

O ENSINO DE ASTRONOMIA E A ALFABETIZAÇÃO CIENTÍFICA E TECNOLÓGICA: UMA ABORDAGEM NO ENSINO MÉDIO

Astronomy teaching and the Scientific and Technological Literacy: a High School Approach

Giselle Henequin Siemsen¹
Leonir Lorenzetti²

RESUMO: Este estudo objetivou investigar as potencialidades de uma sequência didática interdisciplinar de Ensino de Astronomia, no Ensino Médio, para a promoção da Alfabetização Científica e Tecnológica dos estudantes. Tal sequência foi desenvolvida em oito encontros, durante as aulas de Química. Esta investigação apresentou cunho qualitativo, baseado em uma pesquisa interventiva. A análise de dados ocorreu a partir da transcrição do áudio das aulas e produções textuais dos estudantes, com base na Análise Textual Discursiva, tendo como categorias *a priori* alguns parâmetros de Alfabetização Científica e Tecnológica. A sequência didática contemplou os parâmetros e promoveu discussões de caráter interdisciplinar e de tomada de decisão pelos educandos. Observou-se uma maior incidência de categorias de Alfabetização Científica frente a Alfabetização Tecnológica, devido principalmente às concepções restritas e a visão de desenvolvimento linear dos estudantes. Esse fator indica, portanto, um caminho para que estas discussões sejam aprofundadas e investigadas sob outras perspectivas.

PALAVRAS-CHAVE: Ensino de Astronomia. Alfabetização Científica e Tecnológica. Ensino Médio.

ABSTRACT: The aim of this study is to investigate the potencial of an Astronomy interdisciplinary learning sequence in order to promote the Scientific and Technological Literacy of high school students. This sequence was written in eight meetings during Chemistry classes. The current investigation presented a qualitative nature, based on interventive research. The data analysis involved classes audio transcription and students' text production according to Discursive Textual Analysis, taking as *a priori* categories some parameters of Scientific and Technological Literacy. The learning sequence contemplated these parameters and promoted students' interdisciplinary and decision-make discussions. The study has shown a greater occurrence of Scientific Literacy compared to Technological Literacy, due to the restricted conceptions and the students' linear development view. Therefore, these results indicate that a deeper study and an investigation from another perspective is necessary.

KEYWORDS: Astronomy Teaching. Science and Technological Teaching. High School.

¹ Mestre em Educação em Ciências e em Matemática, Universidade Federal do Paraná (UFPR), Curitiba, Paraná, gisellehsiemsen@gmail.com

² Doutor em Educação Científica e Tecnológica, Universidade Federal do Paraná (UFPR), Curitiba, Paraná, leonirlorenzetti22@gmail.com

Introdução

A busca por uma ruptura com o ensino fragmentado, memorístico e descontextualizado pode trazer ao educando uma nova perspectiva, a partir da qual ele veja sentido no que aprende, se torne mais crítico em seu cotidiano e consiga perceber os impactos e a importância científica e tecnológica em sua vida.

Pensando nisso, atividades em sala de aula envolvendo temáticas da Astronomia propiciam o trabalho com situações relacionadas ao cotidiano dos estudantes, além de oportunizar um campo rico para discussões envolvendo as relações entre Ciência, Tecnologia e Sociedade e o trabalho com conceitos e conhecimentos científicos e tecnológicos de forma mais significativa. Entretanto, estudos voltados para essas temáticas, como Langhi e Nardi (2010) e Siemsem e Lorenzetti (2017a, 2017b), indicam que este ensino tem se apresentado de forma disciplinar e restrita à Física no Ensino Médio, sendo pouco desenvolvida no âmbito do Ensino Superior, apresenta erros conceituais nos livros didáticos e acaba se tornando um campo apenas para curiosos e interessados pelo assunto.

Frente a esse panorama, desenvolveu-se uma pesquisa tendo como objetivo pesquisar como o Ensino de Astronomia em uma abordagem interdisciplinar, a partir de uma sequência didática para o 1º ano do Ensino Médio possibilita a promoção da Alfabetização Científica e Tecnológica dos estudantes.

