

Trilha metodológica Maker–science: proposição de uma metodologia para o Ensino de Ciências

Methodological way Maker-Science: a proposition of Science Education methodology

Camino metodológico Maker-Science: una propuesta de metodología de la Enseñanza de las Ciencias

Carlos Mometti (carlosmometti@usp.br)
Universidade de São Paulo, USP, Brasil.

Resumo:

A Alfabetização Científica e Tecnológica (ACT) é uma das metas necessárias e urgentes para o desenvolvimento do cidadão pertencente à humanidade digital. Nesse sentido, este artigo possui por escopo discutir uma trilha metodológica para o Ensino de Ciências na educação básica, nomeada por *Maker-science*. Tal concepção foi elaborada mediante a ressignificação da abordagem francesa de Ilha Interdisciplinar de Racionalidade (IIR), bem como as concepções de ACT. Já no que tange aos aportes teóricos que embasam este trabalho, destacam-se os pressupostos para a definição de uma metodologia de ensino segundo a didática francesa da segunda metade do século XX, ressignificada para o docente contemporâneo atuante na humanidade digital, bem como as concepções da transposição didática (TD). Essa proposta de metodologia de ensino foi inicialmente pensada para ser aplicada aos níveis que compõem a educação básica. Assim, após um período de investigação de dois anos, por meio da implementação desta trilha em uma instituição piloto de estudo, pudemos concluir que a proposta metodológica contribuiu para a promoção da ACT dos alunos, bem como para o entendimento das formas de comunicação científica e a construção do pensamento sistemático. Além disso, a *Maker-science* apresentou-se como promissora para o desenvolvimento de uma proposta metodológica inovadora.

Palavras-chave: Ensino de Ciências; Metodologia de Ensino; Alfabetização Científica.

Abstract:

Scientific and Technological Literacy (STL) is one of the necessary and urgent goals for the development of the citizen belonging to digital humanity. In this sense, this article aims to discuss a methodological path for Science Teaching in Basic Education named by *Maker-science*. This conception was elaborated through the resignification of the French approach of IIR - Interdisciplinary Island of Rationality (IIR), as well as the conceptions of ACT. Regarding the theoretical contributions that support this work, the assumptions for the definition of a teaching methodology according to the French didactics of the second half of the 20th century, resignified for the contemporary teacher working in the digital humanities, as well as the conceptions of didactic transposition (DT). This teaching methodology proposal was initially thought to be applied to the

Recebido em: 12/04/2022

Aceito em: 02/12/2022

levels that make up basic education. Thus, after a period of investigation of two years through the implementation of this trial in a pilot institution, we were able to conclude that the methodological proposal contributed to the promotion of the STL of the students, as well as the understanding of the forms of scientific communication and the construction of the systematic thinking. In addition, Maker-science presented itself as promising for the development of an innovative methodological proposal.

Keywords: Science Education; Teaching Methodology; Scientific Literacy.

Resumen:

La Alfabetización Científica y Tecnológica (ACT) es una de las metas necesarias y urgentes para el desarrollo del ciudadano perteneciente a la humanidad digital. En ese sentido, este artículo tiene como objetivo discutir un camino metodológico para la Enseñanza de las Ciencias en la Educación Básica denominado por Maker-science. Esta concepción fue elaborada a través de la resignificación del enfoque francés de IIR - Isla Interdisciplinar de Racionalidad (IIR), así como de los conceptos de ACT. En cuanto a los aportes teóricos que sustentan este trabajo, los presupuestos para la definición de una metodología de enseñanza según la didáctica francesa de la segunda mitad del siglo XX, resignificados para el docente contemporáneo que trabaja en la humanidad digital, así como las concepciones de la transposición didáctica (TD). Esta propuesta metodológica de enseñanza fue inicialmente pensada para ser aplicada a los niveles que componen la educación básica. Así, luego de un período de investigación de dos años a través de la implementación de este sendero en una institución piloto de estudio, pudimos concluir que la propuesta metodológica contribuyó a la promoción del ACT de los estudiantes, así como a la comprensión de las formas de comunicación científica y la construcción del pensamiento sistemático. Además, Maker-science se presentó como prometedora para el desarrollo de una propuesta metodológica innovadora.

Palabras-clave: Enseñanza de las Ciencias; Metodología de la Enseñanza; Alfabetización Científica.

ASPECTOS INICIAIS

Ensinar Ciências atualmente tornou-se uma ação não mais restrita às salas de aula ou aos laboratórios escolares. Podemos encontrar nas redes digitais - aqui englobando todos os recursos digitais disponíveis e acessíveis à sociedade - diversos objetos de aprendizagem que tratam de temas científicos de modo diversificado e, principalmente, *atrativo* para os mais jovens.

