985, apud Teixeira; Valle.<sup>8</sup>

Para o desenvolvimento das atividades do biólogo, de modo que ele possa vir a manipular quaisquer agentes apresentados na Tabela 1, a avaliação do risco é um conjunto de ações que objetivam o reconhecimento ou a identificação dos agentes de risco, a probabilidade do dano proveniente da exposição acidental, da liberação acidental e uso indevido desses agentes; levando em consideração, também, a severidade de suas consequências<sup>10</sup>. A avaliação de risco constitui a base da abordagem comunitária, fundamental para a criação de indicadores capazes de subsidiar os processos decisórios, de controle e prevenção da exposição aos agentes danosos à saúde que estão presentes no exercício de suas atividades e no meio ambiente.

A avaliação de risco está diretamente relacionada a como os sujeitos o percebem, fenômeno que *se processa com a concorrência da autopercepção que, por sua vez, está integrada a um determinado contexto coletivo que abrange a perspectiva comportamental, associada também aos fatores pessoais relacionados à capacidade da formulação cognitiva, aos aspectos afetivos e biológicos e às possibilidades de leitura e de interação com o ambiente externo*<sup>11</sup>.

Este enfoque é relevante quando se discutem as representações individuais sobre o significado de risco e de segurança (ou insegurança), as formas de enfrentamento e o conhecimento necessário para a prevenção ou a contenção desses riscos.

Há inúmeras reflexões importantes sobre o conceito de risco. Este estudo não pretende revisitar esses conceitos, mas somente destacar a importância do seu entendimento para o processo educacional em biossegurança.

Para a área da saúde, conforme Almeida Filho e Coutinho<sup>12</sup>, o conceito de risco aparece nos textos do campo epidemiológico como um construto operacional, como sendo a possibilidade ou probabilidade da ocorrência de eventos ou fenômenos ligados à saúde. Porém, vivemos em um mundo complexo, repleto de condições adversas, “[...] que podem se acumular em forma de riscos, que vão desde as variáveis genéticas e biológicas até as psicossociais”<sup>13</sup>.

O risco se traduz no desencadeamento de um conjunto de eventos, interligados em uma complexa rede de fatores históricos, cognitivos, culturais, genéticos, políticos, socioeconômicos e ambientais.

Slovic<sup>14</sup> aponta para a intermediação de valores, crenças e representações sobre a equação risco/resposta ao risco, demonstrando que existem outros fatores, além da avaliação técnica do risco, importantes para a percepção do risco e resposta ao mesmo.

O perigo (agente de risco) é real, mas o risco é socialmente construído. A avaliação de risco é inerentemente subjetiva e representa uma mistura de ciência e julgamento com fatores psicológicos, sociais, culturais, históricos e políticos importantes.<sup>11,14-15</sup>

Ressalta-se, também, que a exposição ao risco irá moldar o sujeito, dependendo de sua vulnerabilidade e influenciará o seu desenvolvimento. Há uma dimensão flexível e dinâmica neste processo, seja nos fatores que determinarão o risco ou no estado de vulnerabilidade do sujeito. A compreensão desta dimensão destaca que as possíveis soluções somente poderão ser alcançadas, se forem considerados os problemas de escala e complexidade.<sup>16-18</sup>

A avaliação de risco é um parâmetro de essencial importância para a definição de todas as medidas de biossegurança. Rocha<sup>19</sup> categoriza estas medidas em quatro grupos: administrativas; técnicas; médicas; e educacionais e informacionais; o autor demonstra a importância de um processo educacional no entendimento dos elementos presentes na construção e na confirmação daquilo que é risco e a seguir na implementação de medidas para o enfrentamento à exposição aos riscos, permitindo sua eliminação ou minimização, seja para os trabalhadores, seja para o meio ambiente. Portanto, para alcançar a segurança e a sustentabilidade ambiental pretendida com todas essas medidas é necessário, concomitantemente, o estabelecimento de um processo de educação.

A Figura 1 descreve as medidas de biossegurança, apontando as principais ações que visam à organização do trabalho, nas diferentes áreas de atuação do biólogo, a fim de minimizar, controlar ou eliminar os riscos que possam estar presentes.



Figura 1: Medidas de biossegurança observadas na atuação do biólogo.  
Fonte: Elaboração própria.

