

## Projeto Ano Sabático IEA

**Nome:**

Maurício Pietrocola Pinto de Oliveira

**Título do projeto:**

Educação científica na Sociedade de Risco

**Período:**

1 janeiro a 31 de dezembro de 2019

**Resumo:**

Ulrich Beck, em sua obra de 1986 intitulada "sociedade de risco: em direção a uma nova modernidade" (Beck, 1992), afirma que a vida social moderna se defronta com novas formas de riscos produzidas por ela mesma e que desafiam a humanidade. Isso implica que viver em uma "sociedade de risco" seria assumir uma atitude calculista em relação às possibilidades de ação, positivas e negativas, com que somos continuamente confrontados. Esse confronto impacta tanto a existência em nível individual quanto em nível global. Neste projeto pretende-se abordar de que forma essa avaliação da nova modernidade impacta o projeto educacional em geral e da educação científica em particular. Coloca-se em suspensão as perspectivas contidas nas abordagens CTS e Alfabetização Científica e avança-se a discussão sobre os desafios da educação científica na contemporaneidade.

**Áreas do conhecimento:**

Ensino de Ciências, Formação de Professores, História e Filosofia das Ciência e da Tecnologia, Educação Urbana, Currículo

**Objetivos:**

- Investigar a influência que as formas de organização social produzidas pela ciência e pela tecnologia no mundo atual implicam em novas formas de lidar com o conhecimento na tomada de decisões, em especial envolvendo o tema risco.
- Avaliar os meios individuais e institucionais para lidar com os desafios de uma sociedade onde os riscos são manufaturados em seu interior.
- Refletir criticamente sobre a adequação dos currículos da educação básica brasileira para lidar com o tema risco
- Desenvolver linhas de ação a serem integradas à formação dos professores para lidar com o tema risco.

**Justificativa (escopo acadêmico e científico):**

Um dos impactos mais sensíveis da globalização na vida social é uma percepção difusa por parte dos indivíduos sobre o papel da ciência e tecnologia nos dias de hoje. Apesar dos benefícios que foram desenvolvidos a partir da ciência e da tecnologia para a sociedade (ao menos para as pessoas que vivem em regiões ricas e industrializadas) tais como o aumento na expectativa de vida, água potável, saneamento básico, a modernidade tardia, testemunhou um aumento da ansiedade pública e da frágil confiança na ciência (Giddens 1990). Riscos têm essa capacidade de gerar ansiedade nas pessoas, pois justamente impõem a necessidade de tomada de decisão num cenário de incertezas envolvendo fatores imponderáveis e incomensuráveis que não podem ser reduzidos a zero nem pelas experiências prévias, nem pelo recurso aos experts. Isso pode ser percebido na afirmação feita pelo comitê de ciência e tecnologia da casa dos lordes no Reino Unido no relatório Ciência e Sociedade: "When science and society cross swords, it is often over the question of risk" (House of Lords, 2000).

Ulrich Beck afirma que esta situação é característica da atual sociedade industrial, que não produz apenas "goods" (bens), mas também "bads" (males), ou como ele afirma riscos e aflições associadas à tecnologia. Poluição, disputas nucleares, aquecimento global, efeitos colaterais nos tratamentos médicos, são aflições vivenciadas hoje pelas pessoas.

A natureza com a qual a humanidade aprendeu a lidar e a conhecer desde os primórdios de sua existência já não existe mais. Em algum momento nos últimos 70 anos, a humanidade deixou de se preocupar com o que natureza poderia fazer com ela e passou a preocupar-se mais sobre o que se havia feito com a natureza. A tomada de consciência de que o ambiente em que vivemos começava a se degradar é algo que data dos anos 1980. Ficou cada vez mais clara a mudança de percepção de que os povoados humanos não estão cercados pela natureza, mas ao contrário é a natureza que vem sendo cercada pela humanidade, de tal modo que as reservas naturais, as matas, os mananciais passaram requeridas e defendidas pelas leis dos países.