Em termos gerais, a Alfabetização Científica e Tecnológica tem como objetivo permitir que os indivíduos tenham o mínimo de conhecimentos científicos necessários para o exercício da cidadania (AIKENHEAD, 1994, CACHAPUZ, 2005, CHASSOT, 2000, MILARÉ; RICHETTI; PINHO ALVES, 2009). Porém, seus impactos vão além disso: para aprimorar a ACT dos estudantes é imprescindível romper com um ensino dogmático, baseado na mera transmissão de conceitos e doutrinas, descontextualizado, fechado e totalmente focado na formação de especialistas (FOUREZ, 2003, BOCHECO, 2011).

Assim, o conceito de Alfabetização Científica implica em discussões que possam abranger a comunidade científica, a comunidade escolar e os profissionais de comunicação (LEAL; GOUVÊA, 2000). Devido a essa ampla gama de significados e objetivos, alguns autores, como Sasseron (2008), se dedicaram a nortear tais discussões. Em especial, nesta pesquisa, foram utilizados os parâmetros desenvolvidos por Shen (1975) e Bocheco (2011).

Shen, em 1975, propôs três categorias referentes à Alfabetização Científica (AC), sendo elas AC Prática, AC Cívica, e AC Cultural. Posteriormente, Bocheco (2011) revisitou tais categorias e, com base nas ideias de Milaré, Richetti e Pinho Alves (2009), expandiu e discorreu sobre parâmetros de Alfabetização Científica e Alfabetização Tecnológica (AT), sendo elas AC Profissional ou Econômica, AT Prática, AT Cívica e AT Cultural.

Para Shen (1975), a Alfabetização Científica Prática envolve a compreensão de conceitos científicos e tecnológicos que podem ser colocados em uso imediatamente, para a resolução de problemas práticos, como por exemplo situações que envolvem necessidades básicas à vida como alimentos e saúde. Segundo Bocheco (2011, p. 89), esta alfabetização está associada à compreensão de “fenômenos naturais, processos e artefatos tecnológicos presentes no dia a dia”.

Já a Alfabetização Científica Cívica, para Shen (1975), compreende a possibilidade do cidadão se tornar mais informado acerca da ciência e dos assuntos científicos, de tal forma que

“ele e seus representantes possam trazer senso comum e, dessa forma, participarem mais completamente em processos democráticos de uma sociedade cada vez mais científica e tecnológica” (SHEN, 1975, p. 266). Para Bocheco (2011), a ACC está articulada à participação ativa do indivíduo enquanto cidadão, levando-a à tomada de decisões frente à Ciência, seus problemas e suas relações com a sociedade.

Por fim, o desejo de saber mais sobre Ciência, movido pela curiosidade caracteriza a Alfabetização Científica Cultural (SHEN, 1975). Essa alfabetização acontece quando o indivíduo busca conhecimento científico em uma perspectiva prazerosa e de apreciação. Para Bocheco (2011) ela abrange questões acerca da Natureza da Ciência (NdC) e da História e Filosofia da Ciência (HFC).

O parâmetro de Alfabetização Científica Profissional ou Econômica, ausente na concepção de Shen (1975), é explicada por Bocheco (2011) como o entendimento de conceitos e elementos da linguagem científica mais complexos e que apresentam relevância em áreas profissionais e do setor produtivo, podendo desenvolver no indivíduo o interesse pela Ciência enquanto profissão.

A Alfabetização Tecnológica Prática, por sua vez, consiste em oportunizar ao estudante a compreensão de conhecimentos e termos tecnológicos imersos em aparatos tecnológicos do dia a dia (BOCHECO, 2011).

Assim como na AC, a AT Cívica está associada à promoção de discussões acerca da socio-tecnologia e dos impactos da Tecnologia na sociedade. Prioriza-se a contextualização social da atividade tecnológica, as relações entre a tecnologia e as atividades econômicas e industriais, além dos debates sobre valores éticos, hábitos e crenças de progresso (BOCHECO, 2011).

