



SEQUÊNCIA DE ENSINO INVESTIGATIVA SOBRE ANTIBIÓTICOS BASEADA EM COMPETÊNCIAS E HABILIDADES DO PISA

INVESTIGATIVE TEACHING SEQUENCE PROPOSAL ABOUT ANTIBIOTICS BASED UPON COMPETENCIES AND ABILITIES FROM PISA

Sara Alves da Silva Bonisson

[sarabonisson@gmail.com]

Luciana Bastos Ferreira

[luciana.bastos@ifsp.edu.br]

Nelson Menolli Junior

[menollijr@yahoo.com.br]

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo (IFSP), Departamento de Ciências da Natureza e Matemática (DCM), Subárea de Biologia, Rua Pedro Vicente, 625 – Canindé – 01109-010 – São Paulo – SP.

RESUMO

O ensino por investigação é uma abordagem que diversifica as estratégias utilizadas pelo professor de forma problematizadora e especulativa, possibilitando aos alunos a aplicação e a compreensão de conceitos científicos e um melhor entendimento sobre a natureza da ciência. Este trabalho teve como objetivo descrever o processo de elaboração de uma sequência de ensino investigativa (SEI) capaz de desenvolver nos alunos habilidades e competências relacionadas à alfabetização científica, tomando como base a matriz de competências e habilidades do PISA (*Programme for International Student Assessment*) para Ciências. A SEI foi desenvolvida a partir de três questionários aplicados aos alunos do curso Técnico em Qualidade Integrado ao Ensino Médio na Educação de Jovens e Adultos (PROEJA) do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo (IFSP), Campus São Paulo. A SEI apresenta uma abordagem acerca da descoberta, das aplicações e das consequências do uso de antibióticos, tema escolhido pelos próprios alunos por meio de uma pesquisa prévia como parte das aulas de Ciências. Partindo de uma questão-problema contextualizada sobre automedicação, a SEI compreende quatro atividades que envolvem experimentação, aula dialogada, leitura de texto de divulgação científica e conteúdo audiovisual. Os textos elaborados e selecionados apresentam uma linguagem objetiva, proporcionando uma leitura contextualizada. Há também elementos gráficos para estimular o engajamento visual e a curiosidade. Todas as atividades apresentam perguntas descritivas que alternam seu grau de complexidade de elaboração. A avaliação do desenvolvimento das competências e habilidades pode ser feita com base nas respostas dos alunos às questões que fazem parte da SEI, sendo que, para cada questão e procedimento, foi selecionada uma ou mais competências com algumas das suas respectivas habilidades, de acordo com o PISA. Nesta proposta, os alunos terão a oportunidade de compreender a importância do uso correto dos antibióticos, relacionando com questões sobre a automedicação e a resistência bacteriana e, desse modo, assumindo uma posição crítica em relação a esse fato. Vale ressaltar a importância da

doi: 10.22047/2176-1477/2019.v10i2.1061

Recebido em: 20/12/2018

Aprovado em: 14/05/2019

Publicado em: 15/08/2019

SEQUÊNCIA DE ENSINO INVESTIGATIVA SOBRE ANTIBIÓTICOS...

produção de materiais didáticos que se preocupem com o desenvolvimento de competências e habilidades, visando à alfabetização científica na educação básica.

PALAVRAS-CHAVE: atividades investigativas; EJA; ensino de ciências; ensino por investigação; fungos.

ABSTRACT

Investigative teaching is an approach that diversifies the learning strategies used by the professor in a problematizing and speculative manner, allowing the students to make use and comprehend scientific concepts, together with a better understanding of the nature of science. The objective of this work was to describe the process of elaboration of a sequence of investigative teaching that aimed the development of the student's abilities and competencies related to scientific literacy, based on the set of scientific competencies of PISA (Programme for International Student Assessment). This sequence was developed from three questionnaires applied to students of the technical course in Quality integrated to High School in the education of youth and adults of the Federal Institute of Education, Science and Technology of São Paulo (IFSP), Campus São Paulo. This sequence presents an insight on the discovery, applications and consequences of the use of antibiotics, a theme chosen by the students themselves through a previous inquiry as part of the science classes. Starting from a contextualized question-problem about self-medication, the sequence is composed of four activities that involve experimenting, conversation class, reading of scientific content and audiovisual material. The selected content presents a direct language, providing for a contextualized reading. There is also the presence of graphic elements throughout the document aimed to stimulate the engagement and curiosity in students. Every activity present questions that vary in their degree of sophistication. The evaluation of the improvement of scientific competencies can be done based on the student's answers to the questions of the sequence, since each question has a direct relation to one or more specific competencies from PISA. In this proposal, the students will have the opportunity to understand the importance of the correct use of antibiotics, relating it with questions about self-medication and bacterial resistance and, thus, assuming a critical position in relation to this fact. It is worth noting the importance of the creation of didactic material that is focused on the development of skills and abilities aimed at scientific literacy for the entire basic education.

KEYWORDS: *investigative activities; science teaching; investigative teaching; fungi.*

INTRODUÇÃO

As atividades de caráter investigativo são uma abordagem pedagógica, entre outras, utilizadas na busca da diversificação da prática do cotidiano escolar (SÁ, 2009). O termo "investigação" vem da tradução da palavra *inquiry* ou *enquiry* de países de língua inglesa (TRÓPIA, 2009). De acordo com Zômpero e Laburú (2011), podem ser encontradas diferentes concepções para o termo *inquiry*, como: ensino por descoberta, aprendizagem por projetos, questionamentos, resolução de problemas, dentre outras.

Historicamente, Barrow (2006) relatou que a introdução da concepção investigativa como estratégia metodológica para a educação científica foi apresentada nos Estados Unidos (EUA), no início do século passado por John Dewey. De acordo com o autor, Dewey encorajou os professores a usarem o ensino por investigação como estratégia de ensino a partir da concepção do método científico. Tal método baseia-se em perceber situações complexas, classificar o problema, formular hipótese, testar a hipótese, revisar com testes rigorosos e agir

SEQUÊNCIA DE ENSINO INVESTIGATIVA SOBRE ANTIBIÓTICOS...

a partir da solução (BARROW, 2006).

Entretanto, de acordo com Teitelbaum e Apple (2001), a perspectiva investigativa de Dewey não foi executada nas escolas estadunidenses no período citado acima, possivelmente por suas ideias não serem aceitas pelo padrão do contexto político-econômico dos EUA. Porém, ao longo do século XX, a ideia de o ensino de ciências ser contemplado por atividades de investigação científica foi retomada tanto nos EUA quanto em outros países, como na Inglaterra, no País de Gales e no Brasil (TRÓPIA, 2009; SÁ, 2009).

Atualmente, de acordo com Sasseron (2015, p. 58), o ensino por investigação:

caracteriza-se por ser uma forma de trabalho que o professor utiliza na intenção de fazer com que a turma se engaje com as discussões e, ao mesmo tempo em que travam contato com fenômenos naturais, pela busca de resolução de um problema, exercitam práticas e raciocínios de comparação, análise e avaliação bastante utilizadas na prática científica.

Para Zômpero e Laburú (2011), diferentemente dos propósitos do ensino por investigação presentes nas reformas da década de 1960, que objetivavam a formação de cientistas, atualmente, nos países em que a estratégia é utilizada, ela tem outras finalidades. Os autores destacam que a investigação é usada com o intuito de desenvolver “habilidades cognitivas nos alunos” e permite “a realização de procedimentos como: elaboração de hipóteses, anotação e análise de dados e o desenvolvimento da capacidade de argumentação” (ZÔMPERO; LABURÚ, 2011, p. 73).

Na perspectiva de Mundorf e Lima (2007), é comum que as pessoas considerem que o ensino de ciências por investigação seja limitado às atividades práticas ou experimentais. Entretanto, para Azevedo (2015), o ensino por investigação pode envolver atividades práticas de laboratório, mas também problemas de lápis e papel, ou seja, que sejam realizadas em sala de aula e sem o uso de materiais de laboratório. Para Scarpa, Sasseron e Silva (2017), o que mais importa para a efetivação do ensino de ciências por investigação são as estratégias utilizadas pelo professor, de forma que possibilitem a investigação pelos alunos de um tema em questão.

Na concepção de ensino por investigação proposta por John Dewey, as atividades investigativas são desenvolvidas a partir de um problema (ZÔMPERO; LABURÚ, 2012). Dessa forma, uma sequência de ensino investigativa (SEI) é introduzida por meio da apresentação, de forma experimental ou teórica, de situações-problema contextualizadas que, por sua vez, conduzirão e acompanharão todo o processo de investigação (CARVALHO, 2013). Carvalho (2013) ressaltou ainda a importância de a problematização envolver a cultura social dos alunos, para que estes, na busca de uma resolução, possam expor seus conhecimentos prévios sobre o assunto abordado.

