



AS ATIVIDADES PRÁTICAS

TRABALHAR EM SEGURANÇA

Dra. MARIA ANTONIA MALAJOVICH

Coordenadora de Biotecnologia
do Instituto de Tecnologia ORT

Diretora Científica da ANBIO

ORGANIZAÇÃO DO TEXTO

PREOCUPAÇÃO COM SEGURANÇA E CULTURA DE SEGURANÇA

O RISCO DE ACIDENTES

A RESPONSABILIDADE DO PROFESSOR

SEGURANÇA NO ENSINO DE BIOLOGIA

O AMBIENTE LABORATORIAL

AS SAÍDAS DE CAMPO

OS EXPERIMENTOS COM SERES VIVOS

Plantas

Animais

Tecidos e fluidos

SEGURANÇA NO ENSINO DE MICROBIOLOGIA E BIOTECNOLOGIA

OS MICRORGANISMOS PARA AS ATIVIDADES PRÁTICAS

AS ATIVIDADES POSSÍVEIS EM CADA NÍVEL DE ENSINO

Ensino Infantil e Fundamental 1

Ensino Fundamental 2 e Médio

Ensino Médio (Técnico), Terciário, Graduação universitária

AS NORMAS DE TRABALHO STANDARD

ASPECTOS ESPECÍFICOS LIGADOS AO ENSINO DE BIOTECNOLOGIA

A TRABALHAR COM PATÓGENOS, TAMBÉM SE ENSINA.

PASSAR DO NB 1 A UM NB 2 NÃO É TÃO SIMPLES

OS CULTIVOS DE TECIDOS

CONSIDERAÇÕES FINAIS

BIBLIOGRAFIA

PREOCUPAÇÃO COM SEGURANÇA E CULTURA DE SEGURANÇA

Inseridas na sociedade através da imposição de normas e regulamentações, as medidas de segurança visam a proteção da saúde do indivíduo, do grupo, da comunidade e do ambiente. Circunscritas a problemas bem definidos, essas medidas só estarão inseridas em nosso patrimônio cultural quando estiverem presentes nos padrões de ensino, como parte do sistema educativo.

O RISCO DE ACIDENTES

Qual o número real de acidentes no laboratório de ensino? Sabe-se que está relacionado com o número de alunos no laboratório e a disciplina da aula (barulho, risadas, conversações fora do tema). O risco aumenta com a improvisação e com a falta de reflexão no desenvolvimento da sequência de ações descrita no protocolo.

Todos os manuais de atividades trazem longas listas de recomendações que dependem não só do bom senso, como da experiência pessoal do docente. Atitudes medianamente rígidas podem parecer contraditórias com as tendências educativas modernas, onde o aluno é estimulado a construir o conhecimento a partir da própria experiência. O abandono das normas também pode ocorrer por rebeldia dos alunos ou por dificuldade do professor em assumir a autoridade.

Lamentavelmente, tanto o excesso como a falta de ponderação acabam servindo como desculpa para limitar o acesso dos alunos às atividades práticas.

A RESPONSABILIDADE DO PROFESSOR

A construção de uma cultura de segurança não pode estar limitada a uma aula ministrada no início do ano. Antes de iniciar qualquer atividade no laboratório de ensino, o Professor deve instruir os alunos sobre possíveis riscos. A supervisão da atividade deve envolver condutas tais como não deixar os alunos sozinhos no laboratório, não permitir a entrada de alunos uma vez iniciado o trabalho etc.

Em muitos estabelecimentos de ensino, a responsabilidade do Professor abrange também a escolha das atividades experimentais e sua adaptação às condições locais, que é onde surgem as questões fundamentais. A atividade proposta

coloca os participantes em perigo? A atividade proposta prejudica a comunidade ou o meio ambiente? A resposta permite iniciar ações para prevenir e minimizar riscos, mesmo sabendo que o *risco 0* não existe, nem na vida cotidiana nem em situação de ensino.

SEGURANÇA NO ENSINO DE BIOLOGIA

A compreensão do mundo natural é construída progressivamente, ao longo do Ensino Fundamental e Médio, mediante uma aproximação concreta aos fenômenos e objetos naturais. As atividades práticas são indispensáveis porque além de motivar os alunos, o “aprender fazendo” estimula sua curiosidade sobre o mundo que os rodeia.