É importante considerar o compartilhamento de conhecimentos e ações e não somente a aquisição de habilidades e de conteúdos, quando se busca refletir sobre a experiência, promover e ordenar novas trajetórias comportamentais e de trabalho, analisando as características culturais dos sujeitos e seus valores, considerando que são distintos devido ao seu contexto social de origem. Assim, a educação em biossegurança deve ser implementada em um contexto de desenvolvimento ou crescimento contínuo, que incorpore o saber dos sujeitos, discutindo, oferecendo a oportunidade ao sujeito de tornar-se um agente crítico e tornando a atividade de educar uma experiência conjunta.<sup>20-23</sup>

O grande desafio da educação é gerar mecanismos de conscientização ou desenvolvimento de uma percepção para o risco, de forma a prever as situações e os fatores que geram os riscos e ser capaz de intervir quando for preciso, harmonizando assim as reflexões teóricas do processo educacional com ações efetivas, dentro da complexidade do conhecimento e dos problemas atuais.<sup>24</sup>

### Ensino de biossegurança na sociedade de risco

Para Ulrich Beck<sup>25</sup>, a sociedade industrial, caracterizada pela produção e distribuição de bens, é indissociável do processo de produção de riscos já que, como consequência do desenvolvimento da ciência e da técnica, por falha na predição, monitoramento e controle dos riscos, ocorre a exposição dos indivíduos aos riscos e à contaminação ambiental. Portanto, os riscos acompanham a distribuição dos bens, decorrentes



da industrialização e do desenvolvimento de novas tecnologias. Entre esses riscos, citam-se os alimentos geneticamente modificados ou alimentos cultivados utilizando-se agrotóxicos.

No Brasil, durante a década de 1960-1970, os agrotóxicos apareceram como a solução para o controle das pragas que atingiam lavouras e rebanhos. O mercado de agrotóxicos expande em média 10% ao ano, o que mantém o país entre os seus seis maiores consumidores mundiais. Até o ano de 2005, o Brasil era o terceiro consumidor de agrotóxico do mundo. O Ministério da Saúde estima que mais de 400.000 pessoas são contaminadas anualmente por agrotóxicos<sup>26</sup>. O Dossiê Abrasco<sup>27</sup> relata que, na safra de 2011, foram plantados no Brasil 71 milhões de hectares de lavoura, entre a temporária e a permanente, e pulverizados por cerca de 853 milhões de litros de agrotóxicos, o que representou uma média 12 litros/hectare e uma exposição média ambiental/ocupacional/alimentar de 4,5 litros de agrotóxicos por habitante. A utilização exagerada de produtos químicos nas lavouras do país está deixando de ser uma questão relacionada especificamente à produção agrícola e se transforma em um problema de saúde pública e preservação da natureza.<sup>28</sup>

As reflexões sobre os riscos em torno dos organismos geneticamente modificados ocupam um grande espaço de preocupação nas discussões, sobretudo no encaminhamento das alternativas científicas que trabalham com a fragmentação do DNA dos seres vivos, visando à criação de espécies híbridas. Seus efeitos positivos ou negativos no processo de adaptação no meio ambiente não podem ser previstos, posto que a natureza e a vida têm demonstrado uma enorme capacidade de sobrevivência e mutação surpreendentes, fazendo com que as fronteiras da racionalidade estabelecidas pela ciência para o seu controle sejam constantemente revistas. O agravante do uso dessas técnicas reside no tempo dessas mutações e no tempo de percepção das mesmas. Muitas vezes, os efeitos negativos aparecem tardiamente, dificultando a projeção imediata de sua atenuação.<sup>29</sup>

A sociedade de risco, conforme Beck<sup>24</sup> aponta, traz consigo um elemento novo: a “reflexividade”. Quando o indivíduo – ser reflexivo – se depara com os riscos resultantes de suas próprias ações, começa a refletir e estabelecer autocríticas dos efeitos de seus atos passados e atuais e a probabilidade da criação de riscos futuros. Este ser reflexivo torna-se “um tema e um problema para si próprio”<sup>30</sup>.

As reflexões da sociedade de risco impõem a necessidade de que a complexa temática das relações saúde/ambiente e educação seja fomentada, para que se multipliquem as práticas sociais baseadas no fortalecimento do direito ao acesso à informação e à educação em uma perspectiva integradora e interdisciplinar.