Além da contextualização, a problematização também deve estimular a curiosidade científica dos estudantes pois, de acordo com Freire (2011, p. 84):

antes de qualquer tentativa de discussão de técnicas de materiais, de métodos para uma aula dinâmica, é preciso, indispensável mesmo, que o professor se ache “repousado” no saber de que a pedra fundamental é a curiosidade do ser humano. É ela que me faz perguntar, conhecer, atuar, mais perguntar, reconhecer.

Pesquisas na área de ensino por investigação têm identificado nos alunos o desenvolvimento da aprendizagem de conceitos, o aumento da curiosidade, o respeito à

SEQUÊNCIA DE ENSINO INVESTIGATIVA SOBRE ANTIBIÓTICOS...

diversidade de opiniões e a percepção da importância do trabalho em equipe, além da influência positiva na motivação dos estudantes quando eles participam de atividades investigativas (BARBOSA, 2015; COELHO; SOUZA, 2013; FERREIRA; SOUZA, 2015; MORAES; SANTOS, 2016).

Trivelato e Tonidandel (2015), ao trabalharem com alicerces estruturantes de uma sequência didática baseada em investigação, perceberam que, durante as aulas de Biologia, os alunos da 3ª série do Ensino Médio “se aproximaram de aspectos da natureza da ciência [...] e foram estimulados a observar dados, a utilizar dados nas respostas, o que, de certa maneira, pode promover uma escrita argumentativa, ou seja, baseada na articulação de evidências e conclusão” (TRIVELATO; TONIDANDEL, 2015, p. 10).

Pérez e Vilches (2002) e Sasseron (2015) consideram que o ensino por investigação se caracteriza como uma abordagem didática para o desenvolvimento e o favorecimento da alfabetização científica. Alfabetizar cientificamente os alunos significa proporcionar condições para que eles, diante dos problemas cotidianos e sociais, possam tomar decisões conscientes relacionadas ao conhecimento científico, criando, dessa forma, a relação entre Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente – CTSA (SASSERON, 2013; SCARPA, 2014).

Dessa forma, para Sasseron (2015), a abordagem investigativa configura uma forma de trabalho que possibilita o engajamento dos alunos com as discussões, exercitando “práticas e raciocínios de comparação, análise e avaliação bastante utilizadas na prática científica” (SASSERON, 2015, p. 58). Além disso, permite que os alunos sejam sujeitos ativos no processo de aprendizagem, aproximando o conhecimento científico do conhecimento escolar (TRÓPIA, 2009). Nessa proposta, segundo Azevedo (2015), o aluno começa a ter grande influência e atuação nas aulas. Já o professor, na busca da construção da passagem do saber cotidiano para o saber científico, passa a ser um orientador da investigação (TONIDANDEL, 2013).

Para Chassot (2003), a alfabetização científica pode ser vista como uma forma de potencializar alternativas que privilegiem uma educação mais comprometida, objetivando a condução para uma melhor qualidade de vida, uma vez que o entendimento da Ciência favorece e contribui para controlar e prever as modificações que ocorrem na natureza. Dentro dessa perspectiva, o ensino de Ciências deve possibilitar aos estudantes a compreensão do “papel da ciência na sociedade, seus modos de funcionamento, suas contribuições, suas limitações e auxiliá-los nas suas escolhas e posicionamentos” (SCARPA, 2014, p. 17).

Dessa forma, tendo como propósito o desenvolvimento de cidadãos capazes de participar da tomada de decisões em que o sujeito se apropria de protagonismo crítico e consciente na sociedade contemporânea, especialmente para a Educação de Jovens e Adultos (EJA), uma alternativa para o ensino de Ciências seria trabalhar com atividades investigativas visando à alfabetização científica. No contexto da EJA, a alfabetização científica é de extrema importância, uma vez que ela permite democratizar o acesso à ciência e aos processos tecnológicos, visto que os alunos dessa modalidade de ensino constituem uma parcela significativa da população econômica e socialmente desprivilegiada. Além disso, para que esses alunos exerçam seu papel de cidadãos na sociedade, é essencial que estejam preparados para se posicionarem diante das questões atuais relacionadas à ciência e à tecnologia (VIVAS; TEIXEIRA, 2009).

Para Sales (2013), posto que o aluno da EJA normalmente já vivenciou inúmeras experiências, o processo de alfabetização científica nessa modalidade deve ser realizado de forma diferenciada em relação ao ensino regular. Segundo o autor, o ensino de Ciências na EJA deve estar mais “fortemente ligado à compreensão do mundo e à tomada de decisões no tempo presente, frente às questões contemporâneas, como o uso e consumo dos transgênicos,

SEQUÊNCIA DE ENSINO INVESTIGATIVA SOBRE ANTIBIÓTICOS...

por exemplo, do que no futuro, como ocorre com as crianças e adolescentes” (SALES, 2013, p. 42).

Morais (2009) afirmou que, uma vez que a educação tem a missão de conduzir a comunidade ao crescimento intelectual, moral e ético, o ensino de Ciências deve oferecer ao aluno da EJA a oportunidade de trabalhar conceitos e processos contextualizados, para que ele possa desenvolver diferentes competências e construir sua identidade na sociedade.

Em consonância ao que Sales (2013) e Moraes (2009) afirmaram, a Proposta Curricular para Educação de Jovens e Adultos (PCEJA) (BRASIL, 2002), em uma de suas recomendações, salientou a relevância da contextualização do ensino de Ciências na abordagem de temas que se referem a fatos tecnológicos ou fenômenos naturais relacionados à vida dos alunos, uma vez que eles se sentem protagonistas do tema em desenvolvimento. Além disso, ainda de acordo com o PCEJA (BRASIL, 2002, p. 80), um dos objetivos do Ensino de Ciências Naturais é que os alunos da EJA devem “formular questões, diagnosticar e propor soluções para problemas reais a partir de elementos das Ciências Naturais, colocando em prática conceitos, procedimentos e atitudes desenvolvidos no aprendizado escolar”.

Entre os benefícios da alfabetização científica para a vida dos alunos da EJA, pode-se destacar a qualificação para o mercado de trabalho, uma vez que as competências e habilidades adquiridas nesse processo possibilitariam o desenvolvimento de criatividade, o entendimento e a percepção da sociedade na qual o estudante está inserido (LACERDA, 1997).

É importante destacar que todo cidadão tem direito à educação que proporcione a formação e o desenvolvimento de diferentes habilidades, de maneira que se sinta ativo e participativo na sociedade na qual está incluído (PONCIANO *et al.*, 2016).

Considerando a relevância da abordagem do ensino por investigação para a EJA, o presente artigo tem como objetivo descrever o processo de elaboração de uma SEI acerca da descoberta, das aplicações e das consequências do uso de antibióticos, buscando desenvolver habilidades e competências relacionadas à alfabetização científica com base na matriz de competências e habilidades do *Programme for International Student Assessment* (PISA) (OCDE, 2015) para Ciências. Pretende-se, com este trabalho, contribuir com a consolidação de novas abordagens de ensino para o PROEJA por meio da descrição do processo de elaboração de um material didático (SEI) disponibilizado¹ para utilização por outros educadores.

PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Esta pesquisa foi desenvolvida numa abordagem descritiva que, segundo Gil (1999), tem como objetivo descrever características de determinada população ou fenômeno - neste caso, o processo de elaboração da SEI por meio da utilização de técnicas padronizadas de coleta de dados. A elaboração da SEI ocorreu tomando como ponto de partida três questionários (socioeconômico, inicial e final) aplicados aos alunos do curso Técnico em Qualidade Integrado ao Ensino Médio na Educação de Jovens e Adultos (PROEJA) do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo (IFSP), Campus São Paulo.

¹ Disponível em: <<https://bit.ly/2HNdviD>> e <<https://www.amazon.com/dp/1790615321>>.

SEQUÊNCIA DE ENSINO INVESTIGATIVA SOBRE ANTIBIÓTICOS...

O questionário socioeconômico foi aplicado com o intuito de conhecer o perfil da turma e foi composto por doze questões objetivas. Por meio do questionário socioeconômico, foram obtidos dados que mostraram o perfil dos participantes e isso também foi levado em consideração, a fim de respeitar a realidade dos alunos e propor atividades diversificadas e contextualizadas.

O questionário inicial apresentou perguntas discursivas acerca de conhecimento geral sobre os fungos e teve o objetivo de identificar o conhecimento prévio que os alunos apresentavam sobre o reino Fungi. Esse questionário foi aplicado antes da aula teórica sobre o tema. Já o questionário final contemplava também perguntas discursivas, porém tinha a finalidade de avaliar a aprendizagem dos conceitos abordados na aula teórica e também averiguar o interesse em assuntos específicos dentro de um tema principal, os fungos. Esse questionário foi aplicado após a aula teórica sobre o tema fungos, sendo esta conduzida pelo professor responsável pela disciplina de Biologia e Programa de Saúde do referido curso, sem a participação e a interferência da pesquisadora responsável pela elaboração dos questionários e da SEI. Dessa maneira, foi possível averiguar os conhecimentos prévios acerca do tema geral e, por meio das respostas de uma das questões (Quadro 1), o que mais os alunos gostariam de conhecer sobre o reino Fungi. Dentre os assuntos propostos (Quadro 1), a maioria assinalou o item "Medicamentos produzidos a partir dos fungos".