Nesse sentido, buscamos diferentes formas para trabalhar os conteúdos científicos na escola faz-se importante – e necessário! – na contemporaneidade, como nos aponta Osório, Stoll e Martins (2019) e Moura, Souza e Sá Carneiro (2019). A

Recebido em: 12/04/2022

Aceito em: 02/12/2022

pergunta que aqui nos interessa é: por quê? Por que devemos repensar nossas práticas de ensino no que se refere ao Ensino de Ciências?

Obviamente não teríamos uma única resposta para este questionamento; todavia teríamos, num primeiro momento, a afirmação de uma necessidade, que o mundo pós-Covid evidenciou e nos impôs: o estabelecimento de novas formas para se trabalhar os conhecimentos científicos de modo que a *crença* nos mesmos permaneça. Assim, ao mesmo tempo que podemos encontrar diversos conteúdos que atraem as pessoas para a Ciência, nas redes, podemos encontrar aqueles que a exortam, a massacram e a tornam objeto de riso, quando não de desconfiança e descrença.

Dessa forma, o papel do ensino é fundamental para o desafio supracitado, uma vez que é por meio dele que grande parte das concepções científicas é construída e passada do saber sábio, original em sua essência, para um saber compreendido por todos aqueles não cientistas (CHEVALLARD, 1991).

O que temos encontrado a esse respeito é uma preocupação cada vez maior no que se refere aos aspectos sociais decorridos dos avanços científicos e da inserção propulsora da tecnologia na vida das pessoas, em detrimento dos conhecimentos propriamente científicos que as possibilitaria entender, por exemplo, por que devem consumir tanto a tecnologia.

Com isso, não queremos determinar uma postura conservadora acerca do ensino das Ciências, mas apenas colocar no rol dos questionamentos do nosso campo de estudo que é chegado o momento de pensarmos, também, que ensinar os conceitos científicos a fim de que os indivíduos construam um entendimento acerca de seu uso e, principalmente seu consumo, faz-se também importante.

Assumindo a necessidade de repensar as formas por meio das quais as Ciências são ensinadas na Educação Básica, propusemos, há dois anos, um projeto de pesquisa que buscava, dentre seus objetivos principais, investigar como os professores das disciplinas científicas compreendiam os próprios conceitos que ensinavam, e quais os *modus operandi* que utilizavam para ensiná-los.

Assim, durante o desenvolvimento da citada pesquisa, fomos levados à seguinte reflexão: como poderíamos ensinar os conceitos científicos de modo que utilizássemos a

Recebido em: 12/04/2022

Aceito em: 02/12/2022

própria linguagem científica, juntamente com a construção de um entendimento de como a ciência, em suas especificidades, é construída?

Com uma das respostas chegamos àquele que é o objetivo deste trabalho: uma trilha metodológica para ensinar Ciências considerando os aspectos inerentes da Alfabetização Científica e Tecnológica (ACT), da transposição didática (TD), bem como dos pressupostos essenciais à psicologia da aprendizagem (*experiencing*) dos sujeitos educandos. Assim, reunimos todos estes estudos e construímos, de modo epistemologicamente sistematizado, a trilha metodológica aqui nomeada por *Maker-science*.

APORTES TEÓRICO-METODOLÓGICOS DA TRILHA

Diante dos pressupostos citados no item anterior, deve-se destacar que a trilha metodológica aqui exposta foi desenvolvida a partir da realização de dois procedimentos iniciais, a saber: (i) estudo sistemático dos referenciais selecionados acerca dos aspectos epistêmico-culturais do “ensinar como método”, dado por Astolfi e Develay (2012), Chevallard (1991) e Alves Filho (2000), (ii) realização de um estudo piloto em uma instituição de educação básica, caracterizando-se esta como um grupo focal necessário para a análise metodológica – e pedagógica - da trilha.

Nesse sentido, no que tange ao primeiro procedimento cabe destacar que a seleção dos aspectos teóricos foi realizada mediante sua vinculação a estudos de base na área, os quais se cristalizaram nos últimos anos como ponto inicial. Com isso queremos dizer que tais estudos auxiliaram no processo de coleta da ideia oriunda do referente com quem se dialoga um estudo, na transformação do pensamento compreendido em um processo dialético com a cultura do interlocutor e, finalmente, na materialização de um pensamento decorrente do original proposto pelo referencial, processo esse necessário na dinâmica e evolução epistemológica, conforme nos indica a interpretação dada por Dutra (2010).