Um estabelecimento de ensino que queira estimular as atividades práticas terá que assegurar ao Professor uma carga horária que permita a organização e acompanhamento dos experimentos, um orçamento adequado e assistência técnica compatível com o objetivo e turmas pouco numerosas.

Atividades como observar, medir, experimentar e construir modelos são realizadas na sala de aula, no laboratório ou no exterior da escola, em condições que devem ser analisadas cuidadosamente. O reconhecimento e a avaliação dos riscos permite ao Professor selecionar as atividades e desenvolvê-las em segurança.

O AMBIENTE LABORATORIAL

O laboratório de Biologia deve estar instalado em um ambiente bem ventilado e contar com pias, água, gás e eletricidade. Deve contar com suficiente espaço para o crescimento de espécimes vivos para estudo nas aulas. Luvas, jalecos, um kit de primeiros socorros, um cobertor para fogo e um extintor são aconselháveis.

Se no mesmo ambiente laboratorial forem desenvolvidas atividades químicas, deve-se prever a instalação de um chuveiro e de um lava-olhos no próprio laboratório ou bem perto, em lugar onde se chegue rapidamente (20 segundos).

O aluno deve ser informado sobre os riscos inerentes ao manuseio de algumas substâncias químicas (inflamabilidade, reatividade, corrosão, toxicidade) assim como de sua responsabilidade em relação ao lixo.

Observe-se que na Internet existem excelentes manuais sobre segurança no laboratório de Química, como o *School Chemistry. Laboratory Safety Guide*, do National Institute for Occupational Safety and Health.

Discute-se se o laboratório deveria estar aberto a professores e alunos fora dos horários de aula. Admite-se como resposta que isso depende da presença de um responsável.

AS SAÍDAS DE CAMPO

A pessoa responsável deve identificar e excluir as atividades que apresentem riscos, organizar atividades compatíveis com as aptidões físicas dos alunos e dispor de telefones de socorro. Também deve estar familiarizado com as plantas e os animais perigosos da área e ter alguma formação em primeiros socorros.

Nem o trajeto, nem o horário combinado devem ser alterados a menos de surgir algum imprevisto que justifique mudanças, recomendando-se conservar a calma frente a qualquer situação inesperada.

As saídas de campo devem respeitar a fauna, a flora e os ambientes frágeis. Não é necessário colher amostras nem retirar espécimes da natureza. No ambiente educativo, as coletas são hoje substituídas por fotografias, com excelentes resultados. Algumas das recomendações de Gerald Durrell ao naturalista amador continuam atuais:

- 1. Na sua busca por uma espécie, não perturbe todos os locais potenciais de habitação. Por exemplo, não revire todas as toras em decomposição numa floresta, nem investigue todos os ocos de árvore.*
- 2. Não grite nem faça barulho desnecessário. O ruído afugenta os animais.*
- 3. Deixe as coisas como as encontrou: pedras que tenha tirado do lugar ou ervas que tenha recolhido de um lago.*

4. *Não deixe lixo no campo, principalmente em mananciais.*
5. *Tenha cuidado para não causar incêndio. Todo ano vastas áreas de floresta e silvados são perdidos por falta de cuidado por parte de pessoas que fazem piqueniques ou acampamento.*
6. *Não conte a qualquer um onde viu algo de interesse. Lembre-se de que um segredo de que muitos têm conhecimento não é mais um segredo. Conte apenas às pessoas que respeitarão o sigilo da informação.*

EXPERIMENTOS COM SERES VIVOS

Plantas

Nos experimentos com seres vivos, as plantas são a melhor opção. Contudo, devem-se evitar as que são tóxicas e alertar os alunos em relação as sementes comerciais que são tratadas com pesticidas.

Fungos, esporos e pólen podem causar alergias, de modo que deve-se evitar ou diminuir sua disseminação pelo ar.

Animais

No Ensino Fundamental as criações de animais são uma forma de estimular os estudos observacionais e a educação para o respeito da vida em todas suas formas. Recomenda-se que as criações se limitem a invertebrados que não apresentem nenhum perigo. Alguns invertebrados permitem estudos comportamentais relacionados com a alimentação (tenébrios) e a reprodução (drosófilas).