Quadro 1: Transcrição da questão 5 do questionário final.

- 5) O que você gostaria de aprender mais sobre os fungos?
- () Fungos como decompositores
 - () Fungos comestíveis
 - () Fungos em processos industriais de fermentação
 - () Fungos utilizados para a biorremediação
 - () Medicamentos produzidos a partir dos fungos
 - () Fungos em associação com outros organismos (líquens)
 - () Fungos como parasitas
 - () Outro:

Fonte: a autora.

A SEI foi planejada para desenvolver nos alunos algumas das habilidades e competências relacionadas à alfabetização científica, de acordo com a matriz de competências e habilidades do PISA (OCDE, 2015) para Ciências da Natureza. Segundo dados do Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (INEP, 2015), o PISA é uma iniciativa de avaliação comparada e aplicada de forma amostral a alunos de 15 anos, matriculados a partir do 7º ano do Ensino Fundamental II. Internacionalmente, o PISA é coordenado pela Organização para Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE) e, no Brasil, é de responsabilidade do INEP (OCDE, 2015). O objetivo principal do PISA é a elaboração de indicadores que contribuam para a discussão da qualidade da educação nos países participantes, com o intuito de averiguar a relação dos conhecimentos e das habilidades essenciais para a completa participação dos jovens na sociedade moderna (INEP, 2015). Dentro dessa perspectiva, as avaliações do PISA centram-se nas competências e habilidades

SEQUÊNCIA DE ENSINO INVESTIGATIVA SOBRE ANTIBIÓTICOS...

dos alunos para “analisar e resolver problemas, para trabalhar com informações e para enfrentar situações da vida atual e não só nos conhecimentos adquiridos na escola, o que as diferencia de outras propostas avaliativas” (WAISELFSZ, 2009, p. 14).

Na área de Ciências Naturais, a avaliação busca analisar competências e conhecimentos em contextos específicos, baseados no conhecimento e na compreensão adequados à faixa etária dos estudantes (OCDE, 2015). Ainda segundo a OCDE (2015), a compreensão e o envolvimento em uma discussão crítica sobre questões que relacionam ciência e a tecnologia demandam três competências específicas de domínio: i) explicar fenômenos cientificamente; ii) avaliar e planejar experimentos científicos; e iii) interpretar dados e evidências cientificamente.

De forma geral, a SEI elaborada contempla todas as três competências científicas do PISA (OCDE, 2015), sendo que para cada questão e procedimento foi selecionada uma ou mais competências com algumas das suas respectivas habilidades. A seguir, será apresentada como a SEI foi elaborada, tomando como base a articulação dos referenciais teóricos, incluindo as orientações do PCEJA do primeiro e do segundo segmento do Ensino Fundamental (BRASIL, 2001; BRASIL, 2002) e as competências e habilidades do PISA (OCDE, 2015).

A forma de avaliação do desenvolvimento dessas habilidades pelos alunos participantes poderá ser realizada com base nas respostas dos alunos às questões que fazem parte da SEI. Para isso, é indicada a seleção de algumas questões-chave que podem ser usadas para a avaliação como um todo e cujas respostas servem de base para responder a questão-problema que norteia a SEI.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A SEI foi planejada para um total de nove aulas de 45 minutos, podendo também ser executada como um projeto paralelo ao conteúdo curricular. Ela contempla quatro atividades diversificadas que envolvem experimentação, aula dialogada, leitura de texto de divulgação científica e conteúdo audiovisual, além de estratégias pedagógicas diversificadas, que incluem a elaboração de registros por meio de desenhos, fotografias e interpretação de textos, tabelas e figuras (Quadro 2). De acordo com Santos e Mortimer (2009), essas estratégias colaboram para maior compreensão dos estudantes, além do desenvolvimento dos raciocínios teórico e prático, permeando a concepção da prática investigativa.

O desenvolvimento do conteúdo foi baseado em dois eixos temáticos presentes no PCEJA (BRASIL, 2002): “Vida e Ambiente” e “Ser humano e Saúde”. Entre as sugestões apresentadas nesses eixos, duas especificações foram selecionadas, respectivamente: “investigação da diversidade dos seres vivos, compreendendo características adaptativas e cadeias alimentares, valorizando-os e respeitando-os” (BRASIL, 2002, p. 99) e “compreensão do organismo humano como um todo [...] envolvendo as manifestações e os modos de prevenção de doenças comuns na comunidade à qual os alunos pertencem e o papel da sociedade humana na preservação da saúde coletiva e individual” (BRASIL, 2002, p. 100).

De modo geral, foi considerado um perfil de vocabulário mais simplificado, buscando facilitar a compreensão por parte dos alunos e evitando, assim, desencontros na comunicação. Todas as atividades apresentam perguntas descritivas e com diferentes graus de dificuldade. Os textos construídos e selecionados para compor a SEI apresentam uma linguagem clara, simples e objetiva, proporcionando uma leitura contextualizada e de fácil entendimento. Durante o processo de elaboração da SEI também foi tomado o cuidado de incluir pequenas seções de aprofundamento, denominadas “Conhecendo Mais” (Figura 1), para a discussão e

SEQUÊNCIA DE ENSINO INVESTIGATIVA SOBRE ANTIBIÓTICOS...

compreensão de temas paralelos ao conteúdo das aulas.

A definição de um problema ou uma situação-problema é uma etapa necessária e imprescindível no ensino por investigação (CLEMENT *et al.*, 2015). Na SEI descrita neste trabalho, a problematização foi apresentada em forma textual e abordou uma situação fictícia (Figura 2), porém bem presente no cotidiano moderno, evidenciando o uso indiscriminado de antibiótico por meio da automedicação e a interrupção do tratamento.

Com base na situação fictícia apresentada, os alunos foram convidados a elaborar, em grupos de quatro pessoas, uma hipótese para a questão-problema proposta, de acordo com o conhecimento prévio do assunto, ou seja, segundo a estrutura de significados construída em situações de ensino e aprendizagem em seu contexto de vida (CARVALHO, 2013; MOREIRA, 2006).

Quadro 2: Distribuição das atividades propostas na SEI aula a aula e descrição dos objetivos gerais, conteúdos e estratégias de cada atividade.

INTRODUÇÃO			
AULA	OBJETIVOS GERAIS	CONTEÚDOS	ESTRATÉGIAS
1	Formular hipótese inicial por meio da questão-problema.	Consequências da automedicação e do uso indiscriminado de antibióticos.	Contextualização do tema da SEI; Leitura de texto para apresentação da questão-problema; Discussões de conceitos de pesquisa; Proposição de hipótese dos alunos.
ATIVIDADE 1			
AULAS	OBJETIVOS GERAIS	CONTEÚDOS	ESTRATÉGIAS
2, 3, 4 e 5	Investigar o crescimento de bactérias em meio de cultura.	Cultivo de micro-organismos (bactérias, fungos e vírus) em meio de cultura.	Discussões de conceitos de pesquisa; Experimentação; Coleta de dados; Aula dialogada; Resolução de questões de análise de resultado.
ATIVIDADE 2			
AULA	OBJETIVOS GERAIS	CONTEÚDOS	ESTRATÉGIAS
6	Interpretar dados utilizando ilustrações microscópicas de bactérias e fungos.	Contaminação da placa de Petri; Características de bactérias e fungos.	Análise de ilustrações; Resolução de questões de análise de dados.
ATIVIDADE 3			
AULA	OBJETIVOS GERAIS	CONTEÚDOS	ESTRATÉGIAS
7	Compreender o conteúdo sobre a descoberta e a aplicação da penicilina utilizando texto de divulgação científica.	Descoberta e aplicação da penicilina (antibiótico).	Leitura de texto; Resoluções de questões de interpretação de texto e de conhecimento científico.

SEQUÊNCIA DE ENSINO INVESTIGATIVA SOBRE ANTIBIÓTICOS...

Quadro 2: Continuação.

ATIVIDADE 4			
AULA	OBJETIVOS GERAIS	CONTEÚDOS	ESTRATÉGIAS
8	Compreender o motivo da resistência bacteriana utilizando recurso audiovisual.	Resistência bacteriana.	Exibição de conteúdo audiovisual; Resoluções de questões de interpretação e contextualização.
CONCLUSÃO			
AULA	OBJETIVOS GERAIS	CONTEÚDOS	ESTRATÉGIAS
9	Sistematizar os conteúdos abordados; Reformular a hipótese inicial.	Consequências da automedicação e do uso indiscriminado de antibióticos.	Discussões; Resolução de questões de sistematização e interpretação de dados.

Fonte: a autora.