Isso significa que antes de falarmos da metodologia de ensino propriamente – ou trilha metodológica, termo que preferimos adotar neste trabalho - precisamos, inicialmente, estabelecer as bases epistemológicas sobre as quais o “passo a passo”, “o

Recebido em: 12/04/2022

Aceito em: 02/12/2022

fluxo de procedimentos” ou, de modo mais genérico, “o como fazer” são construídos e orientados para o professor.

Desta maneira, conforme citado no item anterior, a trilha metodológica intitulada *Maker-science* diferencia-se das demais metodologias nomeadas como *Maker*, conforme indica a revisão realizada por Papavlasopoulou, Giannakos e Jaccheri (2016), por apresentar-se com aportes teórico-metodológicos estruturalmente definidos, apesar de convergirem para estudos recorrentemente discutidos e utilizados na área da chamada STEM (Science, Technology, Engineering and Math).

Desse modo, ao divulgarmos e compartilharmos trilhas metodológicas como essa, abrimos mais uma possibilidade para a formação dos professores que irão trabalhar com o Ensino de Ciências, bem como para a atualização e inovação da produção de recursos didáticos auxiliares – como livros, objetos de aprendizagem etc. Ademais, faz-se importante ressaltar que tanto a metodologia proposta quanto os recursos didáticos que a auxiliam devem seguir um mesmo objetivo pedagógico e, assim, conferir unidade ao processo de ensino - aprendizagem.

Todavia, não podemos reduzir aprendizagem a um conjunto de estruturas neuronais, uma vez que o termo experiência é também citado. Dessa forma, sobre este último assumimos o que nos indica Dewey (2011, p.40), tratando de que “a experiência não se processa simplesmente no interior da pessoa. Toda experiência genuína tem um lado ativo que, de algum modo, muda as condições objetivas em que se passam as experiências”.

Nesse sentido, não basta oferecer ao sujeito educando uma caixa com “objetos”, aparentemente desconexos em seu interior, e lhe solicitar que “construa” qualquer coisa com “aquilo”, dizendo que é “Maker” porque partiu do *myself* entendido apenas como a ação de produzir algo. Do ponto de vista pedagógico, “aquilo” precisa ter nome, ou seja, uma *intencionalidade*, por parte do professor e, sua função na aprendizagem.

Assim sendo, faz-se necessário estabelecer quais serão “as condições objetivas” nas quais a referida caixa contribuirá para que a aprendizagem se torne efetiva. Quando se trata dessas condições objetivas, citadas por Dewey (2011), invocamos, sem sombras de dúvida, os constructos da metodologia a ser utilizada no processo de ensino-

Recebido em: 12/04/2022

Aceito em: 02/12/2022

aprendizagem, ou seja, o que queremos, como iremos fazer e o que esperamos (ASTOLFI; DEVELAY, 2012).

Já no que se refere ao segundo procedimento para o desenvolvimento do objeto em pauta, este foi realizado em uma instituição de ensino de educação básica no município de São Paulo, Brasil, durante o período de três anos (2019 e 2021). Os dados referentes à instituição citada não serão objeto desta proposta, mas atuaram sobremaneira no desenvolvimento da trilha metodológica aqui exposta e discutida.

Outrossim, no que se refere à utilização do nome trilha, optamos por utilizá-lo num sentido de construção e descoberta, ao contrário da conotação de imposição e referenciamento a um processo que, muitas vezes, não foi sequer testado em um ambiente escolar como, por exemplo, aqueles indicados pelo nome manual ou metodologia indicada.

Além disso, durante algumas das formações docentes realizadas ao longo dos últimos cinco anos, temos percebido que muitos professores se sentem incomodados com sugestões que não refletem sua realidade escolar. Quando não, tratam o trabalho docente até então realizado como precário, amador e sem sistematização, como indica o trabalho de Ferreira (2020) acerca de como os professores polivalentes compreendem a ideia de conceito nos Anos Iniciais do Ensino Fundamental.

A esse respeito, contudo, destacamos o que Chervel (1998) aborda acerca da cultura escolar estabelecida e de como isso influencia a prática pedagógica docente. Assim, justificamos a utilização da palavra trilha num sentido de construção e descoberta, conforme citado, na medida em que ao apresentarmos, ponto a ponto, o que foi obtido e construído para o professor, este terá maior confiança e segurança na possibilidade de implementar algo inovador e diverso para si próprio no que tange à sua experiência de ensino.