A Alfabetização Tecnológica Cultural, por fim, promove a discussão acerca da Natureza da Tecnologia (NdT), seus problemas e suas implicações com a Ciência e a Sociedade (BOCHECO, 2011).

Tendo como norte pressupostos da ACT, as temáticas da Astronomia podem ser encaradas como uma possibilidade fértil de discussões, problematização e contextualização de conceitos científicos em tecnológicos em sala de aula.

Historicamente, após as reformas educacionais da década de 1990, os conteúdos de Astronomia passaram a compor as disciplinas de Ciências e Geografia no Ensino Fundamental (BRASIL, 1999). Com o lançamento dos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN) (BRASIL, 1999), baseados na Lei de Diretrizes e Bases (BRASIL, 1996), os conteúdos referentes à astronomia passaram a fazer parte essencialmente do componente curricular de Ciências. Na Educação Básica, a Astronomia faz parte da atual matriz curricular proposta pelos PCN (BRASIL, 1999) no eixo estruturados “Terra e Universo”. Atualmente, tais temáticas perpassam os quatro anos finais do Ensino Fundamental, em consonância com a Base Nacional Comum Curricular (BNCC) (BRASIL, 2018).

Em uma análise realizada a partir de dissertações e teses sobre o Ensino de Astronomia produzidas em nível nacional, Siemsen e Lorenzetti (2017a, 2017b) descreveram que, de modo geral, as pesquisas tinham como foco atividades de caráter disciplinar, envolvendo o componente curricular de Física e sem contextualização, confrontando as orientações presentes nos PCN's. Além de uma visão restrita da Astronomia, a postura evidenciada nestas pesquisas reforça o mito de uma Ciência neutra, sem interferências externas vindas da sociedade, ao mesmo tempo em que delimita os assuntos científicos como sendo difíceis e possíveis de serem acessados apenas

por gênios e pessoas com capacidades extraordinárias, mitos estes criticados por Gil Pérez et al. (2001)

Em suma, Siemsen e Lorenzetti (2017b) afirmam que, além da concepção de estreitamento entre Física e Astronomia, outras falhas e lacunas foram encontradas, com destaque para as concepções inadequadas de Interdisciplinaridade, e a pouca discussão acerca das relações entre os conteúdos astronômicos e o cotidiano do estudante de Ensino Médio.

O termo *interdisciplinaridade* carrega em si uma grande variedade de concepções e abrangências, dentro e fora do contexto escolar. Na presente pesquisa, optou-se pela corrente defendida por autores como Fazenda (1997), Lenoir (2008) e Severino (2008). Nessa concepção “a perspectiva interdisciplinar não é contrária à perspectiva disciplinar, ao contrário, não pode existir sem ela e, mais ainda, alimenta-se dela” (LENOIR, 2008, p. 46).

Severino (2008, p. 40, grifo nosso), defende então que

[...] no contexto da educação, deve haver uma prática simultaneamente técnica e política, atravessada por uma **intencionalidade teórica**, fecundada pela significação simbólica, **mediando a integração dos sujeitos educandos** nesse tríplice universo das medidas existenciais. [...] Uma educação interdisciplinar deve ir **contra a desarticulação da vida da escola com a vida do aluno, do pedagógico com o político, do microssocial com o macrossocial** [...], ser interdisciplinar, para o saber, é uma exigência, não uma circunstância aleatória.

Com base nos pressupostos acima apresentados, foi planejada uma Sequência Didática de Ensino de Astronomia, almejando a promoção da Alfabetização Científica e Tecnológica dos estudantes no âmbito da sala de aula.