Diferentemente das demais questões propostas na SEI, a elaboração da hipótese nessa etapa não contempla competências e habilidades do PISA (OCDE, 2015), uma vez que se espera que as respostas dos estudantes sejam referentes ao conhecimento prévio trazido de seu contexto de vida, e não de um conteúdo científico. Ressaltamos, no entanto, a importância da elaboração de hipóteses em uma SEI, tanto para que o professor saiba quais são os conhecimentos prévios de seus alunos e, assim, consiga ajustar melhor a condução das aulas seguintes, quanto para que os alunos compreendam os conteúdos abordados na SEI de forma contextualizada, com mais sentido para eles.

A atividade 1 (Figura 3), por meio da experimentação, tem como objetivo geral investigar o crescimento de bactérias em meio de cultura. A experimentação capaz de consolidar uma aprendizagem significativa exige tanto a manipulação de materiais como a elaboração de hipóteses e ideias, confrontando concepções e fatos observados (BRASIL, 2002).

Figura 1: Exemplo da seção "Conhecendo mais" contida na SEI.



CONHECENDO MAIS

→ **O que são meios de cultura?**

"São composições de substâncias que fornecem nutrientes necessários para o desenvolvimento de microrganismos."

Saiba mais em:

Meios de cultura de microrganismos. Disponível em: <<http://bit.ly/2lfOioL>> Acesso: 18 out. 2017.

Fonte: a autora.

SEQUÊNCIA DE ENSINO INVESTIGATIVA SOBRE ANTIBIÓTICOS...

Figura 2: Apresentação da questão-problema contida na SEI.


VAMOS DESCOBRIR?

QUESTÃO-PROBLEMA

Há alguns dias, Maria estava com febre, muita dor de garganta e mau hálito. Ao se consultar em um Posto de Saúde próximo a sua casa, o médico solicitou que ela utilizasse amoxicilina (um tipo de antibiótico) por um período de sete dias, de oito em oito horas, sem interrupção, pois estava com suspeita de amigdalite (uma inflamação nas amígdalas causada por bactérias).

Logo no terceiro dia de uso do antibiótico, Maria percebeu que já estava melhor e lembrou que sua vizinha, Silvana, apresentava os mesmos sintomas. Prontamente Maria repassou o remédio para a sua vizinha, interrompendo assim o seu próprio tratamento. Silvana, por sua vez, agiu conforme as orientações de Maria, ou seja, também parou de tomar os comprimidos assim que os sintomas melhoraram.

Com o passar dos dias, Maria notou que os sintomas haviam voltado. O mesmo aconteceu com Silvana. Para as duas houve melhora após poucos dias, porém os sintomas que já existiam voltaram ainda mais intensos alguns dias depois.

Por que será que os sintomas de Maria e Silvana voltaram mais fortes mesmo após a utilização da medicação prescrita pelo médico?

Fonte: a autora.

Figura 3: Imagem ilustrativa de parte da atividade 1 contida na SEI.


ATIVIDADE 1: cultivo de bactérias em meio de cultura



Para iniciarmos a nossa atividade, primeiro investigaremos onde as bactérias podem estar. Para isso, vamos preparar meios de cultura apropriados para o cultivo de microorganismos e realizar coletas em diferentes locais, utilizando hastes flexíveis com algodão (*swab*). As coletas poderão ser realizadas nas dependências do seu colégio ou até mesmo em alguma parte do seu corpo.

Fonte: a autora.

SEQUÊNCIA DE ENSINO INVESTIGATIVA SOBRE ANTIBIÓTICOS...

Essa atividade também conta com diferentes estratégias, como aula dialogada, para sistematizar o conteúdo teórico sobre micro-organismos, com ênfase nos fungos e nas bactérias, discussões em grupos e resolução de questões referentes à análise dos resultados obtidos após a coleta de micro-organismo. De acordo com os Quadros 3, 4 e 5, a maioria das questões relacionadas à atividade 1 da SEI corresponde à análise e à interpretação dos dados coletados do experimento.

Levando em consideração o desenvolvimento de competências e habilidades do PISA (OCDE, 2015) e os conteúdos importantes para subsidiar a resposta da questão-problema (Figura 2) da SEI, na atividade 1, foram selecionadas para avaliação, prioritariamente, as questões 2 e 3, por abordarem a importância de seguir um procedimento sistematizado. A disposição das repetições de coleta e do grupo-controle são de extrema relevância dentro do campo científico, uma vez que proporcionam maior confiabilidade aos dados do experimento, diminuindo possíveis erros experimentais. Nessa perspectiva, a relação existente com a questão-problema (Figura 2) é que Maria deveria ter seguido a prescrição médica como um ato procedimental contínuo, objetivando sua melhora, e não interrompendo o tratamento.

A atividade 2 (Figura 4) envolve o processo de investigação, seguida de uma aula expositiva dialogada, com a apresentação de uma placa com dois micro-organismos em meio de cultura para que os alunos discutam as possibilidades de contaminação, elaborando, assim, uma hipótese explicativa a esse fato. A aula expositiva dialogada é também essencial, pois, de acordo com Mello e Costallat (2011), o aluno é desafiado a participar ativamente, estabelecendo uma relação entre o conhecimento prévio com o novo conteúdo que está sendo apresentado.

Quadro 3: Competências e habilidades do PISA relacionadas às questões 1 a 4 da atividade 1 da SEI.

ATIVIDADE 1		
QUESTÕES	COMPETÊNCIAS	HABILIDADES
PREENCHIMENTO DA TABELA 1 - Letra a. escolha, com seu grupo, uma superfície para realizar a coleta dos micro-organismos; o local escolhido será o nome do "tipo de amostra" de seu grupo a ser preenchido na Tabela 1.	Interpretar dados e evidências cientificamente	Analisar e interpretar dados; Transformar dados de uma representação para outra
	Explicar fenômenos cientificamente	Utilizar e gerar modelos explicativos e representações
QUESTÃO 2 - Discutimos logo acima sobre a relevância de dispor de repetições de um mesmo tipo de amostra. Qual a importância das repetições para o nosso experimento?	Avaliar a planejar experimentos científicos	Descrever e avaliar os vários caminhos que os cientistas usam para assegurar a confiabilidade dos dados e a objetividade e generalização das explicações
QUESTÃO 3 - Depois da montagem da Tabela 1 com diferentes "tipos de amostra", discutimos e acrescentamos uma amostra que servirá como "Grupo controle". Qual a importância desse grupo controle em nosso experimento?	Avaliar a planejar experimentos científicos	Descrever e avaliar os vários caminhos que os cientistas usam para assegurar a confiabilidade dos dados e a objetividade e generalização das explicações
	Explicar fenômenos cientificamente	Lembrar e aplicar conhecimento científico apropriado
QUESTÃO 4 - Vimos o conceito de legenda e também alguns exemplos citados acima. Agora chegou a vez do seu grupo elaborar um título para a Tabela 1. Após a discussão em grupo do conteúdo da legenda da Tabela 1, escreva com as suas palavras, de forma clara e objetiva, no espaço em branco acima da Tabela 1, o que ela está mostrando.	Interpretar dados e evidências cientificamente	Analisar e interpretar dados e tirar conclusões apropriadas
	Explicar fenômenos cientificamente	Utilizar e gerar modelos explicativos e representações

Fonte: a autora, com base em PISA (OCDE, 2015).

SEQUÊNCIA DE ENSINO INVESTIGATIVA SOBRE ANTIBIÓTICOS...

Quadro 4: Competências e habilidades do PISA relacionadas às questões 5 a 10 da atividade 1 da SEI.

ATIVIDADE 1		
QUESTÕES	COMPETÊNCIAS	HABILIDADES
PREENCHIMENTO DA TABELA 2 - Letra h. para preencher a Tabela 2, na primeira linha indique quantas colônias diferentes foram observadas; na segunda linha preencha com as cores de cada colônia encontrada; e na terceira linha preencha as diferentes formas de colônias observadas (utilize a Figura 9 como referência de formas). Não se esqueça de colocar as datas de observação e registro de cada dia na Tabela 2.	Interpretar dados e evidências cientificamente	Analisar e interpretar dados; Transformar dados de uma representação para outra
	Explicar fenômenos cientificamente	Utilizar e gerar modelos explicativos e representações
QUESTÃO 5 - De acordo com a nossa discussão sobre legendas na Atividade 1, repita o mesmo procedimento escrevendo uma legenda acima da Tabela 2.	Interpretar dados e evidências cientificamente	Analisar e interpretar dados e tirar conclusões apropriadas
	Explicar fenômenos cientificamente	Utilizar e gerar modelos explicativos e representações
QUESTÃO 6 - Preencha a Tabela 3 de acordo com a quantidade e variedade (forma e cor) das placas neste último dia do experimento. Siga as mesmas orientações dadas para o preenchimento da Tabela 2 (veja p. 15 – item h; p. 16 – Figura 9)	Interpretar dados e evidências cientificamente	Analisar e interpretar dados; Transformar dados de uma representação para outra
QUESTÃO 7 - Escreva uma legenda acima da Tabela 3, do mesmo modo que já fizemos nas tabelas anteriores.	Interpretar dados e evidências cientificamente	Analisar e interpretar dados e tirar conclusões apropriadas
	Explicar fenômenos cientificamente	Utilizar e gerar modelos explicativos e representações
QUESTÃO 8 - Registre por meio de desenhos o que está sendo observado nas placas neste último dia de experimento. Para isso, use os esquemas de placas da página seguinte e recupere suas anotações da Tabela 3 com relação à quantidade, forma e cor das colônias formadas em cada placa. Depois de feitos os desenhos, compare cada placa entre si e classifique-as de acordo com a porcentagem aproximada de colônias existentes na área da placa como um todo, utilizando as categorias a seguir.	Explicar fenômenos cientificamente	Utilizar e gerar modelos explicativos e representações
	Interpretar dados e evidências cientificamente	Analisar e interpretar dados; Transformar dados de uma representação para outra
QUESTÃO 9 - Antes de continuarmos, você se lembra o que queremos responder neste experimento? Escreva a questão-problema desta atividade nas linhas abaixo.	Avaliar a planejar experimentos científicos	Identificar a questão explorada em um dado estudo científico
QUESTÃO 10 - Observando a sequência das fotos impressas do seu grupo e as anotações feitas ao longo dessa semana, responda: a. há alguma placa que não apresentou alteração desde o início do experimento? Se sim, justifique o porquê de não ter havido alteração na(s) placa(s) em questão.	Interpretar dados e evidências cientificamente	Analisar e interpretar dados
	Explicar fenômenos cientificamente	Lembrar e aplicar conhecimento científico apropriado