Criados em um espaço que reproduza seu ambiente natural, os animais devem receber os cuidados adequados (água e alimento, condições de temperatura, iluminação) também em feriados, férias escolares e recessos.

Os experimentos com animais vão da observação à dissecação. Trazem conhecimento da Biologia? São apropriados para a aula e para a idade dos alunos? Estes aspectos devem ser analisados cuidadosamente.

A França autoriza a experimentação em invertebrados e formas embrionárias de vertebrados ovíparas. Também a permite quando se trata de observações que não provoquem nenhum sofrimento nem dano. Considera uma falta grave matar um animal na frente dos alunos para dissecação.

A dissecação deve se limitar a órgãos (coração) ou animais já mortos (peixes e mariscos), comprados em estabelecimentos comerciais. Atualmente, há muito material na web para substituir a dissecação.

Tecidos e fluidos corporais

Não apresentam riscos os tecidos vegetais, a carne ou derivados de carne obtidos em restaurantes ou comércio de alimentos, cabelo, dentes (esterilizados previamente), tecidos fossilizados ou espécimes arqueológicos e preparações histológicas (tecidos fixados).

As amostras de fluidos e secreções humanas incluem sangue, células de bochecha, fezes, muco, saliva, sêmen, suor e urina. Tanto as amostras como moléculas extraídas dessas amostras podem transmitir doenças. Por serem potencialmente infecciosas devem ser substituídas por outros materiais ou por atividades virtuais.

O sangue é especialmente perigoso, já que tanto o contato direto como o indireto pode transmitir patógenos como o HBV (vírus da hepatite B) e o HIV (vírus de imunodeficiência humana). Deve-se excluir toda manipulação de sangue na escola, a menos de obter uma amostra segura, isto é que tenha passado por todos os testes habituais, em um centro especializado.

Em relação ao uso do microscópio, nunca usar luz solar como fonte de iluminação e evitar o acesso ao aparelho de estudantes com infecções oculares. Antes de usar um corante deve-se verificar sua toxicidade.

MICROBIOLOGIA E BIOTECNOLOGIA

A renovação dos programas de ensino de Biologia mediante a introdução de tópicos de Biotecnologia nos exige repensar o trabalho experimental, uma atividade fundamental para a compreensão e o domínio da tecnologia.

Consideramos que nesta área específica, a formação de uma cultura de segurança deve começar quanto antes, nos primeiros níveis de ensino porque, ao longo do caminho da especialização os riscos irão aumentando.

OS MICRORGANISMOS PARA AS ATIVIDADES PRÁTICAS

A introdução de atividades práticas com microrganismos é cada vez mais frequente nos cursos de Biologia do Ensino Fundamental e Médio. Existem diversas listas de microrganismos, elaboradas por instituições de tradição e prestígio, ou por sociedades científicas que podem ser utilizados nas atividades escolares (MISAC, ASE, NABT). Estas listas, disponíveis na Internet, indicam algumas utilizações possíveis e fornecem informação sobre o cultivo e manutenção das linhagens.

Os microrganismos estão classificados em grupos de risco, sendo estas categorias utilizadas (países da EU, WHO) como parte da avaliação que permite determinar o nível de biossegurança apropriado (NB1, NB2, NB3, NB4). Um nível de biossegurança é definido por uma combinação de práticas e procedimentos laboratoriais, equipamento de segurança (barreiras primárias), e instalações laboratoriais (barreiras secundárias).

Os microrganismos ideais para o ensino são os classificados no Grupo de risco 1, nível de biossegurança NB1. Trata-se de microrganismos que, até o momento, não causam doenças para o homem (baixo risco individual e coletivo) e que não representam riscos para o ambiente (*Lactobacillus*, *Lactococcus*, *Saccharomyces*, várias espécies de *Bacillus*, cepas não patogênicas de *Escherichia coli* etc).

Microrganismos “seguros” entram e saem das listas divulgadas pelas autoridades, sendo aconselhável que o Professor se mantenha atualizado. O uso de *Serratia marcescens* está atualmente desaconselhado por ter sido causa de algumas infecções hospitalares. Algumas espécies de *Aspergillus* e de *Penicillium* não são mais consideradas perigosas sempre que se respeitem as boas práticas.