A trilha metodológica Maker-science está construída sobre quatro dimensões, aqui caracterizadas por: (i) epistemológica, (ii) pedagógica-operacional, (iii) didática e, finalmente, (iv) psicológica. Assim, a dimensão epistemológica possui como enquadramento teórico a teoria da IIR (Ilhas Interdisciplinares de Racionalidade) propostas por Fourez (1994), principalmente considerando os aportes da Alfabetização Científica e Tecnológica (ACT).

Recebido em: 12/04/2022

Aceito em: 02/12/2022

Segundo a perspectiva de Fourez (1994), as Ilhas Interdisciplinares de Racionalidade (IIR) integram-se em seu conjunto por uma abordagem para o ensino por meio de projetos, visando obter uma representação teórica apropriada em torno de uma *questão-problema* específica. Basicamente, a proposição das IIR segue os parâmetros lançados por Fourez (1994) acerca da ACT, conforme citado.

Além do mais, a proposição de uma ilha interdisciplinar, ainda segundo o autor citado, traz um modelo que busca em sua gênese a promoção da interdisciplinaridade, uma vez que evoca a utilização de diversas disciplinas de modo a se construir uma representação/entendimento/compreensão acerca de um problema considerado.

Ademais, os termos Ilha Interdisciplinar de Racionalidade referem-se, segundo Fourez (1994), a um dado conhecimento que está se construindo – alusão para o uso das palavras racionalidade e interdisciplinar – e que são específicos para a compreensão/resolução de um problema – alusão empregada para ilha. Para aplicá-la devem ser seguidas etapas, as quais convergem para a pesquisa, compartilhamento e busca de respostas que não estão prontas – coração da trilha metodológica *Maker-science*.

Cabe destacar que a dimensão epistemológica foi elaborada sobre um aprimoramento teórico da perspectiva de IIR, a qual já existia. Então, o que a trilha *Maker-science* propõe é uma metodologia de Ensino de Ciências que se utiliza da pesquisa e da construção de soluções para problemas previamente estabelecidos, visando como fim último à preparação dos sujeitos na tomada de decisões e assunção dos riscos que a vida na humanidade digital oferece.

Não obstante, a dimensão pedagógica-operacional guarda em sua elaboração todos os aspectos necessários para o desenvolvimento do processo de ensino pelo docente. Assim, são considerados nessa dimensão: os recursos didáticos auxiliares que serão utilizados (livros didáticos, paradidáticos, internet, computadores, entre outros), recursos físico-estruturais (disposição da sala de aula, tamanho da sala de aula e número de carteiras) e logística didática (formação de grupos de alunos, quantidade de alunos por grupo, tempo de aula etc.).

Outrossim, a dimensão didática para a trilha metodológica aqui sugerida está construída sobre os aportes da chamada Transposição Didática (CHEVALLARD, 1991;

Recebido em: 12/04/2022

Aceito em: 02/12/2022

ALVES FILHO, 2000). De acordo com esta teoria, o conhecimento produzido pela humanidade, *sui generis*, possui diferentes estatutos – formas – sob as quais se apresenta e circula na sociedade. Deste modo, Chevallard (1991) assume como conhecimento – ou em sua forma original *savoir* (saber) – qualquer objeto sujeito à transformação mediante os processos inerentes à produção da ciência.

Assim, classifica-o em três estágios: (i) saber sábio, (ii) saber a ensinar e (iii) saber ensinado. O primeiro caracteriza-se segundo Alves Filho (2000, p.176) como “o produto do trabalho do cientista ou intelectual relativo a uma forma de entendimento sobre a realidade”. O segundo, por sua vez, configura-se como aquele saber que deve ser transformado, depurado, para que seja compreendido por outros campos da esfera social. E, finalmente, o terceiro é o saber que foi aprendido, incorporado pela sociedade e que não faz mais parte da mesa de discussão dos cientistas.

Para cada um dos saberes supracitados, de acordo com Chevallard (1991) há a existência de um grupo social específico, uma espécie de esferas sociais, que concentram os indivíduos de acordo com a forma de conhecimento que irão depurar. Assim, o saber sábio está relacionado à esfera dos cientistas, intelectuais e filósofos. O saber a ensinar é específico dos professores e educadores. Já o saber ensinado é aquele relativo aos demais indivíduos da sociedade como um todo. Todas essas três esferas estão incluídas numa única, a qual Chevallard (1991) define por noosfera.