O progresso constante das ciências biológicas e das tecnologias da saúde destaca a biossegurança como um campo do conhecimento de abordagem interdisciplinar, devido à conexão entre as dimensões científicas, sociais e ambientais em relação ao risco que a atividade profissional pode ocasionar à saúde humana e ao ambiente.<sup>31</sup>

No entanto, os conhecimentos de biossegurança não se restringem aos saberes teórico e à racionalidade técnico-científica, uma vez que seus conteúdos originam-se das inter-relações humanas, sociais, éticas, históricas, econômicas, políticas e ambientais. Segundo Perrenoud<sup>32</sup>, a formação do sujeito em profissional reflexivo não ocorre de forma improvisada. Os conteúdos teóricos, apesar de necessários não são suficientes, somente uma reflexão sistemática e continuada é capaz de promover a dimensão formadora da prática.

Atualmente, percebem-se que ações educativas em biossegurança, em sua grande maioria realizadas no cenário não formal acadêmico das instituições de ensino superior (IES), são instituídas como programas de capacitação de recursos humanos nos laboratórios de saúde pública e de análises clínicas, em hospitais, entre outras instituições voltadas para a formação em serviço.<sup>33</sup> Esse processo de ensino-aprendizagem em biossegurança é aplicado por docentes que não possuem as habilitações fornecidas pela educação formal, por falta de inserção oficial da biossegurança na grade de disciplinas dos cursos de graduação em que os currículos são baseados em disciplinas tradicionais que não atendem totalmente às necessidades de conhecimentos específicos em função dos processos de trabalho em saúde.<sup>34</sup> Este processo educacional

está diretamente relacionado à vivência dos docentes na área enquanto especialistas, em que muitos conceitos sofrem influência das experiências profissionais prévias, práticas sociais e culturais próprias das comunidades científicas às quais pertencem, podendo ocasionar um ensino de forma fragmentada, sem uma visão integradora que a área tem como base. Arapiraca<sup>35</sup> salienta que o saber fragmentado pode deturpar o desenvolvimento integral do cidadão. As habilidades adquiridas são desarticuladas, podendo transformar o sujeito em um mero executor de tarefas repetitivas. Isto se deve à inexistência de estruturas que lhe permitam, durante a sua formação, conscientizar-se e adquirir os conhecimentos necessários sobre questões básicas da área de biossegurança como, por exemplo, das formas de prevenção; ou que desenvolva uma percepção adequada a respeito dos riscos. Essas lacunas precisam ser preenchidas através do estabelecimento de programas de socialização de informações e de formação que visem à construção do saber interdisciplinar, à união de esforços e que abranjam o tema biossegurança.

No entanto, o ensino de biossegurança tem encontrado barreiras para a sua inclusão nas instituições de ensino superior (IES). Esta dificuldade se dá no caráter transdisciplinar da biossegurança, pela sua multidiversidade temática e de imbricações sociais, éticas, culturais, políticas e econômicas; exigindo dos docentes uma visão integrada, na utilização de metodologias de ensino com o propósito de unir essas dimensões, demonstrando a complexidade do tema, aparece de forma limitada. Dessa forma, em alguns cursos de formação da área da saúde, biossegurança aparece como um tema transversal e não central. Ser transversal não é ruim, pois são eixos que levam à formação geral do cidadão. Observa-se que, apesar da dificuldade, as universidades na área da saúde começam a incluir nos seus currículos o ensino da biossegurança.<sup>36</sup>

A biossegurança busca fornecer conhecimentos e habilidades cognitivas e comportamentais que lhe permitam chegar ao domínio intelectual da segurança aplicada à técnica, e das formas de organização social, de modo a ser capaz de criar soluções originais para problemas que exijam criatividade. Dessa forma, as práticas educativas devem conter propostas pedagógicas centradas na conscientização, na mudança de comportamento e de atitudes, no desenvolvimento de competências, na capacidade de avaliação e participação dos alunos. Isso estimula a elaboração de novas epistemologias que favoreçam “educar para a era planetária”, exigindo três reformas: do modo de conhecimento, do pensamento e do ensino.<sup>37</sup> Assim, pensar em práticas de educação em biossegurança na “era planetária” explicita o desafio da construção de uma formulação conceitual que estabeleça a transdisciplinaridade nas escolas, nas quais há necessidade da comunicação entre as ciências.

## Conclusão

Neste ensaio, discutiu-se risco como um conjunto de eventos interligados em uma complexa rede de fatores ligados à sociedade ou nação e ao ambiente. A biossegurança baseia-se na avaliação desses riscos para estabelecer medidas de contenção e de proteção, entendendo a dimensão flexível e dinâmica no processo que envolve a exposição ao risco, inclusive considerando a perspectiva subjetiva da percepção do risco, intermediada por valores, crenças e representações.