Desenvolvimento

Considerando a natureza da investigação, optou-se pela realização de um estudo de cunho qualitativo, baseado em uma pesquisa interventiva ou de intervenção (DAMIANI et al., 2013; TEIXEIRA, MEGID NETO, 2017). A pesquisa interventiva compreende o planejamento e a implementação de mudanças, inovação ou qualquer outro tipo de interferência, com o objetivo de gerar melhorias e avanços na aprendizagem dos sujeitos envolvidos, com subsequente avaliação das intervenções realizadas (DAMIANI et al., 2013).

A Sequência Didática (SD) proposta foi implementada em uma turma de 1º ano do Ensino Médio de uma escola pública da região central de Curitiba, com 45 alunos matriculados, durante as aulas de Química. Tais aulas foram disponibilizadas pela professora regente de Química da turma para a realização da pesquisa. A constituição dos dados se deu a partir da transcrição dos áudios gravados durante as aulas, diários de bordo produzidos em cada encontro, uma carta solicitada na terceira aula e vereditos individuais escritos no júri simulado.

A SD “Então, vamos morar em Marte?” foi planejada e validada no âmbito do Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências e em Matemática e do Grupo de Pesquisa em Alfabetização Científica e Tecnológica, ambos da Universidade Federal do Paraná. Cada um dos oito encontros foi desenvolvido com base nos Três Momentos Pedagógicos (DELIZOICOV; ANGOTTI; PERNAMBUCO, 2002) e está apresentado no Quadro 1.

Quadro 1: Aulas planejadas para a Sequência Didática

Aula	Temática abordada	Conteúdo Específico	Relações interdisciplinares	Recursos Didáticos
1	Quem somos nós no Universo?	-Aspectos filosóficos da existência humana no Universo; - Visão utilitarista da Ciência.	- Aspectos filosóficos; - História e Filosofia da Ciência; - Espaço e deslocamento geográfico.	- Vídeo “Nosso lugar no cosmos” (Symphony of Science); - Reportagem sobre viagem tripulada a Marte. - Projeção de slides.
2	Origem dos elementos químicos leves	- Origem dos elementos químicos leves; - Tabela Periódica Astronômica; - Lei de conservação de Lavoisier; - Química pré-biótica.	- Química; - Física; - Leitura de poema; - Biologia.	- Poema do Eterno Retorno (Antônio Gedeão) - Imagens impressas; - Tabela periódica; - Quadro e giz.
3	Condições para a vida humana em outros planetas	- Estados físicos da matéria; - Composição química da atmosfera e litosfera de planetas e satélites do Sistema Solar; - Temperatura habitável; - Questões ambientais.	Química; - Física; - Composição da Terra-noções geográficas e geológicas; - Biologia.	- Música “Astronauta”, (Gabriel, o Pensador); - Jogo de cartas: “Trunfo de planetas e satélites do Sistema Solar”; - Quadro e giz.
4	Origem da vida	- Teoria Celular; - Abiogênese e Biogênese; - Vida baseada no DNA (astrobiologia); - Bioquímica da vida;	- Biologia; - Química; - Contexto filosófico da vida.	- Vídeo “We are all connected” (Symphony of Science); - Projeção de slides.
5	Corrida espacial e Guerra Fria	- Desenvolvimento científico na Guerra Fria; - Desenvolvimento tecnológico na Guerra Fria; - Questões históricas.	- Contexto histórico; - Contexto filosófico; - Contexto sociológico; - História da Ciência.	- Música “Astronauta de Mármore” (Nenhum de nós); - Quadro e giz;
6	Astronomia no Brasil	- Aspectos geográficos e físicos; - História da Astronomia; - Características do Nióbio; - Lixo espacial.	- Contexto histórico; - Contexto sociológico; - Contexto sociopolítico; - Física; - Química; - Biologia.	- Fragmentos da História em Quadrinhos “Ombro de Gigantes” - Reportagem “Monopólio brasileiro do Nióbio gera cobiça mundial”.
7	Viagem tripulada para Marte	- Aparatos tecnológicos necessários para uma viagem a Marte; - Aspectos sociocientíficos e sociotecnológicos	- Física; - Noções matemáticas; - Biologia; - Contexto filosófico.	- Vídeo “O caso de Marte” (Symphony of Science).

		relacionados à viagem para Marte; - Condições de sobrevivência.		
8	Viagem tripulada a Marte- júri simulado	- Posicionamento coletivo e individual frente à possibilidade de viagem a Marte, utilizando os conteúdos aprendidos anteriormente para a argumentação.	- Contexto sociológico; - Contexto político; - Contexto econômico; - Biologia; - Química.	- Júri simulado.