Fonte: a autora, com base em PISA (OCDE, 2015).

SEQUÊNCIA DE ENSINO INVESTIGATIVA SOBRE ANTIBIÓTICOS...

Quadro 5: Competências e habilidades do PISA relacionadas às questões 11 a 13 da atividade 1 da SEI.

ATIVIDADE 1		
QUESTÕES	COMPETÊNCIAS	HABILIDADES
QUESTÃO 11 - Compare todas as placas do seu grupo (da letra "a" até a letra "e") e responda: Letra a. qual placa apresentou maior diversidade de colônias (maior quantidade de colônias diferentes em uma mesma placa)	Interpretar dados e evidências cientificamente	Analisar e interpretar dados
QUESTÃO 11 - Letra b. qual placa apresentou uma maior área de colonização (em que a superfície do meio de cultura está mais tomada por colônias)?	Interpretar dados e evidências cientificamente	Analisar e interpretar dados
QUESTÃO 11 - Letra c. elabore uma hipótese sobre as possíveis razões que levaram os resultados da questão anterior (11a e 11b).	Explicar fenômenos cientificamente	Oferecer hipóteses explicativas
QUESTÃO 12 - Compare somente as repetições de mesma letra do seu grupo com as dos outros grupos. Por exemplo: placas "a" do seu grupo com todas as outras placas identificadas com a letra "a" dos outros grupos, e assim por diante. Responda: Letra a. a aparência de todas as placas de um mesmo "tipo de amostra" é similar? O que pode ter interferido caso as placas estejam muito diferentes entre os grupos?	Interpretar dados e evidências cientificamente	Analisar e interpretar dados e tirar conclusões apropriadas
	Explicar fenômenos cientificamente	Oferecer hipóteses explicativas
QUESTÃO 12 - Letra b. caso haja muita diferença entre as placas de um mesmo "tipo de amostra", ou supondo que isso tenha ocorrido, a que conclusão podemos chegar sobre o método mais adequado para ter repetições mais fiéis de uma mesma amostra?	Avaliar e planejar experimentos científicos	Descrever e avaliar os vários caminhos que os cientistas usam para assegurar a confiabilidade dos dados e a objetividade e generalização das explicações
QUESTÃO 13 - De acordo com as nossas discussões e a análise dos resultados do nosso experimento, responda as questões a seguir: Letra a. o que podemos concluir acerca da presença de bactérias no meio ambiente?	Interpretar dados e evidências	Analisar e interpretar dados e tirar conclusões apropriadas
QUESTÃO 13 - Letra b. todos os micro-organismos que colonizaram as placas são bactérias? Que outros micro-organismos foram encontrados nas placas? Por quê?	Explicar fenômenos cientificamente	Lembrar e aplicar conhecimento científico apropriado
	Interpretar dados e evidências cientificamente	Analisar e interpretar dados

Fonte: a autora, com base em PISA (OCDE, 2015).

Posteriormente, essa atividade é complementada pela análise de imagens microscópicas e esquemas da estrutura celular de bactérias e de fungos (Figura 5).

Além da interpretação dos dados fornecidos pelas ilustrações microscópicas e esquemas da estrutura celular de bactérias e fungos da atividade 2, os alunos também devem relembrar os dados coletados da experimentação da atividade 1 e o conteúdo apresentado na aula dialogada expositiva sobre as características de cada grupo de micro-organismos, com ênfase nos fungos e nas bactérias, mas também abordando os vírus. Tais conceitos são importantes

SEQUÊNCIA DE ENSINO INVESTIGATIVA SOBRE ANTIBIÓTICOS...

para responder as questões propostas na atividade 2 (Quadro 6), uma vez que a maioria dessas perguntas buscam a interpretação de dados e evidências e também a explicação científica de fenômenos.

A atividade 3 (Figura 6) propõe a leitura de um texto de divulgação científica adaptado². Esse tipo de atividade é considerado uma forma de estímulo na EJA, pois a leitura não é muito presente no contexto de vida dos alunos (BRASIL, 2002).

O texto escolhido apresenta, de maneira simples, a história da descoberta da penicilina por Alexander Fleming e também enfatiza a importância desse feito para a história da humanidade. O texto ainda discute o valor de se ter um olhar atento para novas descobertas no cotidiano. Essa atividade apresenta questões de interpretação de dados e evidências e também a explicação de fenômenos cientificamente (Quadro 6).

Figura 4: Imagem ilustrativa de parte da atividade 2 contida na SEI.



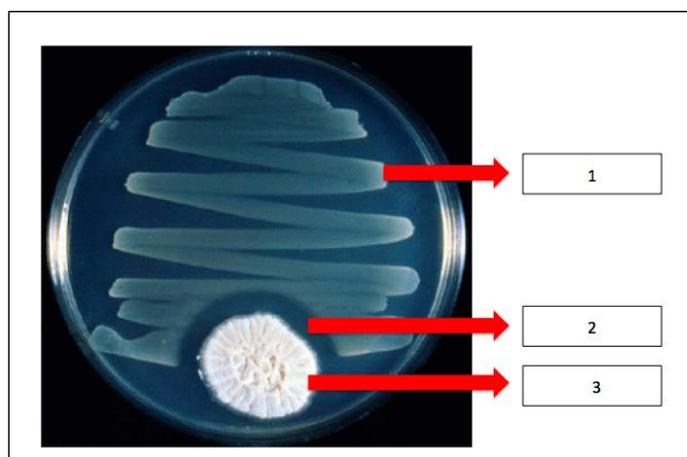
ATIVIDADE 2: contaminação da placa de Petri

Vamos imaginar que, por alguma razão, o seu grupo tenha esquecido uma das placas de Petri aberta por alguns minutos. Você se apressa em fechá-la assim que percebe e a coloca com as outras. Após uma semana, a placa que vocês esqueceram aberta estava desta maneira:

Figura 12

Legenda: _____

Ciências & Ideias

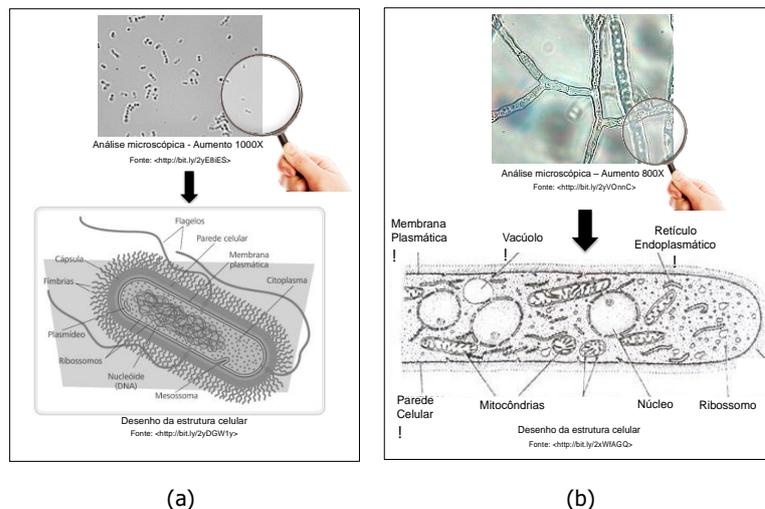


Fonte: <http://bit.ly/1L7OmOp>

Fonte: a autora.

² Turino, F. Do pão estragado à farmácia. 2013. Disponível em <http://chc.org.br/do-pao-estragado-a-farmacia/>. Acesso em: 25 out. 2017.