Discute-se o cultivo de microrganismos ambientais, aceitável em placa fechada (contagem de organismos ou de colônias), mas que deveria ser objeto de maiores cuidados, se esta for aberta e repicada, envolvendo o uso obrigatório de luvas e lentes de proteção, em gabinetes de inoculação.

Observe-se que microrganismos considerados seguros não apresentam riscos para as pessoas saudáveis quando mantidas as práticas de laboratório adequadas, mas podem ser perigosos para as pessoas com baixa imunidade.

Dentro do grupo de risco 1, há microrganismos e atividades adaptados a cada faixa etária e ao nível de aprendizado (Básico, Fundamental, Médio, Técnico, Superior-Graduação).

AS ATIVIDADES POSSÍVEIS EM CADA NÍVEL DE ENSINO

Ensino Infantil e Fundamental 1

Envolve alunos menores de 11 anos e docentes sem nenhum treinamento especial.

As atividades práticas envolvem os microrganismos que entram na elaboração e composição de alimentos humanos, e os que crescem naturalmente em material vegetal em decomposição.

O cultivo é realizado nas substâncias em que esses microrganismos crescem naturalmente, tais como pão, vinho, frutas, vegetais, leite, queijo, iogurte, feno, grama etc. Incubam-se os cultivos a temperatura ambiente, salvo no caso da preparação de iogurte que ocorre a 43^oC, utilizando como *starter* um produto comercial com lactobacilos.

Ensino Fundamental 2 e Médio

Envolve alunos entre 11-16 anos e Professores de Ciências com algum treinamento específico (Biologia, Física, Química) e, eventualmente, a supervisão de algum professor de Biologia.

Os agentes biológicos possíveis são microrganismos comerciais, provenientes de coleções de cultura ou com requerimentos incomuns (salinidade, pH, temperatura). Microrganismos do ambiente, excetuando os dos banheiros, podem ser cultivados. Em relação à superfície corporal, o cultivo estará limitado aos microrganismos das mãos.

Os meios de cultivo admitem na composição ágar e nutrientes, excluindo os que selecionam microrganismos potencialmente patogênicos para o homem (ágar sangue, ágar Mc Conkey).

Incubam-se os cultivos a 30^oC, uma temperatura em que os microrganismos permitidos crescem bem. As exceções são as bactérias lácticas do iogurte (43^oC, starter), *Streptococcus thermophilus* (50^oC), *Bacillus stearothermophilus* (60^oC) e linhagens enfraquecidas de *Escherichia coli* (37^oC).

Minimiza-se o risco de cultivar microrganismos nocivos mediante a escolha cuidadosa das fontes e o cultivo em recipientes fechados e selados, que assim permanecerão até que as culturas sejam esterilizadas. No caso de abrir os recipientes, devem-se exterminar os microrganismos 24 horas antes, com um papel de filtro embebido em formol (40%). Os repiques estão excluídos.

Como barreira primária, aconselha-se o uso de jaleco. Barreiras secundárias incluem um laboratório com pia e a previsão de tratamento específico em caso de derramamento. A esterilização do material descartado é indispensável (autoclave / panela de pressão)

Ensino Médio (Técnico), Terciário, Graduação universitária

Envolve alunos maiores de 16 anos e Professores com treinamento específico e qualificação em técnica asséptica.

As limitações em relação aos agentes biológicos, meios de cultivo e incubação são equivalentes às descritas no nível anterior. Contudo, dependendo do curso, organismos ambientais e corporais podem ser cultivados em placas, que permanecerão fechadas.

O uso do jaleco torna-se obrigatório como barreira primária. As práticas de laboratório padrão (standard) e uma técnica asséptica apurada são condições importantes.

Em relação às barreiras secundárias não há modificações respeito ao nível anterior.

As normas correspondentes aos três níveis de ensino se encontram resumidas na tabela 1.