O conhecimento, pois, que circula na noosfera deve ser transformado em dois momentos específicos, isto é, para que o conhecimento gerado como produto da pesquisa chegue aos alunos de uma escola deve-se executar uma transformação do que os artigos científicos e *actas* de eventos veiculam para uma linguagem presente nos livros-textos e manuais e, destes últimos, para uma forma contextualizada de compreensão e que seja acessível a qualquer indivíduo. Esse processo de transformar os saberes, de uma forma em outra, é justamente o que Chevallard (1991) define por transposição didática. Destarte, a diferença entre o que é produzido e o que é ensinado caracteriza-se pelo processo de transpor, de um ponto a outro, o conhecimento.

Todavia, na transposição de uma forma de saber, em outra, pode haver algumas incoerências ou, de certo modo, algumas incompreensões, já que a linguagem utilizada entre os cientistas é completamente diversa daquela utilizada pelo professor e o aluno

Recebido em: 12/04/2022

Aceito em: 02/12/2022

durante uma aula de Física, por exemplo. Desse modo, esta “diferença entre processo e produto [saber sábio, grifo nosso] assinala a descontextualização, a despersonalização e a reformulação que ocorre com o saber já na esfera do saber sábio” (ALVES FILHO, 2000, p.177).

Para tanto, um dos grandes problemas do Ensino de Ciências é justamente a existência de uma divergência entre o conhecimento científico puro e aquele levado até os alunos, como bem argumenta Alves Filho (2000) há mais de duas décadas. De fato, por um longo período, basicamente a partir da década de 1970’, no Brasil, conforme aponta Krasilchik (1987), o currículo de Ciências passou a assumir a metodologia experimental, por meio do uso de laboratórios didáticos em suas diferentes formas. Mas, o que ocorreu é que tais laboratórios foram – e alguns ainda são! – utilizados com a finalidade meramente ilustrativa, colocando o professor como ativo, no processo, e o aluno como um mero expectador.

Não obstante, à guisa interpretativa de Chevallard (1991), o problema da divergência entre o uso do laboratório de ciências e a aprendizagem dos conceitos científicos ocorre devido à descontextualização e a uma falha na transposição.

Assim, a dimensão didática que fundamenta a trilha metodológica *Maker-science* considera os pressupostos da transposição didática, priorizando o modo como o saber sábio será transformado e compreendido durante seu desenvolvimento, tanto pelo professor quanto pelo aluno.

Finalmente, a dimensão psicológica considera os aspectos ontológicos que influenciam sobremaneira a aprendizagem do aluno, tais como sua interação com os símbolos produzidos pela cultura na humanidade digital. Assim, diante das considerações adotadas a partir da Antropologia Cultural, basicamente dos pressupostos de Mead (1986), os indivíduos de um agrupamento social interagem entre si e com o mundo exterior, no qual estão inseridos, mediante a produção, reprodução e transformação de símbolos. É por meio do símbolo que atribuímos significado às coisas e ao mundo em que vivemos.

Nesse sentido, cotejamos com o discutido por Puente (1978) acerca da relação entre os indivíduos e sua interação simbólica, o que se caracteriza por meio da experiência vivida, também conhecida pelo termo *experiencing*. Assim, segundo Puente

Recebido em: 12/04/2022

Aceito em: 02/12/2022

(1978, p.28) “[...] experiência (experiencing) é pré-lógica e tem importantes funções no pensamento, na percepção e no comportamento. Entre o experiencing e os símbolos existe uma relação funcional. Os sentimentos (experiências) sem os símbolos são cegos; os símbolos sem os sentimentos são vazios”.

Assim, há que se destacar como dimensão basilar psicológica da trilha proposta os aspectos inerentes à experiência, bem como os comportamentos dela participantes e - por que não? - resultantes, conforme nos destaca Siegler (1996).

Citamos a palavra comportamentos no sentido de que os conteúdos ensinados no processo ensino-aprendizagem, os quais reverberam-se nos comportamentos do sujeito aprendente. Tal fato é evidenciado pelos autores por meio da nomenclatura conteúdos atitudinais. Além disso, devemos lembrar que é por meio da manifestação dos comportamentos que a humanidade manifesta e materializa sua cultura, ou seja, suas crenças, valores e tradições, que foram por ela incorporadas e serão por ela transformadas.

DISCUSSÃO PEDAGÓGICA DA TRILHA

Diante do exposto até o momento, depreende-se que a trilha metodológica *Maker-science* possui, de modo sucinto, o objetivo último de implementar uma abordagem metodológica para o Ensino de Ciências, inicialmente pensada para a Educação Básica. Nesse sentido, como se daria sua aplicação durante as aulas de Ciências? Para qual – ou quais – disciplina específica da área científica esta trilha é mais bem desenvolvida? Quais seriam os passos para sua implementação?