SEQUÊNCIA DE ENSINO INVESTIGATIVA SOBRE ANTIBIÓTICOS...

Figura 5: Imagem ilustrativa de parte da atividade 2 contida na SEI – (a) ilustração microscópica e esquema da estrutura celular de bactérias; e (b) estrutura celular de fungos.

(a)

(b)

Fonte: a autora.

Quadro 6: Competências e habilidades do PISA relacionadas às questões da atividade 2 da SEI.

ATIVIDADE 2		
QUESTÕES	COMPETÊNCIAS	HABILIDADES
QUESTÃO 14 - Analisando a Figura 12 e com base na experiência que vocês tiveram com as placas do experimento anterior, quais são os prováveis micro-organismos que cresceram nas áreas identificadas pelos números 1 e 3? Justifique sua resposta.	Interpretar dados e evidências cientificamente	Analisar e interpretar dados e tirar conclusões apropriadas
	Explicar fenômenos cientificamente	Lembrar e aplicar conhecimento científico apropriado
QUESTÃO 15 - Suponha que a intenção de um pesquisador ao obter a placa ilustrada na Figura 12 fosse cultivar apenas os micro-organismos indicados pelo número 1, porém, após alguns dias, ele encontrou a placa desse jeito. Se você fosse o pesquisador, o que você faria se tivesse observado uma placa como esta?	Avaliar a planejar experimentos científicos	Propor formas de explorar uma dada questão cientificamente
QUESTÃO 16 - Observe que entre a área 1 e 3 há um espaço (área 2) onde não cresceu micro-organismo algum. Esta área é chamada "halo de inibição". Elabore uma hipótese explicando as razões para o surgimento desse halo	Explicar fenômenos cientificamente	Oferecer hipóteses explicativas
QUESTÃO 17 - Com base na experiência que vocês tiveram com as placas do experimento anterior (Atividade 1) e na discussão que tivemos em sala sobre os diferentes tipo de micro-organismos isolados no meio de cultura, responda: Letra a - qual micro-organismo está presente na Figura 13? Quais dados mostrados nessa figura o levaram a concluir isso?	Interpretar dados e evidências cientificamente	Analisar e interpretar dados e tirar conclusões apropriadas
	Explicar fenômenos cientificamente	Lembrar e aplicar conhecimento científico apropriado
QUESTÃO 17 - Letra b - qual micro-organismo está presente na Figura 14? Quais dados mostrados nessa figura o levaram a concluir isso?	Interpretar dados e evidências cientificamente	Analisar e interpretar dados e tirar conclusões apropriadas
	Explicar fenômenos cientificamente	Lembrar e aplicar conhecimento científico apropriado
QUESTÃO 18 - Escreva legendas acima das figuras 12, 13 e 14	Interpretar dados e evidências cientificamente	Analisar e interpretar dados e tirar conclusões apropriadas

Fonte: a autora, com base em PISA (OCDE, 2015).

SEQUÊNCIA DE ENSINO INVESTIGATIVA SOBRE ANTIBIÓTICOS...

Para avaliação do desenvolvimento de competências e habilidades do PISA (OCDE, 2015), nas atividades 2 e 3 foram selecionadas, prioritariamente, as questões 16, 19 e 20, pois requerem do aluno a interpretação sobre o surgimento do halo de inibição como consequência da ação dos fungos sobre as bactérias, fato importante para a compreensão da produção do antibiótico pelos fungos, medicamento utilizado por Maria e Silvana para o tratamento da infecção.

Figura 6: Imagem ilustrativa de parte da atividade 3 contida na SEI.



Fonte: a autora.

Quadro 7: Competências e habilidades do PISA relacionadas às questões da atividade 3 da SEI.

ATIVIDADE 3		
QUESTÕES	COMPETÊNCIAS	HABILIDADES
QUESTÃO 19 - Qual foi a evidência na placa de Petri de Fleming que o levou a descobrir a penicilina?	Interpretar dados e evidências cientificamente	Identificar as premissas, evidências e argumentos em textos relacionados às ciências
QUESTÃO 20 - Durante a Primeira Guerra Mundial (1914–1918) muitos combatentes morreram em consequência da infecção em ferimentos profundos. Já na Segunda Guerra Mundial (1939–1945), o número de soldados mortos por infecção caiu consideravelmente. Qual pode ter sido a relação da descoberta de Fleming (que aconteceu em 1928) com a diminuição do número de soldados mortos por infecção na Segunda Guerra Mundial?	Explicar fenômenos cientificamente	Lembrar e aplicar conhecimento científico apropriado; Explicar as implicações potenciais do conhecimento científico para a sociedade
QUESTÃO 21 - Em algum momento, Fleming poderia ter jogado fora as placas de Petri que estavam contaminadas com bolor. Porém, ele não agiu dessa maneira, pois teve um olhar atento e curioso. Que importância isso teve para a medicina e consequentemente para a sociedade como um todo?	Explicar fenômenos cientificamente	Explicar as implicações potenciais do conhecimento científico para a sociedade
	Interpretar dados e evidências cientificamente	Identificar as premissas, evidências e argumentos em textos relacionados às ciências

Fonte: a autora, com base em PISA (OCDE, 2015).

SEQUÊNCIA DE ENSINO INVESTIGATIVA SOBRE ANTIBIÓTICOS...

A atividade 4 (Figura 7) apresenta uma reportagem exibida pelo Fantástico (Rede Globo)³ em 2015 sobre as "Superbactérias", enfatizando o conteúdo sobre a resistência bacteriana.

O vídeo original tem duração de 14min08s, mas, para a exibição em sala e composição da SEI, foi editado para um total de 5min25s, principalmente por considerar que "os alunos da EJA geralmente estudam, trabalham e ainda cuidam de sua casa e da família, por isso costumam ter dificuldades para acompanhar com atenção vídeos de longa duração" (BRASIL, 2002, p. 119). As questões dessa atividade buscam a interpretação e a contextualização acerca do tema resistência bacteriana, de modo que o aluno possa explicar fenômenos e interpretar dados e evidências cientificamente (Quadro 8).

Para avaliação do desenvolvimento de competências e habilidades do PISA (OCDE, 2015), na atividade 4 foi selecionada, prioritariamente, a questão 22b por estar relacionada com a razão dos sintomas de Maria e Silvana da questão-problema (Figura 2) terem retornado, o que é importante para que os alunos entendam o problema da resistência bacteriana.

Figura 7: Imagem ilustrativa de parte da Atividade 4 contida na SEI.

ATIVIDADE 4: reportagem – “Superbactérias”

Reportagem exibida em 13 dez. 2015 pelo Fantástico (Rede Globo). Disponível em: <https://youtu.be/arq7kbV-n2U> (Editado)

Fonte: <http://bit.ly/2t7am0s>

Fonte: a autora.

³ Reportagem exibida em 13 dez. 2015 pelo Fantástico (Rede Globo). Disponível em: <https://youtu.be/arq7kbV-n2U> (Editado).

SEQUÊNCIA DE ENSINO INVESTIGATIVA SOBRE ANTIBIÓTICOS...

Quadro 8: Competências e habilidades do PISA relacionadas às questões da atividade 4 da SEI.

ATIVIDADE 4		
QUESTÕES	COMPETÊNCIAS	HABILIDADES
QUESTÃO 22 - De acordo com a reportagem: Letra a. é possível afirmar que todas as bactérias são prejudiciais para a saúde humana? Justifique sua resposta.	Explicar fenômenos cientificamente.	Lembrar e aplicar conhecimento científico apropriado.
QUESTÃO 22 - Letra b. por que os antibióticos mais potentes, chamados carbapenêmicos, já começam a não ter tanta eficácia para tratamento das infecções bacterianas atuais?	Explicar fenômenos cientificamente.	Lembrar e aplicar conhecimento científico apropriado.
QUESTÃO 23 - A reportagem mostra um grande número de pessoas infectadas e até mesmo que vieram a óbito em função de bactérias comumente encontradas em nosso organismo, como a <i>Escherichia coli</i> . Elabore uma hipótese que possa justificar esse alto índice de infecções e mortes por <i>Escherichia coli</i> uma vez que essa bactéria é também responsável pela garantia do bom funcionamento do nosso sistema gastrointestinal.	Explicar fenômenos cientificamente.	Lembrar e aplicar conhecimento científico apropriado; Oferecer hipóteses explicativas.
	Interpretar dados e evidências cientificamente.	Distinguir entre argumentos, quais são baseados em evidência científica e quais são baseados em outras considerações.
QUESTÃO 24 - Você conhece alguém que tenha sofrido consequências negativas com o mau uso de antibiótico? Se sim, comente.	Interpretar dados e evidências cientificamente.	Distinguir entre argumentos, quais são baseados em evidência científica e quais são baseados em outras considerações.

Fonte: a autora, com base em PISA (OCDE, 2015).