AS NORMAS DE TRABALHO *STANDARD*

1. Acesso ao laboratório com vestimenta adequada. Tirar as joias (brincos, colares), e também os chapéus e bonés. Não usar roupas largas demais, nem sapatos abertos (sandálias). Prender o cabelo. *Vestir um jaleco de algodão.*
2. Acesso ao laboratório limitado ou restrito quando os experimentos estão em andamento (Decisão do Professor)
3. Ter certeza de ter entendido bem o procedimento antes de começar.
4. Lavar as mãos antes e depois de realizar o procedimento.
5. Não fumar, beber, comer, chupar balas, morder o lápis, aplicar lentes de contato nem cosméticos.
6. Manter a bancada bem organizada.
7. Utilizar as técnicas assépticas apropriadas para trabalhar com cultivos bacterianos, microbianos ou virais.
8. Não pipetar com a boca, minimizar a formação de aerossóis.
9. Limpar a bancada pelo menos 1 vez ao dia e a cada vez que se produz um derramamento com um desinfetante apropriado.
10. Limpar e descartar adequadamente o material utilizado.

Cabe ao Professor limitar o acesso ao laboratório durante o desenvolvimento das atividades, não deixando os alunos chegar tarde nem sair antes de finalizada a aula, e por seu lado não deixando os alunos sozinhos. Estas normas representam uma mudança de comportamento no laboratório, tanto para os docentes como para os alunos. Tabela 1: Normas de segurança em diferentes níveis de ensino

Tabela 1: Normas de segurança em diferentes níveis de ensino.

Ensino	Fundamental I	Fundamental II e Médio (11 a 17 anos)	Médio Técnico Terciário Graduação
Agentes biológicos	Alimentos e material vegetal em decomposição	Coleções de cultura M'os com requerimentos incomuns M'os ambientais	Coleções de cultura M'os com requerimentos incomuns M'os ambientais
Práticas e procedimentos	Meios naturais T = 30°C e recipientes fechados	Agar e nutrientes T = 30°C e recipientes fechados	Agar e nutrientes T = 30°C e recipientes fechados Possibilidade de repiques
Barreiras primárias	Nenhuma	Jaleco opcional	Jaleco obrigatório Práticas de laboratório standard Técnica asséptica
Barreiras secundárias	Nenhuma	Laboratório (pia, autoclave, tratamento p/ derramamentos, etc.)	Laboratório (pia, autoclave, tratamento p/ derramamentos, etc.)

Abreviatura M'os = Microrganismos

ASPECTOS ESPECÍFICOS DO ENSINO DE BIOTECNOLOGIA

Aconselha-se trabalhar com microrganismos comercializados ou provenientes de coleções de cultura, especialmente com requerimentos incomuns.

Para o Professor, nem sempre é fácil obter linhagens microbianas de fontes seguras. Em vários países, existem bancos de recursos biológicos que as fornecem gratuitamente ou por um módico preço. No Brasil, a Fiocruz e a Fundação André Tosello disponibilizam algumas linhagens, mas a fonte principal costuma ser algum centro universitário.

De um modo geral, aconselha-se evitar os cultivos anaeróbios. As exceções são a fermentação alcoólica e a produção de biogás. Neste último caso os excrementos de animais devem ser substituídos por cortes de grama inoculados com *compost*. Organismos parcialmente anaeróbios como os que crescem nas colunas de Winogradsky não apresentariam problemas.

Outras recomendações são de evitar cultivos em grande escala que produzam antibióticos (penicilina), e iniciar as fermentações com um volume de inóculo em crescimento ativo, equivalente a 20% do volume total. Os meios de cultivo devem ser esterilizados antes de usar, assim como o material que será descartado.

A TRABALHAR COM PATÓGENOS, TAMBÉM SE ENSINA.

O trabalho com patógenos é inconcebível no ensino básico, fundamental ou médio e também no Médio Técnico, em que os alunos são menores de idade. Contudo, essa experiência é necessária em algumas áreas de formação profissional, seja a nível técnico, seja a nível superior. Quando se deve expor o aluno ao trabalho com patógenos? E de que modo?

Para muitos autores, um curso básico de introdução à microbiologia deveria utilizar exclusivamente organismos não patogênicos. Trate-se de um curso de graduação ou de um curso profissionalizante, o aluno deve aprender primeiro a utilizar técnicas assépticas na preparação e manipulação de cultivos em ágar, a analisar as condições necessárias para o crescimento de microrganismos e a desenhar e conduzir experimentos que permitam avaliar o efeito de agentes antimicrobianos.