Assim sendo, a primeira fase caracteriza-se pelo estabelecimento do tema que será trabalhado ao longo do projeto. Após a definição do tema, o professor estabelece quais (ou qual) conceitos científicos almeja trabalhar durante a realização do projeto. Nesta metodologia, chamamos estes conceitos específicos, relativos ao tema geral, de micromundo.

A primeira fase, que deverá ser pensada durante o planejamento docente – bimestral e/ou anual, a depender de como o professor queira aplicar esta abordagem em sua prática pedagógica – é constituída por cinco etapas, as quais são:

Recebido em: 12/04/2022

Aceito em: 02/12/2022

Etapa 1. Definição do tema/conteúdo a ser trabalhado;

Etapa 2. Definição do micromundo;

Etapa 3. Realização, com os alunos, de uma “tempestade de ideias” (*brainstorm*) acerca do micromundo proposto;

Etapa 4. Filtro das ideias (factibilidade mediante avaliação conjunta de aluno e professor);

Etapa 5. Escolha, pelo aluno, do objeto a ser desenvolvido – ou problema a ser resolvido – no seu projeto.

Dessa forma, a primeira fase, assim como a segunda, é totalmente direcionada para o aluno, de modo que o mesmo terá possibilidade de avaliar os prós e os contras de uma determinada situação (tema/problema) e decidir, juntamente com seu coletivo, quais caminhos deverá seguir. Não podemos deixar de atentar em que a realização da “tempestade de ideias” é um momento muito importante para esta trilha metodológica, pois diante da recolha de tudo que se sabe, que se pensou e se ouviu falar o aluno terá seu *desejo científico* mobilizado e, ao final do processo, poderá compreender que “a produção científica é uma construção humana e, portanto, dinâmica e passível de equívocos e erros” (ALVES FILHO, 2000, p.178).

Na segunda fase do desenvolvimento desta trilha, o professor assume o papel de guia na busca por soluções e respostas ao objeto perseguido pelos alunos. Esta fase está organizada em duas etapas, as quais são:

Etapa 1. O professor (guia do processo) organiza os grupos e define os *papeis sociais* de cada integrante;

Etapa 2. O padrão do projeto a ser escrito, apresentado e compartilhado é apresentado a cada um dos grupos;

Assim, a organização da turma (dimensão pedagógico-operacional) em pequenos grupos, onde cada um dos seus integrantes seguirá um papel social específico, tem por objetivo desenvolvermos o trabalho coletivo e os pressupostos sugeridos por Fourez (1994) acerca da ACT. Desse modo, os papeis sociais são: (i) analista dos riscos, (ii) analista das possibilidades, (iii) analista do processo e (iv) analista de conteúdo. Cada

Recebido em: 12/04/2022

Aceito em: 02/12/2022

um destes papéis é passível de adaptação pelo professor e pode sofrer alterações, respeitando as necessidades inerentes de cada turma.

O analista dos riscos é o papel destinado para o aluno que terá por função avaliar e assumir riscos durante a realização do projeto. Pois, no mundo contemporâneo não temos mais por objetivo decidir entre duas vias possíveis, mas sim escolhermos qual via terá o menor impacto possível em nossas vidas e, principalmente, na vida coletiva. O objetivo pedagógico deste papel é o de trabalhar no sujeito (dimensão psicológica) a *experiencing* e, assim, aproximá-lo cada vez mais da realidade à qual pertence.

No que se refere ao analista das possibilidades, este estará lado a lado com o analista de riscos, uma vez que, ao contrário deste último, terá por função apontar quais são as melhores possibilidades para se trabalhar e quais serão os recursos disponíveis para tal. Já o analista do processo é aquele que terá por papel a gestão do tempo, dos recursos, das fontes, e o de reajustar, se necessário, o caminho a ser seguido. A ele caberá a posição de um líder coletivo, uma vez que na sociedade contemporânea todas as decisões devem ser orientadas de modo a dirimir os possíveis impactos sociais, econômicos e ambientais sobre todo o grupo.

Finalmente, o analista de conteúdo terá por responsabilidade coletar toda a informação necessária para o projeto, de modo a compartilhá-la com todo o seu grupo e, assim, assumir as responsabilidades e decisões inerentes ao processo.