A última aula, também vista como uma conclusão (Figura 8), apresenta questões que possibilitam uma discussão da sistematização do tema e a retomada da hipótese inicial para possíveis modificações (Quadro 9). Para Pérez (1983), levantar hipóteses, bem como propor e analisar resultados, é fundamental para o entendimento básico do trabalho científico e para a superação de erros conceituais, pois os estudantes são levados à reflexão sobre suas concepções iniciais e ao confronto de suas ideias com os resultados adquiridos, contribuindo, dessa forma, para a construção de conhecimentos.

Figura 8: Imagem ilustrativa de parte da atividade de conclusão contida na SEI.

Depois de tanto trabalho e discussões, chegamos ao fim da nossa investigação. Agora, vamos voltar à questão-problema de Maria e Silvana. Você se lembra? Se não, leia novamente para responder às perguntas abaixo.

Fonte: a autora.

SEQUÊNCIA DE ENSINO INVESTIGATIVA SOBRE ANTIBIÓTICOS...

Para avaliação do desenvolvimento de competências e habilidades do PISA (OCDE, 2015), na conclusão da SEI, foram selecionadas, prioritariamente, as questões 25, 27 e 28, por estarem diretamente relacionadas à questão-problema (Figura 2). Tais questões abordam temas sobre as consequências da interrupção do tratamento de antibiótico (resistência bacteriana), a compreensão da importância do controle de venda desse medicamento, e também a possibilidade da revisão da hipótese inicial elaborada pelos alunos com acréscimo de novos conhecimentos científicos agregados e desenvolvidos durante as atividades propostas na SEI.

Quadro 9: Competências e habilidades do PISA relacionadas às questões de conclusão da SEI.

CONCLUSÃO		
QUESTÕES	COMPETÊNCIAS	HABILIDADES
QUESTÃO 25 - Maria fez um tratamento com o uso de antibiótico por apenas três dias em vez de sete dias como recomendado pelo médico. Quais foram as consequências desse ato para a saúde dela?	Explicar fenômeno cientificamente	Explicar as implicações potenciais do conhecimento científico para a sociedade
	Interpretar dados e evidências cientificamente	Avaliar argumentos científicos e evidências de diferentes fontes (por ex., jornais, internet, revistas científicas)
QUESTÃO 26 - Maria errou ao dar o medicamento para Silvana? Por quê?	Explicar fenômeno cientificamente	Explicar as implicações potenciais do conhecimento científico para a sociedade
	Interpretar dados e evidências cientificamente	Avaliar argumentos científicos e evidências de diferentes fontes (por ex., jornais, internet, revistas científicas)
QUESTÃO 27 - Vamos voltar à resposta que você elaborou baseada na hipótese do seu grupo para a questão-problema inicial de nossa sequência investigativa (Questão 1, p. 4). Letra a. após todas as nossas discussões, como a sua hipótese pode ser modificada? Reescreva-a no espaço abaixo:	Explicar fenômeno cientificamente	Explicar as implicações potenciais do conhecimento científico para a sociedade
	Interpretar dados e evidências cientificamente	Avaliar argumentos científicos e evidências de diferentes fontes (por ex., jornais, internet, revistas científicas)
QUESTÃO 27 - Letras b. quais dados fizeram você alterar sua hipótese? Liste-os nas linhas abaixo.	Interpretar dados e evidências cientificamente	Analisar e interpretar dados e tirar conclusões apropriadas; Distinguir entre argumentos, quais são baseados em evidência científica e quais são baseados em outras considerações
QUESTÃO 28 - Para contextualizar o assunto de nossas investigações, lemos um pequeno texto (página 2) que menciona algumas providências adotadas pela Anvisa com relação ao controle dos antibióticos. Você se lembra? O texto exemplifica uma situação do dia a dia, informando, por exemplo, que atualmente a compra de antibiótico só pode ser realizada com receita médica, e que tal receita deve ficar retida na farmácia. Após todas as nossas discussões, responda: por que é fundamental que haja o controle quanto à venda de antibióticos?	Explicar fenômeno cientificamente	Explicar as implicações potenciais do conhecimento científico para a sociedade; Lembrar e aplicar conhecimento científico apropriado

Fonte: a autora, com base em PISA (OCDE, 2015).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este artigo apresenta os resultados envolvidos na elaboração de uma sequência de ensino investigativa (SEI), a qual contempla atividades diversificadas objetivando o desenvolvimento de competências e habilidades propostas pelo PISA (OCDE, 2015) para Ciências e visando à alfabetização científica dos alunos da EJA.

Por meio da questão-problema contextualizada, nota-se uma relação teórica com o dia a dia dos alunos. Além disso, destaca-se a relevância da problematização como forma de desafiar os estudantes a buscarem soluções, especialmente na perspectiva da EJA.

SEQUÊNCIA DE ENSINO INVESTIGATIVA SOBRE ANTIBIÓTICOS...

Outro ponto a se destacar e que foi considerado nesta SEI é a busca do conhecimento prévio do aluno, fundamental para estabelecer uma ponte de construção de novos conhecimentos, favorecendo a tomada de decisão e o pensamento crítico dos estudantes.

Dentro da perspectiva da alfabetização científica, as avaliações do PISA apresentam competências e habilidades que desafiam os alunos a terem uma compreensão de temas de maior abrangência e a desenvolverem a capacidade de refletir sobre esses conhecimentos, aplicando-os na realidade. Dessa forma, a SEI possibilita ao aluno a aquisição de conteúdos científicos no processo do desenvolvimento de habilidades e competências específicas, de forma que este possa obter uma nova linguagem em seu contexto.

Esta SEI está disponível para uso como material de apoio aos professores e visa contribuir com a ação didática docente na abordagem de conteúdos relacionados aos micro-organismos, com foco nos fungos e nas bactérias e versando sobre o uso de antibióticos, mas podendo ser adaptada frente ao contexto escolar. Nesta proposta, os alunos terão a oportunidade de compreender a importância do uso correto dos antibióticos, relacionando com questões sobre a automedicação e a resistência bacteriana e, desse modo, assumindo uma posição crítica em relação a esse fato. É necessário ressaltar que, durante o processo de aplicação da SEI, algumas atividades podem sofrer alterações em razão das diferentes necessidades de aprendizagem dos alunos e também da disponibilidade escolar.

REFERÊNCIAS

AZEVEDO, M. C. P. S. Ensino por investigação: problematizando as atividades em sala de aula. In: NASCIMENTO, V., C.; CAPPECHI, M. C. M.; VANNUCCHI, A. I.; CASTRO, R. S.; PIETROCOLA, M.; VIANNA, D. M.; ARAUJO, R. S.; CARVALHO, A. M. P. (Org). **Ensino de Ciências: unindo a pesquisa e a prática**. São Paulo: Editora Cengage Learning, 2015, p. 19-33.

BARBOSA, V. A. **O ensino de biologia na Educação de Jovens e Adultos: a concepção dos alunos sobre atividades investigativas e a percepção destes alunos a respeito das contribuições das atividades investigativas na aprendizagem da mitose e da meiose**. 2015. 142f. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Ciências do Instituto de Ciências Exatas e Biológicas) – Universidade Federal de Ouro Preto (UFOP), Ouro Preto, 2015.

BARROW, L. H. A Brief History of Inquiry: From Dewey to Standards. **Journal of Science Teacher Education**, v. 17, n. 3, p. 265-278, 2006.

BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Fundamental. **Proposta Curricular para a educação de jovens e adultos: primeiro segmento do ensino fundamental: 1ª a 4ª série**. Secretaria de Educação Fundamental, 2001. Disponível em: <<http://portal.mec.gov.br/secad/arquivos/pdf/eja/propostacurricular/primeirosegmento/propostacurricular.pdf>> Acesso em: 4 nov. 2016.

_____. **Proposta Curricular para a educação de jovens e adultos: segundo segmento do ensino fundamental: 5ª a 8ª série: introdução**, v. 1. Secretaria de Educação Fundamental, 2002. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/secad/arquivos/pdf/eja_livro_01.pdf> Acesso em: 4 nov. 2016.

CARVALHO, A. M. P. **Ensino de Ciências por Investigação: condições para implementação em sala de aula**. São Paulo: Editora Cengage Learning, 2013. cap. 5, p.1-2.

CAVAGLIER, M. C. S. **Plantas medicinais na Educação de Jovens e Adultos: uma proposta**

SEQUÊNCIA DE ENSINO INVESTIGATIVA SOBRE ANTIBIÓTICOS...

interdisciplinar para Biologia e Química, 2011. 92f. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Ciências) – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio de Janeiro (UFRJ), Rio de Janeiro, 2011.

CHASSOT, A. Alfabetização científica: uma possibilidade para a inclusão social. **Revista Brasileira de Educação**, n. 22, p. 89-100, 2003.

CLEMENT, L.; CUSTÓDIO, J. F.; FILHO, J. P. A. Potencialidades do ensino por investigação para promoção da motivação autônoma na educação científica. **Revista de Educação em Ciências e Tecnologia**, v. 8, n. 1, p. 101-129, 2015.