Um curso básico tem como objetivo o desenvolvimento das habilidades essenciais, conhecidas como “prática segura”, em relação às técnicas gerais de crescimento, identificação e contagem de microrganismos. Também visa desenvolver alguns processos conceituais, tais como a natureza investigativa da pesquisa microbiológica e a organização da documentação e do registro dos experimentos.

Tudo deve ser conferido, desde o material até as condições de trabalho. Deixar cair rolhas, pipetas ou as alças de inoculação são erros frequentes nos cursos de iniciação. A capacidade de concentração costuma ser desestimulada em aulas lotadas, com assistentes apenas melhor preparados que os alunos. Antes de trabalhar com patógenos, o aluno deve adquirir várias habilidades e mostrar certo grau de maturidade.

PASSAR DO NB 1 A UM NB 2 NÃO É TÃO SIMPLES

O NB 1 representa um nível básico de contenção, que depende de práticas microbiológicas standard, sem mais barreiras que uma pia para o lavado das mãos.

O laboratório NB 2 consiste em instalações, equipamentos e procedimentos que permitem o trabalho com agentes infecciosos de risco moderado, presentes na comunidade e associados a doenças humanas de severidade variável. Estes laboratórios se utilizam no ensino ou no diagnóstico clínico.

As instalações são de acesso restrito, contam com gabinetes de biossegurança apropriados e com equipamentos para a esterilização do lixo e do material descartado. As barreiras primárias e secundárias são específicas. Exerce-se um controle eficiente de insetos e roedores.

Segundo a Organização Mundial da Saúde, o NB2 difere do NB1 em vários pontos:

1. O pessoal de laboratório recebe treinamento específico para manipular agentes patogênicos.
2. O laboratório é dirigido por científicos com experiência na manipulação de agentes patogênicos.

3. O acesso ao laboratório é limitado quando o trabalho está em andamento.
4. Prepara-se e adota-se um manual de biossegurança específico do laboratório.
5. Os procedimentos capazes de gerar aerossóis potencialmente infecciosos são conduzidos em gabinetes de segurança de classe I ou II ou outro equipamento de contenção primária. O pessoal recebe treinamento específico no uso adequado do equipamento de contenção e adere estritamente às práticas microbiológicas recomendadas.

OS CULTIVOS DE TECIDOS

Além de precisar de reagentes caros e de equipamentos sofisticados, os cultivos de tecidos animais não devem ser realizados no laboratório de ensino porque existe o risco de estarem infetados por patógenos. Contudo, o cultivo de tecidos vegetais é suficiente para mostrar os principais aspectos tecnológicos e suas dificuldades. Os meios são simples, mas deve-se ter cuidado com a manipulação dos hormônios, alguns dos quais podem ser tóxicos (ou cancerígenos?)

CONSIDERAÇÕES FINAIS

No ensino, o dinheiro é um fator limitante. As inversões geralmente são destinadas para a construção de laboratórios de pesquisa ou de diagnóstico clínico. Os laboratórios mais antigos, onde se desenvolvem as aulas práticas, nem sempre são apropriados. Faltam gabinetes de segurança e material de proteção. Sabemos que conciliar a falta de recursos com a necessidade de formação prática e de atividades experimentais não é uma tarefa simples. Contudo, em um estabelecimento de ensino, a educação para um comportamento responsável envolve vários atores: as autoridades que devem garantir e exigir o seguimento de padrões de segurança; os professores que têm a responsabilidade direta pelo cumprimento desses padrões; os técnicos e os alunos por manter atitudes positivas e hábitos relativos à cultura de segurança.

BIBLIOGRAFIA

AIHA LABORATORY HEALTH AND SAFETY COMMITTEE WEB SITE

<http://www2.umdj.edu/eohssweb/aiha/accidents/index.htm>

AMERICAN BIOSAFETY ASSOCIATION

<http://www.absa.org/abomenu.html>

AMERICAN PHYSIOLOGICAL SOCIETY. Questions people ask about animals in research.