Fonte: Os autores

Estes dados foram analisados a partir da Análise Textual Discursiva (MORAES; GALIAZZI, 2006). A partir desse referencial, os dados passaram inicialmente pela etapa de unitarização, a partir da qual foram separadas as unidades de significado. Em seguida, tais unidades passaram pela categorização, tendo como categorias *a priori* os parâmetros de Alfabetização Científica e Tecnológica de Shen (1975) e Bocheco (2011). Por fim, houve a constituição de metatextos, descrevendo o objeto de estudo a partir de diferentes elementos que emergiram dos textos.

A partir da leitura dos dados constituídos, foram contabilizados os diários de bordo, as cartas e os vereditos dos estudantes que contemplaram pelo menos uma vez cada uma das categorias de análise utilizadas, indicados em número e porcentagem por aula na Tabela 1.

Tabela 1: Número e porcentagem de incidência das categorias de ACT por aula

Aula	ACP	ACC	ACct	ACPf	ATP	ATC	ATct
1	16 (88,9%)	5 (27,8%)	5 (27,8%)	2 (11,1%)	1 (5,5%)	--	1 (5,5%)
2	14 (100%)	2 (14,3%)	5 (35,7%)	7 (50%)	--	--	--
3	7 (63,6%)	7 (63,6%)	8 (72,7%)	--	--	--	--
4	20 (90,9%)	12 (52,1%)	7 (30,4%)	5 (21,7%)	--	--	--
5	--	13 (16,7%)	15 (83,3%)	--	--	2 (11,1%)	2 (11,1%)
6	7 (46,7%)	8 (53,3%)	11 (73,33%)	4 (26,7%)	6 (40%)	2 (13,3%)	2 (13,3%)
7	5 (31,2%)	5 (31,2%)	13 (81,2%)	--	--	--	2 (12,5%)
8	11 (33,3%)	15 (45,4%)	--	2 (6,1%)	1 (3%)	8 (24,2%)	8 (24,2%)
Total	80 (54,4%)	56 (38,1%)	64 (43,5%)	20 (13,6%)	8 (5,5%)	12 (8,21%)	15 (10,3%)

Fonte: Os autores.

Legenda: ACP: AC Prática, ACC: AC Cívica, ACct: AC Cultural, ACPf: AC Profissional, ATP: AT Prática, ATC: AT Cívica, ATct: AT Cultural.

Para as análises, as falas dos estudantes foram codificadas como A (número da aula) F (número da fala do estudante), os diários de bordo como A (número da aula) D (número do diário), a carta como A3C (número da carta) e os vereditos como A8V (número do veredito). As categorias são discutidas a seguir.

Foram compreendidos na **Alfabetização Científica Prática** indícios de solução de problemas práticos e imediatos por parte do estudante, mobilizando conceitos científicos e indícios da compreensão de fenômenos naturais do cotidiano utilizando conceitos ou termos da linguagem científica.

Conforme indicado na Tabela 1, foi possível perceber que a Alfabetização Científica Prática apresentou grande incidência nas atividades dos estudantes (54,4%), frente aos outros parâmetros analisados. Alguns excertos são apresentados abaixo:

- Então, aconteceu a **explosão** do **Big Bang**, aí foi formando **gases** para formar os **planetas**, daí teve uma chuva de **meteoros**, daí tinha uns **germes** no meteoro, tipo umas **bactérias**, aí um dia caiu aqui na Terra e foi indo até chegar hoje. Alguma coisa assim (A1F12).
- Bom, eu pensei na **Lua**. A **Lua** é o **satélite natural** da **Terra**, tem quatro fases diferentes [...] (A3C1).
- Então, eu gostaria de defender a ida a Marte porque é muito importante para a **sobrevivência** desse **planeta**. Porque os **recursos** são limitados, nós precisamos ir para outro lugar, para conseguir mais **recursos**. Em um estudo que nós fizemos, nós conseguimos ver que em Marte existe uma **atmosfera habitável**. [...] (A8F1).