O ponto enfatizado por Beck é que vivemos numa sociedade de risco, que emerge no período do pós-guerra em estágio de modernidade reflexiva (Beck et al. 1994, Giddens 1990). Somos uma sociedade que vive a pós-natureza, reflexo de como a tecnociência transformou a natureza em tecnonatureza. Neste tipo de modernidade, as preocupações centrais da sociedade mudam do desenvolvimento e implementação de novas tecnologias para o gerenciamento de riscos associados às tecnologias já existentes. Na sociedade de risco, a percepção do risco teve um impacto fundamentalmente transformativo. Em momentos passados da história, o risco era aparente, definitivamente os desastres naturais testavam constantemente as comunidades ao longo do globo. Nesse sentido, Beck, diferencia a percepção de risco na atualidade onde as instituições são desestabilizadas pelo risco de responsabilidade humana. Deste modo a essência do risco foi completamente modificada na atualidade, principalmente nos domínios ecológicos, políticos e cultural. Isto é o que Giddens (1990) define como *riscos manufaturados* em oposição aos riscos externos. Na sociedade de risco, temos a substituição do par perigo-segurança, pelo par risco-confiança. Nesta nova estrutura, fica claro que embora o uso coloquial possa criar uma zona de superposição semântica entre perigo e risco, essas noções pertencem a mundos muito diferentes. Desta forma, podemos afirmar que duas transformações fundamentais vêm afetando as vidas das pessoas, ambas conectadas com a crescente influência da ciência e da tecnologia, embora não completamente determinada por elas: o fim da natureza e o fim da tradição.

Em outra obra, Beck (1999) põe em cheque a instalação de um cosmopolitismo mundial resultante da percepção de que os problemas mundiais não são mais localizados no tempo e no espaço, mas atingem a todos. Se é correto afirmar que os riscos são hoje globalizados, como são o aquecimento global e a poluição, a maneira como eles são compartilhados e gerenciados não é igualmente distribuída. Certamente, um habitante de Nova York viverá as consequências do aquecimento global de maneira muito diferente de um habitante de Nova Delhi ou das ilhas Maldivas. Beck refere-se à possibilidade de retrocesso de um processo de cosmopolitismo nascente em prol de um posicionamento egoísta do "me first". Isto, pois quando as pessoas se virem em face de conflitos ou problemas de ordem mundial, buscarão soluções que resolvam as ameaças imediatas. As recentes decisões do governo Trump em abandonar protocolos globais de combate ao aquecimento global em prol da proteção do PIB americano pode ser visto como uma evidência dessa atitude egoísta em nível de nação. Da mesma forma, a resistência da grande parte da opinião pública brasileira ao fluxo de imigrantes venezuelanos é outro exemplo. A pergunta subliminar neste contexto e que merece nossa atenção é: Por que se deveria investir na fé dos outros? Essa questão é importante pois toca diretamente em qual a formação dos indivíduos necessária para lidar com situações de ameaças cujos efeitos podem ser sentidos de maneira próxima, mas cujas causas estão localizadas em relações complexas, envolvendo fatores de ordem global. Isso implica repensar urgentemente o que seria uma educação científica e tecnológica para o risco.

### **Razões para desenvolver o projeto no IEA:**

Por se tratar de temática naturalmente interdisciplinar, o IEA se torna uma escolha natural. A história de projetos abordados pelo IEA também reforça nosso pedido, pois em vários momentos

tema ligados à Educação receberam apoio do instituto. Desde a **Cátedra Unesco-USP de Educação para a Cidadania** até o grupo **Educação Básica Pública Brasileira: Dificuldades Aparentes, Desafios Reais**, o IEA aborda temas de Educação. Destacam-se também a acolhida de outros projetos e grupos de estudo sobre políticas de desenvolvimento da ciência, tecnologia e cultura, bem como sobre o uso social do conhecimento.