Os saberes locais, passados de pai para filho durante milhares de anos, constituintes da cultura local, na qual há fusão de bens econômicos e culturais (superstições e saberes acumulados), muitas vezes desconsiderados durante a avaliação de risco, podem apresentar uma racionalidade vital e, portanto, deveriam também ser incorporados ao processo de avaliação. Um exemplo disto é a preparação do milho no México, onde seus grãos eram cozidos em uma solução alcalina de cal, atribuída pelos estudiosos, por longos anos, a uma crença, até que foi descoberto que ela permitia que o organismo assimilasse a lisina, aumentando o valor nutritivo desses víveres, que eram seu único alimento.



Por intermediar campos diversos do conhecimento, a biossegurança aponta para a necessidade do desenvolvimento de práticas educativas pautadas pelo paradigma da complexidade aportado pela ciência, fortalecendo mecanismos que possibilitem o surgimento de uma sociedade constituída por indivíduos protagonistas, conscientes e criticamente comprometidos com a construção de uma sociedade sustentável.

É importante a incorporação do pensamento complexo na educação, para facilitar o entendimento dos sujeitos de que não há como separar as relações entre qualquer fenômeno e seu contexto. Além disso, elas são necessárias para a inter-relação com o contexto da sociedade de risco, principalmente quando se enfrentam problemas que geram incertezas e imprevisibilidades.

O confronto entre a sociedade sustentável e o paradigma da “sociedade de risco” mostra a imprescindibilidade das práticas sociais baseadas no fortalecimento do direito ao acesso à informação e à educação em uma perspectiva integradora, que é a proposta da biossegurança.

## Referências

1. Rocha SS. Biossegurança, um novo desafio na formação do profissional de saúde pública: avaliação da implementação do Programa Nacional de Capacitação em Biossegurança Laboratorial na Bahia [dissertação]. Salvador: Universidade Federal da Bahia, Mestrado em Educação; 2013.
2. Conselho Nacional de Saúde (Brasil). Resolução nº287, de 08 de outubro de 1998. Resolve sobre a inclusão de categorias profissionais de saúde de nível superior para atuação no Conselho Nacional de Saúde. Diário Oficial da União 07 maio 1999; Seção 1, p. 164.
3. Campos GWS. Saúde pública e saúde coletivas: campo e núcleo e saberes e práticas. Sociedade e Cultura, 2000; 3(2):51-74.
4. Schmidt RAC. A questão ambiental na promoção da saúde: uma oportunidade de ação multiprofissional sobre doenças emergentes. Physis: Rev. Saúde Coletiva, 2007; 17(2):373-92.
5. Oliveira IB, Silva LO, Souza JMHE, Gomes JP, Lucena LRF, Amaral WS, Vasconcelos SD. Avaliação das percepções e expectativas de bacharelados em biologia: perfil e regulamentação profissional. Estudos em Avaliação Educacional, 2007; 18(36):167-80.
6. Forattini OP. Biossistemática e saúde pública. Revista de Saúde Pública, 1989; 23(3):181-2.
7. Krahenbuhl JL. Educação ambiental. Rev. BioBrasilis, 2010; 1(1):17-20.
8. Teixeira P, Valle S. Biossegurança: uma abordagem multidisciplinar. 2. Ed. Rio de Janeiro: Fiocruz 2010.
9. Ministério do Trabalho e Emprego (Brasil). Portaria nº. 25, de 29 de dezembro de 1994. NR nº 9. Programa de Prevenção de Riscos Ambientais. Diário Oficial da União 30 dez1994; Seção 1, pag. 21280-21282.
10. Cardoso TAO, Navarro MBMA, Soares BEC, Tapajos AM. Biossegurança e biossegurança: aplicabilidades da segurança biológica. RevInterciência 2008; 33(8):561-8. Navarro MBMA, Cardoso TAO. Percepção de risco e cognição: reflexão sobre a sociedade de risco. Ciência & Cognição, 2005; 6(1):67-72.
11. Almeida Filho N, Coutinho D. Causalidade, contingência, complexidade: o futuro do conceito de risco. PHYSIS: Rev. Saúde Coletiva, 2007; 17(1):95-137.
12. Sapienza G, Pedromônico MRM. Risco, proteção e resiliência no desenvolvimento da criança e do adolescente. Psicologia em Estudo, 2005; 10(2):209-16.
13. Slovic P. The Psychology of risk. Saúde Soc., 2010; 19(4):731-47.
14. Slovic P. Trust, emotion, sex, politics, and science: Surveying the risk assessment battlefield. RiskAnalysis, 1999; 19(4):689-701.
15. Horlick-Jones T, Sime J. Living on the border: knowledge, risk and transdisciplinarity. Futures 2004; 36(4): 441-56.
16. Healy S. A “pos-foundational” interpretation of risk: risk as “performance”. Journal of Risk Research 2004; 7(3): 277-96.