Ao longo das atividades notou-se a troca gradativa de termos como *morar*, por palavras como *habitável*, *sobrevivência* e *necessidade de recursos*, como em A8F1, indicando uma apropriação de saberes mais amplos. Tal apropriação está associada ao processo de dar significado à linguagem das Ciências Naturais, pois o estudante deixa de usar palavras comuns do seu vocabulário e passa a assumir termos científicos com mais propriedade.

É importante ressaltar ainda que os estudantes mobilizaram conceitos de diferentes áreas do conhecimento para construir suas falas, constituindo assim uma prática interdisciplinar, o que pode auxiliar no estabelecimento de relações mais amplas e complexas entre os eixos que compõem as situações problema, conforme defendido por Fazenda (2005) e Severino (2008). No que tange às Ciências Naturais, foram utilizados conceitos de Biologia e Química, além de noções de Geografia, História e Filosofia.

De modo geral, as características observadas podem desenvolver no estudante um pensamento crítico, amplo e articulado, de modo que este possa ter uma melhor compreensão da realidade e aprimore a resolução de problemas e o estabelecimento de relações entre a Ciência e o cotidiano, fatores esses que se encaixam como objetivos da Alfabetização Científica e Tecnológica (FOUREZ, 2003; MILARÉ; RICHETTI; PINHO ALVES, 2009).

A **Alfabetização Científica Cívica** envolveu situações nas quais se percebeu a discussão envolvendo Ciência e Sociedade, além de indícios de posicionamento dos estudantes frente a tais questões. Foram consideradas também as menções que revelam uma visão utilitarista da Ciência.

A ACC esteve presente em 38% das atividades analisadas, tendo maior incidência nos encontros 3, 6 e 8. Com base no planejamento, esperava-se um maior espaço para discussões e posicionamento no júri simulado, na última aula. Entretanto, nos demais encontros, ao longo das atividades, estes espaços foram naturalmente criados, tanto na discussão acerca da escolha de outro planeta/satélite para morar quanto no debate sobre o quanto a ciência brasileira não é valorizada.

Seguem alguns excertos que mostram indícios de ACC:

- Bom, por que eu iria deixar de morar na Terra? Bom, eu pensei na Lua. A Lua é o satélite natural da Terra, tem quatro fases diferentes. Lá não tem atmosfera e a temperatura média é de -53. Eu vou ir morar para lá porque aqui tá muito cheio de **problemas, corrupção**, então eu vou para o mundo da Lua. Um dia eu volto para te buscar (A3C1).

-A professora responsável também nos explicou como o **Brasil** poder ser **importante** para a **astronomia**. Aqui se encontra a **melhor base** para lançamento de satélites do mundo. Também temos a **maior concentração de nióbio**, contendo cerca de 90% de todo o metal do mundo. Mesmo com tudo isso, fica um **questionamento**, por que **não se fala** tanto nesse assunto aqui no **Brasil**? (A6D5).

-Você não acha que isso poderia ser mudado se a gente **cuidasse da natureza**? Tipo, não seria diferente se a gente pudesse **cuidar dos recursos naturais**? (A8F15).