#### **Potencial de interdisciplinaridade:**

O desenvolvimento do projeto não se restringe a uma única área de conhecimento ou disciplina específica. A temática *risco* tem sido objeto de publicações em várias áreas como sociologia, teoria cultural, antropologia, Tecnologia e Sociedade. Embora seja um tema capaz de mobilizar pesquisa em todas essas áreas de conhecimento, trabalhar a educação numa sociedade de risco exige uma abordagem multidisciplinar. Neste sentido, a investigação se propõe como o desenvolvimento de um projeto interdisciplinar cujo resultado será necessariamente a construção de uma zona de diálogo/debate sobre o tema, resultando no que Fourez define como uma zona de racionalidade possível, (Fourez 1994). Isto será resultado de contribuições de diversas áreas de conhecimento disciplinares. Neste projeto serão privilegiado as áreas de História e Filosofia das ciências e tecnologia, formação de professores, currículo e teoria cultural, neste último caso as contribuições de Beck e Giddens.

#### **Impactos científicos e sociais:**

Os impactos sociais do projeto emergem naturalmente do problema a ser investigado. De modo geral, as discussões produzidas no contexto do projeto permitirão a produção de conhecimento e os impactos do projeto se darão nos **seminários e colóquios** realizados. Espra-se que possamos contribuir com:

1. Organização de debates/diálogos sobre a temática do risco na sociedade contemporânea e os impactos na educação
2. Análise de currículos internacionais que adotam a tema de risco como conteúdos de ensino Estes conteúdos poderão ser incorporados em currículos estaduais, municipais e mesmo nos projetos políticos pedagógicos de escolas. temática do risco manufaturado e orientações na direção de incorporação dessa temática.
3. Desenvolvimento de conteúdos curriculares ligados ao tema riscos externos e manufaturados a serem disponibilizados na forma de documentos balizador. Vale acrescentar que a Base Nacional Comum Curricular (BNCC) está em processo de finalização. A meta é produzir documento balizador que sirva ao mesmo tempo como meio de reflexão sobre o que já foi possível incorporar dessa
4. Proposta de formação inicial e continuada de professores com orientações de como trabalhar o tema risco nas escolas na perspectiva apontada por Beck.

#### **Metodologia**

O projeto se dividirá em duas abordagens complementares, mas que serão desenvolvidas com metodologias próprias. Por um lado iremos desenvolver investigação focada no risco como conteúdo curricular. Por outro lado, desenvolveremos investigações sobre a formação de professores necessária para lidar com o tema risco em especial como a noção de risco manufaturado.

Nas últimas duas décadas, o tema risco passou a integrar os currículos de ciências e programas educacionais nas escolas de alguns países. Na Inglaterra temos o *Qualifications and Curriculum Development Agency*, (2011), nos Estados Unidos *Science Education for Public Understanding Program* (2011), na Austrália o *Australian Curriculum, Assessment and Reporting Authority*, (2011). Em todos estes currículos encontramos unidades de aprendizagem sobre avaliação de riscos. No relatório Nuffield 2000 sobre educação científica nas escolas, Millar & Osborne, (1998) fazem recomendações sobre ideais básicas de ciência:

*“By considering some current issues involving the application of science, pupils should . . . understand the ideas of probability and*

*risk; be aware of the range of factors which can influence people's willingness to accept specific risks . . . ” (p. 2022).*