<http://www.the-aps.org>

AMERICAN SOCIETY OF MICROBIOLOGY (ASM). Biosafety standards and training. *Microbe* 2:12, 2007

ANDRIEU J-L ET AL. Risques biologiques. Les cahiers de prévention, CNRS, 2002

<http://www.sg.cnrs.fr/cnps/guides/doc/risquebio/cahierpreventionrisquesbio.pdf>

ASE SAFEGUARDS IN SCIENCE COMMITTEE. Microorganisms for Investigations in Schools & Colleges.

<http://www.ncbe.reading.ac.uk/NCBE/SAFETY/PDF/Microbes.pdf>

ASSOCIAÇÃO NACIONAL DE BIOSSEGURANÇA (ANBIO)

<http://www.anbio.org.br>

ASSOCIAÇÃO NACIONAL DE BIOSSEGURANÇA (ANBIO). Instrução Normativa CTNBio nº 6, de 28.02.97.

<http://www.anbio.org.br/legis/instrucao6.htm>

BIOLOGY LABS ONLINE

<http://www.biologylab.awlonline.com/>

BIOSAFETY PROGRAM. Role of aerosols and their significance.

http://www.lbl.gov/ehs/biosafety/Biosafety_Training/html/aerosols.shtml

CASE C. Hand washing. Access Excellent Classic Collection, 1996

http://www.accessexcellence.org/AE/AEC/CC/hand_background.php

CASE C. & J.DOUTHWRIGHT (1995) Point/Counterpoint: Microbiological Safety in the Undergraduate Teaching Laboratory. Focus on Microbiology Education.

CENTER FOR PUBLIC HEALTH PREPAREDNESS – KENT STATE UNIVERSITY. Safety First.

<http://cphp.kent.edu/Middle.htm>

DURRELL G. *O naturalista Amador*. São Paulo, Livraria Martins Fontes Editora Ltda., 1984.

EWALD H.T *et al.* Micro-organisms for education, 1997.

<http://www.science-projects.com/safemicrobes.htm>

FUNDAÇÃO OSWALDO CRUZ (FIOCRUZ) / INSTITUTO NACIONAL DE CONTROLE EM QUALIDADE DE SAÚDE (INCQS). Coleção de microrganismos de referência utilizados em controle da qualidade (Catálogo).

HORN, TOBY MOGOLLON; FRAME, KATHY Working with DNA & Bacteria in Precollege Science Classrooms, NABT, 1993

<http://www.nabt.org>

INSTITUTE OF LABORATORY ANIMALS RESOURCES OF THE NATIONAL RESEARCH COUNCIL (ILAR). Guide for the Care and Use of Laboratory Animals in Precollege Education, 2006.

http://dels.nas.edu/ilar_n/ilarhome/Principles_and_Guidelines.pdf

JOHNS HOPKINS UNIVERSITY/DEPARTMENT OF BIOLOGY/UNDERGRADUATE COURSES. Virtual Lab demonstrations.

<http://www.bio.jhu.edu/Undergrad/Default.html>

KELLER M.J. Faster, Safer, Better: recommendations for DNA electrophoresis in the teaching lab. *The American Biology Teacher* 71:4, 2009

LABORATORY HEALTH & SAFETY COMMITTEE

<http://www2.umdnj.edu/eohssweb/aiha/accidents/index.htm>

LAXON J. & SUCHMAN E. Safety Recommendations from the Concurrent Sessions on Safety in the Microbiology Teaching laboratory at the Undergraduate Education Conference 2003. *Focus on Microbiology Education* 10:1, 2003

MALDARELLI G. et al. (2009) *Journal of Microbiology & Biology Education* 10-:51-57

MANGAN K. & M.PHILPOTT. Point/Counterpoint: The Use of BSL-2 Organisms in the Microbiology Classroom. *Focus on Microbiology Education* 11:2, 2005

MASTROENI M.F. *Biossegurança aplicada a laboratórios e serviços de saúde. Segunda Edição.* São Paulo, Editora Atheneu, 2006.

MASTROENI M.F. A difícil tarefa de praticar a biossegurança. *Tendências. Ciência e Cultura* 60:2, 2008.

MICROBIOLOGY IN SCHOOLS ADVISORY COMMITTEE (MISAC). Microbiology fact sheets for schools - Safety Guidelines.