Esta conscientização ocorreu ao longo das aulas, a partir da prática de um olhar mais amplo do mundo e do universo em que se está inserido. Esse movimento se dá com o entendimento e compreensão das relações existentes em situações controversas e problemáticas, que não apresentam resposta fixa, que expõem limites e falhas relacionadas à Ciência (FOUREZ, 2003; SASSERON, 2008) e que precisam ser trabalhadas para possibilitar, a partir do diálogo, a construção de argumentos e de um posicionamento por parte do indivíduo (MILARÉ; RICHETTI; PINHO ALVES, 2009). Estes fatores contribuem para a formação integral do indivíduo, bem como para o exercício da autonomia, como defendido por Fourez (2003).

A visão utilitarista, por sua vez, foi associada pelos estudantes como situações como a noção de avanço e evolução tecnológica como algo neutro, a visão tecnocrática e de desenvolvimento linear criticadas por Auler (2002) e o entendimento do planeta Terra e outros planetas do sistema solar como propriedade. Tais concepções foram discutidas ao longo das aulas. Esses indícios estão presentes em trechos como:

- Aprimorar [o conhecimento científico] para poder **desfrutar** dele (A1F31).

- Porque **se acabar** [os recursos] **daqui**, tem que **pegar de outro lugar** (A1F51).

- É o seguinte, nós estamos aqui, com alguns recursos **inutilizáveis**, quem sabe nós não poderemos encontrar **novos** recursos que **facilitem** nossa vida em Marte? (A8F53).

- Eu acho que a viagem à Marte seria importante devido a **avanços tecnológicos** que poderiam ocorrer. Um exemplo disso é a viagem à Lua, foram feitas várias pesquisas e ocorreu vários **avanços tecnológicos** (A8V36).

Mesmo não seguindo o padrão esperado no planejamento, a liberdade para expressão, a conscientização e o posicionamento dos estudantes, ao longo de todos os encontros e atividades realizadas, indica que foi possível estabelecer situações para a prática de contextualização, problematização, articulação dos saberes com as decisões e desenvolvimento de um olhar mais crítico pelo educando, conforme defendido pela alfabetização científica, e, em especial, a ACC (SHEN, 1975; BOCHECO, 2011).

Foram considerados na **Alfabetização Científica e Cultural** termos e indícios que puderam ser classificados de acordo com duas concepções: segundo Shen (1975), considerando a

curiosidade e a apreciação estética da Ciência e segundo Bochecho (2011), considerando questões que envolveram a História e Filosofia da Ciência.

Ao todo, a ACct foi observada em 43,5% das produções textuais, em especial nos encontros 3, 5 e 7. Nesses casos, os recursos utilizados como a música, o jogo e os vídeos podem ter influenciado os estudantes a despertarem o interesse e a curiosidade por assuntos científicos, bem como reconhecer e apreciar as situações em que a Ciência apresenta relação com as expressões artísticas.

A possibilidade de discussão acerca da Natureza da Ciência e seus impactos sobre a sociedade, como defendido por Fourez (2003), também compreenderam o âmbito da ACct.

Abaixo, alguns trechos indicam estas observações:

- Na aula anterior, foi passado um **vídeo** muito interessante sobre **a origem das coisas** e sobre o **universo**. Logo depois de ver nos fizemos um **debate** muito interessante em que toda a sala participou (A1D25).
- [Nosso legado para o universo são] **Descobertas?** (A1F7).
- Na aula anterior, nós vimos um vídeo de estrelas, moléculas e vida. Depois debatemos sobre formas de vida, grupos de animais, rochas antigas. Aprendemos que **biologia não dá origem da vida** (A4D25).
- [Mais ciência gera mais qualidade de vida] Mas **não é sempre assim** (A7F23).

Tais argumentos indicam uma conscientização da realidade da Ciência e do fazer científico, criando uma visão mais crítica e ampla acerca de uma sociedade permeada pela ciência e tecnologia, como defendido por Chassot (2000) e Fourez (2003).

A **Alfabetização Científica Profissional** é explicada apenas por Bochecho (2011) sendo consideradas nessa pesquisa o uso de uma linguagem científica mais complexa, relacionadas a áreas mais específicas, e que podem estar associadas ao interesse do estudante pela Ciência enquanto profissão. De modo geral, os indícios de ACPf, por se tratar de uma situação mais específica, foi observada em apenas 13,6% das atividades analisadas, com maior ênfase na segunda, sexta e quarta aula, corroborando o planejamento das atividades.