Em muitos outros países e especialmente no Brasil, os currículos estão muito distantes de incorporar aspectos da sociedade de risco. Uma análise mais detalhada das bases que sustentam a formação científica proposta nesses currículos, revela um posicionamento anacrônico no qual o saber científico e tecnologia ainda são direcionados a uma suposta ciência e tecnologia garantidoras de um estado de bem-estar social. A noção de riscos manufaturados pela incorporação dos resultados da ciência e da tecnologia nos modos de vida contemporâneos não é tratado. Isto revela uma perspectiva de educação científica que se foca no ensinar “sobre a ciência”, “sobre o modo de produção das ciências” e “sobre os usos da ciência”. Este tripé proposto por Hudson (Battistoni, R. M., & Hudson, W. E. 1997) logo se converteu em um programa de pesquisa para a educação científica na forma de uma metáfora *Alfabetização Científica e Tecnológica (ACT)*. Neste programa se defendia que a ciência na segunda metade do século XX assumia a função de cidadania que a alfabetização tivera no final do século XIX/início do século XX. A ideia de que era preciso ser científica e tecnologicamente alfabetizado para exercer a cidadania plena foi impulsionada por projetos governamentais que viam as ciências como área estratégia de desenvolvimento<sup>1</sup>. Seja na perspectiva ACT ou por outras *slogans* como *Letramento científico (LC)* ou *Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS)*, os currículos da educação básica e os projetos de formação de professores de ciências tomaram o viés do ensino de ciências para a cidadania. Esse posicionamento parece não considerar que o processo de globalização criou uma instância onde tratar o mundo em suas facetas natural, social e tecnológico não é suficiente para abarcar os desafios atuais da vida em sociedade. Hoje os indivíduos são colocados frente a dilemas e não mais problemas. Pois ao mesmo tempo que a ciência e a tecnologia progredem, todos são colocados sob uma fronteira na qual absolutamente ninguém é capaz de entender completamente os contornos. Cada nova descoberta científica, cada nova aplicação tecnológica gera uma diversidade de futuros possível sobre os quais não somos capazes de ter uma opinião fundamentada para decidir frente as incertezas que lhe são inerentes. Ou seja, a formação científica pretendia nos projetos formativos não habilita os indivíduos a lidar com os riscos manufaturados a todo momento pela ação da tecnociência. Precisamos aprender a ensinar os indivíduos a lidar com situações de riscos que exigem uma competência diferente no uso do conhecimento. Riscos são problemas de um tipo diferente, pois não existem respostas seguras, nem no contexto das práticas já vivenciadas, nem da parte dos experts. Neste sentido, Christensen, C. (2009) defende que o tema risco seja parte importante dos currículos de ciências.

Em relação a possibilidade de tratar este tema no educação básica, uma série de trabalhos realizaram pesquisa envolvendo risco e as formas de tomada de decisão pelos alunos: Eijkelhof (1990, 1996), Lijnse, Eijkelhof, Klaassen, and Scholte (1990), Keren and Eijkelhof (1991), Dillon and Gill (2001), Kolstø (2001, 2006) e Ryder (2002)

Em particular, Kolstø (2001) estudando os dilemas sociocientíficos mostra que os estudantes questionam as fontes de avaliação de risco em geral sobre a base de uma relação de confiança em relação ao posição de interesse dos cientistas, mas ao mesmo tempo a análise dos estudantes é fracamente baseada no entendimento que eles tem sobre o conhecimento científico ou sobre o entendimento dos problemas ao fazer avaliações de riscos.

De modo geral, esses trabalhos tem o mérito de ter desenvolvido protocolos de pesquisa sobre o tema risco e a tomada de decisão. No entanto, a quase totalidade deles foca as fontes sobre as quais os alunos depositam suas crenças para realizar as avaliações de riscos. Embora habilidade importante na toma de decisão, fontes de certeza são falsos alicerces quando se trata de riscos manufaturados. Nestes casos, o mais importante é ser capaz de entender que na modernidade reflexiva os conhecimentos científicos e tecnológicos são em si fontes de bens e males (no sentido proposto por Beck e apresentado mais acima).

---

<sup>1</sup> O caso mais citado é a constituição de material de ensino de ciências PSSC, BSCS E CHSC desenvolvidos nos anos 1950 e patrocinados pela fundação Ford. Para mais informações ver *Rudolph, J. (2002)*

A outra face do projeto forçará os meios de incorporar na formação inicial e continuada de professores estratégias para lidar com o risco como componente curricular. Levinson e colaboradores afirmam que:

*“escolheram trabalhar com professores de ciências e matemáticas sobre a temática risco, pois:*

*1. risk is not only becoming prevalent in science curricula, but in mathematics curricula too;*

*2. there are often rigid divisions between subjects in schools...” (Levinson et al, 2012, p. 217)*

Neste trabalho, Levinson et al 2012, fazem uma investigação que visa responder as seguintes perguntas: Quais são os fatores prevalentes que influenciam a tomada de decisão quando pares de professores de ciências e matemática constroem modelos de risco através de uma estrutura de micromundo estruturados baseado numa abordagem utilitarista? Para isso, quatro pares de professores devem tomar decisões num situação imaginária dita “dilema de Deborah” . Usando ferramentas digitais que medem probabilidade, os professores foram gravando e analisadas a maneira como se colocavam frente a uma situação de risco. A conclusão do trabalho apontou que:

*Scenarios structured like Deborah’s dilemma could support students’ engagement with risk assessment incorporating values explication and be adapted to diverse contexts and test the validity of the microworld as a means of constructing a personal understanding of risk in a particular context. However, further research is needed to identify **the opportunities and barriers for learning and decision making in these kinds of scenarios.** (pag. 230, negritos acrescentados)*

A base do nosso trabalho será investigar as oportunidades e barreiras para a aprendizagem e tomada de decisão em cenários que envolvem situações de riscos externos e manufaturados. Para isso, desenvolveremos cenários de riscos externo e manufaturado visando investigar a maneira como alunos, por um lado e professores de outro, lidam com a tomada de decisão, avaliando principalmente o que cada situação oferece como oportunidade e barreira para a aprendizagem sobre os meios de tomada de decisão.

Iremos desenvolver as atividades de ensino usando como referencial metodológico a ideia de *organizações praxeológicas* (Chevallard, Y., Bosch, M., & Gascón, J. 2001, Bosch, M., Gascón, J., & Trigueros, M. 2016). Esta metodologia permite desenvolver atividades de ensino tomando como referência práticas sociais consolidadas. Nos termos da metodologia, seria desenvolver organizações praxeológicas didáticas a partir de organizações praxeológicas de referência. De maneira bem sintética, as praxeologias são definidas em termos das práticas daquela organização em foco. Cada prática é então definidas em termos de quatro patamares de generalização crescente: “tarefa, técnica, tecnologia e teoria”. O primeiro bloco é dito técnico (tarefa-técnica) e o segundo teórico (tecnologia-teoria).

Vários trabalhos têm sido desenvolvidos nesta perspectiva metodológica. Corica, A. R., & Otero, M. R. 2009 analisaram atividades de ensino sobre limites em torno de funções feitas por estudantes universitários. Schiviani e Pietrocola (2017) desenvolveram atividades de robótica contextualizadas em atividades produtivas da indústria para o ensino médio.

Nesta investigação iremos adotar como prática social a tomada de decisão frente a situações de riscos (externos e manufaturados) e iremos elaborar as organizações praxeológicas ligadas aos cenários escolhidas.

## Plano de trabalho a ser executado pelo pesquisador

Meta A: Aprofundar entendimento sobre Sociedade de Risco

Ações:

- A1 – Estudo aprofundado das obras de Ulrich Beck e Antony Giddens
- A2 – levantamento da bibliografia sobre risco na perspectiva da história da ciência
- A3 – levantamento da bibliografia sobre risco na perspectiva da educação científica

Meta B: analisar a forma como temática risco é aparece em currículos internacionais

Ações:

- B1 – Analisar a temática risco no *Qualifications and Curriculum Development Agency*, (2011),
- B2 - Analisar a temática risco *Science Education for Public Understanding Program* (2011),
- B3 - Analisar a temática risco *Australian Curriculum, Assessment and Reporting Authority*, (2011)

Meta C: Desenvolver cenários sobre risco para atividades na escola básica

Ações:

- C1 - selecionar contextos relevantes para tratar a temática risco no currículo brasileiro
- C2 - adaptar a tipologia das organizações praxeológicas para as atividades de ensino envolvendo a temática risco.
- C3 - produzir atividades sobre a temática risco

Meta D: Avaliar Atividades de Ensino sobre risco e tomada de decisões com grupo de professores da escola básica

Ações:

- D1 – selecionar grupo focal para avaliação das atividades desenvolvidas
- D2 – desenvolver instrumentos de tomadas de dados (gravação em áudio e vídeo), protocolos escritos durante a atividade e protocolos para entrevistas
- D3 – realizar atividades de avaliação com grupo focal
- D4 – analisar dados obtidos

Meta E: realização de Seminários, Colóquio, Publicações

Ações:

- E1: selecionar e convidar participantes
- E2: organizar colóquio
- E3: organizar publicações

- Retorno à natureza- movimentos naturalistas: retorno à natureza como solução para uma sociedade de risco

## Cronograma

Ação/Mês	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
A1	X	X										
A2	X	X										
A3		X	X									
B1		X	X									
B2			X	X								
B3			X	X								
C1				X								
C2					X							
C3					X	X						
D1						X						
D2						X	X					
D3								X				
D4									X	X		
E1					X	X						
E2							X					
E3									X	X	X	X

### Elaboração de trabalhos científicos (papers, livros e outros)

Pretendemos produzir dois artigos científicos a serem submetidos ao final de 2019 para revistas internacionais de alto impacto.