No que tange ao padrão de projeto, caberá ao professor estabelecer quais os itens necessários e fundamentais para o projeto ser apresentado, como também a estrutura a ser seguida. Cabe destacar, ademais, que este item é de fundamental importância, na medida em que insere os alunos no universo científico, por meio da esquemática normativa da escrita, além de possibilitar melhor transposição didática entre o saber a ensinar e o saber ensinado, conforme discutido por Chevallard (1991).

A terceira fase desta trilha caracteriza-se pelo desenvolvimento, propriamente, do projeto a ser executado. Para isso, o documento já escrito conforme o padrão determinado pelo professor será compartilhado entre os pares, ou seja, todos os alunos da turma. O grupo irá apresentar sua proposta, expondo suas principais escolhas e quais riscos assumirá para desenvolvê-la. Assim, esta fase é constituída por outras duas etapas, a saber:

Recebido em: 12/04/2022

Aceito em: 02/12/2022

Etapa 1. O grupo inicia sua pesquisa para a construção do projeto, seguida da apresentação do mesmo para validação de toda a equipe;

Etapa 2. O projeto construído e validado é executado;

A etapa de apresentação dos projetos faz-se fundamental na medida em que todo conhecimento a ser gerado – saber sábio –, quando compartilhado em seus detalhes, garante melhor compreensão por parte do coletivo. Desta forma, os integrantes de cada grupo terão a oportunidade de validarem seus estudos e garantirem maior segurança e autoconfiança (dimensão psicológica) na realização do processo.

Já a quarta e última fase é constituída de uma única etapa: a exposição do produto e o início da avaliação do processo, com os riscos que foram assumidos e as escolhas realizadas, bem como as possibilidades e os desdobramentos que resultaram do projeto desenvolvido.

O tempo sugerido para a implementação desta trilha varia de acordo com o planejamento pedagógico do professor, da escola, e da disponibilidade para seu desenvolvimento. Contudo, pode o analista de processo estabelecer um prazo limite para o desenvolvimento de cada uma das fases e etapas, de modo a que seja possibilitada a manifestação da autonomia, bem como a da gestão do tempo, a ser observada pelo docente durante a realização das atividades.

O que não deve ser deixado de lado é que o fim último para o qual esta metodologia foi pensada é justamente a aprendizagem das Ciências, sugerida por meio de um projeto a ser desenvolvido, então o elemento tempo deve ser considerado, mas respeitando as limitações de cada integrante do grupo, bem como a cultura de cada turma e escola.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Apresentamos ao longo deste trabalho uma trilha metodológica chamada de *Maker-science*. Tal proposta baseou-se nos pressupostos teórico-metodológicos de Astolfi e Develay (2012) no que diz respeito à metodologia de ensino. Além disso, cabe destacar, num primeiro momento, que as considerações realizadas acerca dos autores citados são uma releitura a partir de quatro dimensões, que neste trabalho constituem-se

Recebido em: 12/04/2022

Aceito em: 02/12/2022

como bases elementares – ou condições, para melhor compreendermos – para que uma sequência de procedimentos passe a ser considerada como uma metodologia de ensino do ponto de vista epistemológico.

Dessa forma, as dimensões destacadas são: (i) dimensão epistemológica, (ii) dimensão pedagógica-operacional, (iii) dimensão didática e (iv) dimensão psicológica. Tais dimensões, juntas, fundamentaram nossa compreensão acerca do que se define por metodologia de ensino, no contexto considerado, direcionado especificamente para o ensino de Ciências.

Assim, a dimensão epistemológica assumiu como base teórica a proposta de IIR (Ilha Interdisciplinar de Racionalidade) dada por Fourez (1994), a qual reflete uma perspectiva francesa, acerca do ensino por projetos, considerando os aspectos inerentes da ACT para o século XXI, aqui assumido como o século em que a cultura incorporada e manifestada é a da chamada humanidade digital.

No que se refere à dimensão pedagógica-operacional, consideramos todos os aparatos e ferramentas necessárias para o desenvolvimento das aulas de Ciências a partir da utilização da trilha *Maker-science*, além dos aspectos relacionados à logística e adequação dos espaços para o desenvolvimento da mesma.

Por outro lado, a dimensão didática – neste trabalho tratada com acurácia epistemológica – traz como base de formação a transposição didática (TD) de Chevallard (1991). Nesse aspecto, ademais, cabe destacar que a transposição do saber sábio para o saber a ensinar, e deste último para o saber ensinado, requer dois processos, sendo o primeiro assumido pelos materiais didáticos e sistemas de ensino – currículo, principalmente – e o segundo pelo professor, por meio da linguagem e uso das metodologias para o ensino. Assim, a *Maker-science* prevê esses processos, e busca, como um de seus objetivos, inserir o aluno no contexto da Ciência por meio da própria linguagem.