17. Bourdieu P. A escola conservadora: as desigualdades frente à escola e à cultura. In Nogueira MA, Catani A. Escritos de educação. Petrópolis: Editora Vozes; 1998. p.229-37.
18. Rocha SS. Conceitos básicos em biossegurança. In: Oda LM, Ávila SM. (Orgs.) Biossegurança em Laboratório de Saúde Pública. Brasília: MS; 1998. p.15-30.
19. Neves TP, Cortez EA, Moreira AOF. Biossegurança como ação educativa: contribuições à saúde do trabalhador. *CogitareEnferm*, 2006; 11(1):50-4.
20. Moreira COF. Entre o indivíduo e a sociedade: um estudo da filosofia da educação de John Dewey. Bragança Paulista: EDUSF; 2002.
21. Oliveira MHB, Vasconcellos LCF. As políticas públicas brasileiras de saúde do trabalhador: tempos de avaliação. *Saúde em Debate*, 2000; 24(55):92-103.
22. Minayo-Gomez C, Thedim-Costa SMF. A construção do campo da saúde do trabalhador: percurso e dilemas. *Cadernos de Saúde Pública*, 1997; 13 (supl.2):21-32.
23. Rocha SS. Biossegurança: fundamentos e abrangência. In: Amaral A, Melo B. (Org.). Tópicos de biossegurança. Recife: UFPE; 2010. p.1-14.
24. Beck U. A Reinvenção da política. In: Giddens A, Beck U, Lash S. (Orgs.). Modernização reflexiva: política, tradição e estética na ordem social moderna. São Paulo: UNESP; 1997. p.45-69.
25. Peres F, Oliveira-Silva JJ, Dell-Rosa HV, Lucca SR. Desafios ao estudo da contaminação humana e ambiental por agrotóxicos. *Ciênc. Saúde Coletiva*, 2005; 10(suppl):27-37.
26. Cardoso TAO, Vital N, Navarro MBMA. Biossegurança. Estratégias de gestão de riscos, doenças emergentes e reemergentes: impactos na saúde pública. São Paulo: Santos; 2012.
27. Associação Brasileira de Saúde Coletiva. Dossiê Abrasco: um alerta sobre os impactos dos agrotóxicos na saúde. Parte 2. Agrotóxicos, saúde, ambiente e sustentabilidade. Rio de Janeiro: Abrasco; 2012.
28. Cardoso TAO, Vital N, Navarro MBMA. Biossegurança. Estratégias de gestão de riscos, doenças emergentes e reemergentes: impactos na saúde pública. São Paulo: Santos; 2012.
29. Jacobi PR. Educação ambiental: o desafio da construção de um pensamento crítico, complexo e reflexivo. *Educação e Pesquisa*, 2005; 31(2):233-50.
30. Araújo MAG. Modalidade de inclusão curricular no ensino em saúde [dissertação]. São Paulo: Sociedade Brasileira de Terapia Intensiva, Mestrado Profissionalizante em Terapia Intensiva; 2014.
31. Perrenoud P. Construir as competências desde a escola. Porto Alegre: Artes Médicas Sul; 1999.
32. Costa MAF, Costa MFB. Biossegurança em saúde no ensino de ciências. *Revista Práxis*, 2013; 5(9):11-5.
33. Souza AMA. Profissionalização de trabalhadores de saúde de nível médio: problemas e desafios. In: Amâncio Filho A, Moreira MCG. (orgs.) Saúde, trabalho e formação profissional. Rio de Janeiro: Fiocruz, 1997. p.93-98.
34. Arapiraca JO. A Usaid e a educação brasileira: um estudo a partir de uma abordagem crítica da teoria do capital humano. São Paulo: Cortez; 1982.
35. Costa MAF, Costa MFB. Educação em biossegurança: contribuições para a formação profissional em saúde. *Ciência & Saúde Coletiva*, 2010; 15(Supl.1):1741-50.
36. Morin E, Ciurana ER, Motta RD. Educar na era planetária. O pensamento complexo como Método de aprendizagem no erro e na incerteza humana. São Paulo: Cortez Editora; 2003.