Além disso, acreditamos que seria oportuno organizar uma obra coletiva com os trabalhos relacionados aos seminários e colóquio realizados no IEA na forma de uma obra coletiva. A publicação poderá ser submetida a uma editora brasileira, à Sense Publisher, onde recentemente lancei um livro (ver Pietrocola, 2017), ou pela Springer onde também recentemente organizei duas publicações (ver Pietrocola no prelo e El Hani, Pietrocola, Mortimer e Otero, no prelo). Outra opção seria submeter esta coletânea à revista Estudos Avançados na forma de um número especial intitulado “Educação científica no Brasil: agenda para uma sociedade de risco”. Outro desdobramento do projeto sabático será desenvolver uma proposta de pesquisa a ser submetida à FAPESP na modalidade “Projeto temático”, (a exemplo do que fizemos em 2008, ver informações completas deste projeto na sumula curricular)

### Previsão de organização de seminários, simpósios ou atividades assemelhadas

Pretendemos realizar um seminário mensal sobre o tema da pesquisa aberto aos interessados da USP e das demais universidades. Estes seminários serão proferidos por pesquisadores, nacionais e internacionais, ligados a temática do projeto. Neles serão debatidos tópicos específicos ligados ao tema risco na sociedade contemporânea. A expectativa é da realização de 7 seminários ao longo do ano de 2019. A data de novembro será reservada para um colóquio de um dia (manhã e tarde) sobre o tema *educação científica numa sociedade de risco* nos moldes de outro organizado por nós no próprio IEA no ano de 2005 (ver mais detalhes na sumula curricular). Este colóquio teria a participação de pesquisadores de diversas áreas, entre educadores, cientistas sociais, cientistas naturais e historiadores da ciência e da tecnologia. Pretendemos trazer pelo menos dois convidados estrangeiros: o prof. Donald Robothan da *City University of New York*, onde realizei meu sabático anterior (2013-2014) e o prof. Ralph Levinson do *Institut of Educacion da University of London*. Os recursos para realização desses seminários, sairão de pedidos específicos às agências de fomento, assim como de recursos da reserva técnica oferecida pelo IEA e de projeto de pesquisa do proponente.

Temas prováveis para os seminários:

- Risco externos e risco manufaturados na obra de Beck e Giddens

- Riscos e perigos no mundo moderno: globalização e compartilhamento de causas e consequências
- Reflexividade institucional e implicações na educação científica
- Risco manufaturados e monitoramento social: limites e possibilidades
- Consciência do risco como risco
- Riscos associados a ciência e a tecnologia ao longo da história

### Referências bibliográficas

Australian Curriculum, Assessment and Reporting Authority. (2011). The Australian curriculum. Acesso julho, 2018, no <http://www.australiancurriculum.edu.au/Home>.

Beck, U. (1992). *Risk society: Towards a new modernity*. Sage Publications.

Beck, U. (1999). *World Risk Society*. Polity.

Beck, U., Giddens, A., & Lash, S. (1994). *Reflexive Modernization*. Stanford University Press.

Bosch, M., Gascón, J., & Trigueros, M. (2016). Dialogue between theories interpreted as research praxeologies: the case of APOS and the ATD. *Educational Studies in Mathematics*, 95(1), 39–52. <http://doi.org/10.1007/s10649-016-9734-3>

Chevallard, Y., Bosch, M., & Gascón, J. (2001). *Estudar matemáticas – O elo perdido entre o ensino e a aprendizagem*. Porto Alegre: Artmed.

Christensen, C. (2009). Risk and school science education. *Studies in Science Education*, 45(2), 205–223. <http://doi.org/10.1002/sce.10025>,

Corica, A. R., & Otero, M. R. (2009). Análisis de una praxeología matemática universitaria en torno al límite de funciones y la producción de los estudiantes en el momento de la evaluación. *RELIME - Revista Latinoamericana de Investigación En Matemática Educativa*, 12(3), 305–331.