A dimensão psicológica, por sua vez, assume como teorias de base as concepções de aprendizagem e experiência de Dewey (2011), bem como a interpretação teórica de Puente (1978) acerca do *experiencing*. Desse modo, assumimos na *Maker-science* que aprender é uma soma de construção neural (aspecto biológico) com a experiência concreta vivenciada (aspecto cultural).

Recebido em: 12/04/2022

Aceito em: 02/12/2022

Assim, justificamos o nome *Maker* colocando o aluno como centro de sua própria *experiencing*. Então retiramos, por meio da trilha metodológica que sugerimos neste artigo, o caráter puramente de “fábrica” assumido pela dita “metodologia Maker”, para darmos lugar ao da “experiência vivenciada que se transforma na minha aprendizagem”.

Cabe-nos destacar que esta trilha metodológica foi concebida mediante os questionamentos supramencionados acerca da compreensão dos professores de Ciências, no que tange aos conceitos científicos que os mesmos ensinam na educação básica. Além disso, abriu-nos uma possibilidade, verificada no decurso de três anos de estudos em uma instituição na qual a presente proposta foi aplicada e incorporada em seu Projeto Político Pedagógico (PPP).

Finalmente, acreditamos que o embasamento epistemológico que constitui a trilha metodológica explorada neste trabalho dá-nos uma orientação, no campo didático, para pensarmos em percursos de formação docente direcionados para a prática pedagógica do ensino de Ciências que garanta, de modo substancial, a aprendizagem dos alunos. Assim, o presente trabalho deixa uma porta aberta no campo da pesquisa em novas metodologias para o ensino de Ciências.

REFERÊNCIAS

ALVES FILHO, J. P. Regras da transposição didática aplicadas ao laboratório didático. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 17, n.2, 2000. Disponível em: <https://periodicos.ufsc.br/index.php/fisica/article/view/9006>. Acesso em 10 de janeiro de 2022.

ASTOLFI, J. P.; DEVELAY, M. **A didática das ciências**. 16 ed. Campinas: Papyrus, 2012.

CHERVEL, A. **Le culture scolaire: Une approche historique**. Paris: Belin, 1998.

CHEVALLARD, Y. **La Transposition Didactique – du savoir savant au savoir enseigné**. Grenoble: La Pensee Éditions, 1991.

1)

DEWEY, J. **Experiência e Educação**. 2 ed. Petrópolis: Vozes, 2011.

DUTRA, L. H. A. **Introdução à epistemologia**. São Paulo: Editora UNESP, 2010.

FERREIRA, V. A. Formação do Conceito de Quantidade: concepções de professores dos Anos Iniciais do Ensino Fundamental. **Bolema: Boletim de Educação Matemática**
Recebido em: 12/04/2022
Aceito em: 02/12/2022

[online]. 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/1980-4415v34n68a03>. Acesso em: 21 jan. 2022.

FOUREZ, G. **Alphabétisation scientifique et technique: essai sur les finalités de l'enseignement des sciences**. Bruxelles: De boeck université, 1994.

KRASILCHIK, M. **O professor e o currículo das ciências**. São Paulo: E.P.U/EDUSP, 1987.

MEAD, M. **Sexo y temperamento en tres sociedades primitivas**. Barcelona: Paidós, 1982.

OSÓRIO, T.; GARCIA STOLL, V.; MARQUES MARTINS, M. Investigação na Formação Inicial: concepções sobre as TIC e a Energia no Curso de Licenciatura em Ciências da Natureza. **Revista Insignare Scientia - RIS**, 2019.

PAPAVLASOPOULOU, S., GIANNAKOS, M. N., & JACCHERI, L. Empirical studies on the maker movement, a promising approach to learning: A literature review. **Entertainment Computing**, 2017. <https://doi.org/10.1016/j.entcom.2016.09.002>

PUENTE, M. L. **O ensino centrado no estudante: renovação e crítica das teorias educacionais de Carl R. Rogers**. São Paulo: Cortez & Moraes, 1978.

SIEGLER, R. **Inteligências e desenvolvimento da criança**. Instituto Piaget. Lisboa: Horizontes Pedagógicos, 1996.

MOURA, T., F.; SOUSA, R.; E SÁ CARNEIRO, C. O ENSINO DE QUÍMICA CONTEXTUALIZADO: AS VOZES DISCENTES. **Revista Insignare Scientia - RIS**, 2019.

Recebido em: 12/04/2022

Aceito em: 02/12/2022