COELHO, G. R.; SOUZA, D. R. J. Ensino por investigação: problematizando as aprendizagens em uma atividade sobre condutividade elétrica. In: IX ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 2013, Águas de Lindóia. **Anais eletrônicos...** São Paulo, Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2013. Disponível em: <<http://www.nutes.ufrj.br/abrapec/ixenpec/atas/resumos/R0600-1.pdf>> Acesso em: 15 jan. 2018.

DIAS, L. P.; PEREHOUSKEI, N. A. A educação de Jovens e Adultos no Brasil: história e contradições. **Revista Unifamma**, v. 11, n. 1, p. 29-46, 2012.

FERREIRA, M. B. J.; SOUZA, P. H. Uma aula sobre reflexão da luz por investigação na EJA. **Revista Polyphonia**, v. 26, n. 1, p. 152-166, 2015.

FIREMAN, E. C. Buscando o significado para o ensino de ciências naturais na educação de jovens e adultos. In: FREITAS, M. L.; COSTA, A. M. B. (Org.). **Proposta de Formação de Alfabetizadores em EJA: referenciais teórico-metodológicos**. Maceió: MEC e UFAL, 2007, p.133-153.

FREIRE, P. **Pedagogia da autonomia: saberes necessários à prática educativa**. 43 ed. São Paulo: Paz e Terra, 2011.

GIL, A. C. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. 5 ed. São Paulo: Atlas, 1999.

INSTITUTO NACIONAL DE ESTUDOS E PESQUISAS EDUCACIONAIS ANÍSIO TEIXEIRA. **Institucional**. 2015. Disponível em: <<http://portal.inep.gov.br/web/guest/pisa>> Acesso em: 15 ago. 2018.

LACERDA, G. Alfabetização científica e formação profissional. **Revista Educação & Sociedade**, ano XVIII, n. 60, p. 91-108, 1997.

LORENZETTI, L. **Alfabetização científica no contexto das séries iniciais**. 2000. 144f. Dissertação (Mestrado em Educação do Centro de Ciências da Educação) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2000.

MELLO, L. D. COSTALLAT, G. Práticas de processamento de alimentos: alternativas para o ensino de Química em escola do campo. **Revista Química Nova na Escola**, v. 33, n. 4, p. 223-229, 2011.

MORAES, V. C. S.; SANTOS, A. B. Implicações do uso de atividades experimentais no ensino de Biologia na escola pública. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 21, n. 1, p. 166-181, 2016.

MORAIS, F. A. O ensino de Ciências e Biologia nas turmas de EJA: experiências no município de Sorriso – MT. **Revista Iberoamericana de Educación**, v. 48, n. 6, p. 1-6. 2009.

SEQUÊNCIA DE ENSINO INVESTIGATIVA SOBRE ANTIBIÓTICOS...

MOREIRA, M. A. **A teoria da aprendizagem significativa e sua implementação em sala de aula**. Brasília: Editora Universidade de Brasília, 2006, p. 1-186.

MOURA, H, D. **EJA. Formação Técnica Integrada ao Ensino Médio**: boletim. Brasília, MEC. p. 3-23, 16 set. 2006. Disponível em: <https://bit.ly/2Bc5Wjn>. Acesso em: 16 nov. 2018.

MUNDORF, D.; LIMA, M. E. C. C. Ensinar ciências por investigação: em que estamos de acordo? **Revista Ensaio**, v. 9, n. 1. p. 89-111, 2007.

OCDE – PISA 2015 – Matriz de avaliação de Ciências. Tradução do documento: **PISA 2015 Draft Science Framework**, 2013. Traduzido por Lenice Medeiros – Daeb/Inep. Disponível em: <http://download.inep.gov.br/acoes_internacionais/pisa/marcos_referenciais/2015/matriz_de_ciencias_PISA_2015.pdf>. Acesso em: 20 dez. 2017.

PÉREZ, D. G. Tres paradigmas basicos en la enseñanza de las ciencias. **Enseñanza de las Ciencias**. p.26-33, 1983.

PÉREZ, D. G.; VILCHES, A. P. Una Alfabetización Científica para el siglo XXI: obstáculos y propuestas de actuación. **Investigación en la Escuela**. v. 43, p. 27-37, 2001.

PONCIANO, R. R.; LUZ, L. C. S.; SANTOS, A. C. O. Ensino de sociologia na educação de Jovens e Adultos: a aprendizagem pela experiência. **Básica Educação Revista**, v. 2, n. 2, p. 1-18, 2016.

SÁ, E. F. **Discursos de professores sobre ensino de Ciências por Investigação**. 2009. 203f. Tese (Doutorado em Educação do Programa de Pós-Graduação em Educação) – Universidade Federal de Minas Gerais, Programa de Pós-Graduação em Educação, Belo Horizonte, 2009.

SALES, A. B. **Alfabetização científica na educação de jovens e adultos (EJA) em uma escola pública de Aracaju, SE**: o ensino da genética. 2013. 146f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências Naturais e Matemática) – Universidade Federal de Sergipe, São Cristóvão, 2013.

SANTOS, W. L. P.; MORTIMER, E. F. Abordagem de aspectos sociocientíficos em aulas de ciências: possibilidades e limitações. **Investigações em Ensino de Ciências**. v. 14, n. 2, p. 191-219, 2009.

SASSERON, L, H. Interações discursivas e investigação em sala de aula: o papel do professor. In: OLIVEIRA, C. M. A.; SCARPA, D. L.; SASSERON, L. H.; SEDANO, L.; SILVA. M. B.; CAPECCHI, M, C, V, M.; BRICCIA, V.; CARVALHO, A. M. P. (Org). **Ensino de Ciências por Investigação**: condições para implementação em sala de aula. São Paulo: Editora Cengage Learning, 2013, p. 41-61.

_____. Alfabetização científica, ensino por investigação e argumentação: relações entre ciências da natureza e escola. **Revista Ensaio**, v. 17. n. Especial, p. 49-67, 2015.

SCARPA, D. L. Alfabetização científica e argumentação. In:_____. **Ecologia na restinga**: uma sequência didática argumentativa. São Paulo: Edição dos autores, 2014. p. 18-21.

SCARPA, D. L.; SASSERON, L. H.; SILVA. M. B. O Ensino por Investigação e a argumentação em aulas de Ciências Naturais. **Tópicos Educacionais**, v. 23, n. 1, p. 7-27, 2017.

TEITELBAUM, K.; APPLE, M. John Dewey. **Currículo sem Fronteiras**, v. 1, n. 2, p. 194-201, 2001.

TONIDANDEL, S. M. R. **Superando obstáculos no ensino e na aprendizagem da evolução**

SEQUÊNCIA DE ENSINO INVESTIGATIVA SOBRE ANTIBIÓTICOS...

biológica: o desenvolvimento da argumentação dos alunos no uso de dados como evidências da seleção natural numa sequência didática baseada em investigação. 2013. 342f. Tese (Doutorado em Educação) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 2013.

TRIVELATO, S. F.; TONIDANDEL, S. M. R. Ensino por investigação: eixos organizadores para sequências de ensino de biologia. **Revista Ensaio**, v. 17, n. especial, p. 97-114, 2015.

TRÓPIA, G. **Relações dos alunos com o aprender no ensino de Biologia por atividades investigativas**. 2009. 202f. Dissertação (Mestrado em Educação Científica e Tecnológica) – Universidade Federal de Santa Catarina, Programa de Pós-Graduação em Educação Científica e Tecnológica, Florianópolis, 2009.

UNESCO. Ensino de Ciências: o futuro em risco. **Série Debates**, v. 6, p. 1-5, 2005.

VINTURI, E. F.; MELO, S. S.; ABRAHAO, A. L.; VITORINO, D. A.; VECCHI, R. O.; PETAGNA, M.; VIEIRA, P.; SCARPA, D. L.; GUILARDI-LOPES, N. P. Ensino por meio da investigação científica: sequência didática "a caixa de pandora" aplicada por alunos do PIBID-Biologia da UFABC na E.E. Amaral Wagner (Santo André-SP). **Revista da SBEnBIO**, v. 5, p. 1-8, 2012.

VIVAS, A. S.; TEIXEIRA, R. R. P. A alfabetização científica no ensino de física para a educação de jovens e adultos: uma experiência com o chuveiro elétrico. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE FÍSICA, 18, 2009, Vitória. **Anais eletrônicos**... Disponível em: < <https://bit.ly/2A09H9F> >. Acesso em: 15 ago. 2018.

WAISELFISZ, J. J. **O ensino das Ciências no Brasil e o Pisa**. São Paulo: Sangari do Brasil, 2009.

ZÔMPERO, A. F.; LABURÚ, C. E. Atividades investigativas no ensino de ciências: aspectos históricos e diferentes abordagens. **Revista Ensaio**, v. 13, n. 3, p. 67-80, 2011.

_____. Implementação de atividades investigativas na disciplina de ciências em escola pública: uma experiência didática. **Revista Investigações em Ensino de Ciências**, v. 17, n. 3, p. 675-684, 2012.