Dillon, J., & Gill, P. (2001). Risk, environment and health: Aspects of policy and practice. *School Science Review*, 83(303), 65 – 73.

Eijkelhof, H. M. C. (1990). *Radiation and risk in physics education*. Utrecht, The Netherlands: Uitgeverij CDβ Press.

Eijkelhof, H. M. C. (1996). Radiation risk and science education. *Radiation Protection Dosimetry*, 68(3–4), 273 – 278.

Fourez, G. (1999). *A CONSTRUÇÃO DAS CIÊNCIAS* (pp. 1–320). Unesp.

Giddens, A. (1990). *The Consequences of Modernity* (pp. 1–101). Stanford University Press.

Battistoni, R. M., & Hudson, W. E. (1997). *Experiencing Citizenship*. Stylus Publishing, LLC.

House of Lords. (2000). *Science & technology—Third report*. acesso julho, 2018, em <http://www.publications.parliament.uk/pa/ld199900/ldselect/ldsctech/38/3801.htm>.

Keren, G., & Eijkelhof, H. M. C. (1991). Prior knowledge and risk communication: The case of nuclear radiation and X-rays. In R. E. Kasperson (Ed.), *Communicating risks to the public: Technology, risk and society* (pp. 145 – 156). Dordrecht, The Netherlands: Kluwer.

Kolstø, S. D. (2001). “To trust or not to trust, . . .”—Pupils’ ways of judging information encountered in a socio-scientific issue. *International Journal of Science Education*, 23(9), 877 – 901.

- Kolstø, S. (2006). Patterns in students argumentation confronted with a risk-focused socio-scientific issue. *International Journal of Science Education*, 28(14), 1689 – 1716.
- Levinson, R., Kent, P., Pratt, D., Kapadia, R., & Yogui, C. (2012). Risk-based decision making in a scientific issue: A study of teachers discussing a dilemma through a microworld. *Science Education*, 96(2), 212–233. <http://doi.org/10.4135/9781849209717>
- Lijnse, P. L., Eijkelhof, H. M. C., Klaassen, C. W. J. M., & Scholte, R. L. J. (1990). Pupils' and mass-media ideas about radioactivity. *International Journal of Science Education*, 12(1), 67 – 78.
- Millar, R., & Osborne, J. (1998). *Beyond 2000: Science education for the future*. London: King's College.
- Pietrocola, M., & Gurgel, I. (2017). *Crossing the Border of the Traditional Science Curriculum* (pp. 1–264). Sense Publishers.
- Pietrocola, M. (2018), *Professional Duties and Challenges of Novice Teachers: Level of Consciousness in Facing the Pedagogical Risk* in Bryan, L., & Tobin, K. (2018). *Reframing Education's Conversation*. *Peter Lang*, 1–551.
- Pietrocola, M.(ed.) (no prelo) *Upgrading Physics Education to Meet the Needs of Society*, Springer, Switzerland
- El-Hani, C. Pietrocola, M. Mortimer, E. e Otero, M.R. (no prelo) *Science Education Research in Latin America*, Sense Publishers (no prelo)
- Qualifications and Curriculum Development Agency. (2011). National curriculum. Accessed julho de 2018 no http://curriculum.qcda.gov.uk/index.aspx.*
- Ryder, J. (2002). School science education for citizenship: Strategies for teaching about the epistemology of science. *Journal of Curriculum Studies*, 34(6), 637 – 658.
- Schivani e Pietrocola (2017), *Praxeology and the Use of Educational Robotics in the Teaching of Physics* in Pietrocola, M., & Gurgel, I. (2017). *Crossing the Border of the Traditional Science Curriculum* (pp. 1–264). Springer.
- Science Education for Public Understanding Program. (2011). Decision-making: Probability and risk assessment. Acesso em julho de 2018 no www.sepuplhs.org/middle/modules/decision/index.html.*
- Rudolph, J. (2002). *Scientists in the Classroom*. Springer.