<http://www.ncbe.reading.ac.uk/NCBE/SAFETY/PDF/Topics15.pdf>

MINISTÉRIO DA SAÚDE – Secretaria de Ciência, Tecnologia e Insumos estratégicos – Departamento de Ciência e Tecnologia. Classificação de Risco dos Agentes Biológicos. Série A. Normas e Manuais Técnicos. Brasília – DF, 2006

NATIONAL ASSOCIATION OF BIOLOGY TEACHERS (NABT) <http://www.nabt.org>

NATIONAL CENTRE FOR BIOTECHNOLOGY EDUCATION (NCBE). Safety in the school laboratory.

<http://www.ncbe.reading.ac.uk/NCBE/SAFETY/menu.html>

NATIONAL INSTITUTE FOR OCCUPATIONAL SAFETY AND HEALTH. U.S. *Chemistry. Laboratory Safety Guide*, 2007.

<http://www.cdc.gov/niosh/docs/2007-107/pdfs/2007-107.pdf>

OBSERVATOIRE NATIONAL DE LA SÉCURITÉ DES ÉTABLISSEMENTS SCOLAIRES ET D'ENSEIGNEMENT SUPÉRIEUR. Risques et Sécurité en Sciences de la Vie et de la Terre et en Biologie-Écologie.

<http://ons.education.gouv.fr>

ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DA SAÚDE Manual de segurança biológica em laboratório – 3ª edição, Genebra 2004
<http://www.who.int/csr/resources/publications/biosafety/BisLabManual3rdwebport.pdf>

PANEC M. Online Science Laboratory Courses: by what criteria? Focus on Microbiology Education 13:2, 2007

RÉSEAU RESSOURCE RISQUE BIOLOGIQUE <http://www.3rb-bgb.com/>
ROY K. Targeting Biosafety for High School Level Biotechnology and Microbiology Courses Safe Science Series: Article # 18. National Science Education Leadership Association - NSLA – The Navigator, Fall 2000

SANTILLO H., DOS SANTOS D.H. E A.J. LEITE RODRIGUES. Situação de Biossegurança encontrada nos laboratórios de biologia do Campus. UEG.
http://www.prp.ueg.br/06v1/ctd/pesq/inic_cien/eventos/sic2005/arquivos/biologicas/situacao_biosseguranca.pdf

SCIENCE EDUCATION SECTION AND MANPOWER BUREAU Learning and Teaching Resources on Safety in Science Laboratories, 2004.
http://cd1.edb.hkedcity.net/cd/science/laboratory/SAFETY/safety_exemplars_e.pdf

SCLEGEL E.F.M. & J.L. MUÑOZ JORDÁN. A classroom transformed into a lab: microbiology for elementary school. Focus on Microbiology Education 10:2, 2004

SCOTT WEESE J. Evaluation of bacterial & Fungal culture practices in School classrooms. The American Biology Teacher 71:3, 2009

SINGER S., HILTON M.L. e SCHWEINGRUBER H. America's Lab report – Investigations in High School Science Committee on High School Science Laboratories: Role and Vision, National Research Council, 2005

SMITH H. A case for Microbiology in Secondary Education and Implications for undergraduate educators. Focus on Microbiology Education 14:1, 2007

SOCIETY FOR GENERAL MICROBIOLOGY (SGM). Micro-organisms for investigations in schools & colleges, 2001.
<http://www.microbiologyonline.org.uk/forms/bpmlist.pdf>

SUCHMAN E. & J. LAXON. Update of biosafety level designations. Focus on Microbiology Education, 5/1/2004.
<http://www.microbelibrary.org>

THE BIOTECHNOLOGY PROJECT
http://matcmadison.edu/biotech/resources/methods/labManual/unit_2/exercise_4.htm

THE LABORATORY SAFETY INSTITUTE
<http://www.labsafetyinstitute.org/Resources.html>

THOMPSON C. Biosafety levels – What we need to know about them in teaching Labs. Focus on Microbiology Education, 10:3, 2004

VIRTUAL STEM CELL LABORATORY
<http://www.childrenshospital.org/research/Site2029/mainpageS2029P23sublevel39.html>