Alguns indícios de ACPf podem ser observados nos excertos abaixo:

- Os mesmos **átomos** que têm aqui podem ter no universo (A4F4).
- E pode acontecer de surgir outra **espécie?** (A4F35).
- Na última aula aprendemos mais sobre o a origem do universo, falamos sobre a **teoria evolucionista**, sobre **abiogênese** e **biogênese**, falamos também dos experimentos do Francisco Redi, entre outros (A4D7).

Nesses casos, observou-se a utilização de termos científicos específicos, que não são de conhecimento geral da população. Por fazerem parte de um vocabulário técnico e específico, considera-se que tais termos, neste contexto, podem levar o estudante a desenvolver curiosidade e interesse pela ciência enquanto profissão, caracterizando a ACPf (BOCHECO, 2011). Esperava-se, entretanto, que os estudantes discutissem também sobre as profissões envolvidas direta ou indiretamente com a Ciência, fato que ocorreu sutilmente no júri simulado, quando os indivíduos se colocaram no papel de cientistas e engenheiros, por exemplo.

Essas observações podem estar fortemente relacionadas ao contexto de sala de aula e da escola, a partir do qual há uma associação direta entre a aula de Química com o cientista, sem conseguir extrapolar esse contexto para outras situações e profissões, em uma cultura de pensamento fragmentado. Nesse sentido, a ACPf pode atuar na quebra dessa indução cultural, em um processo de aprendizado, que pôde ser começada a partir da sequência didática desenvolvida, mas que precisa ser continuada posteriormente.

A **Alfabetização Tecnológica Prática** foi caracterizada a partir de indícios do uso de elementos da linguagem tecnológica e simbologias relacionadas ao conhecimento e uso de equipamentos, de função prática e imediata. A ATP foi observada em 5,48% das atividades produzidas pelos estudantes, concentrados quase que totalmente no sexto encontro.

- [Ao analisar a letra da música, um dos termos que remete à tecnologia é] **Machado** (A5F21).
- [Aparato tecnológico gerado a partir da Guerra Fria] **Computador** (A5F81).
- Na aula do dia 29 do 5 (terça-feira), aprendi que talvez dá para viver em Marte no futuro, pois em 2017 a NASA mandou um **robô** para lá e ele descobriu várias coisas que já existem lá como atmosfera (A1D10).
- Vimos histórias em quadrinhos sobre a astronomia no Brasil, e sobre o que os astrônomos brasileiros fazem no espaço e no final da aula ela mostrou algumas imagens. A base dos **satélites**, e que tem 3 **satélites** brasileiros no espaço (A6D42).

Corroborando o panorama percebido por Lorenzetti, Siemsen e Oliveira (2017), a abordagem e indícios de Alfabetização Tecnológica, assim como nos livros didáticos, apresentam incidência menor frente à Alfabetização Científica. As referências a aparatos tecnológicos, que compuseram a maioria dos trechos categorizados como ATP, indicam que os educandos apresentam uma concepção de objetos de cunho tecnológico relacionada à utilidade desses para determinados fins. É importante destacar que, durante a discussão acerca da tecnologia, os estudantes foram questionados sobre suas concepções, a serem discutidas nos tópicos seguintes.

Na categoria **Alfabetização Tecnológica Cívica** foram agrupados os indícios de tomada de decisão, posicionamento, reflexão e discussão acerca dos efeitos da Tecnologia na sociedade e no cotidiano. A ATC foi percebida em 8,21% das produções textuais dos estudantes (8,21%), apresentando maior incidência na última aula, momento em que as discussões e posicionamentos tomaram forma no júri simulado.

Seguem abaixo alguns excertos que apresentam indícios de ATC:

- Ah, porque para ter tudo que a gente precisa, tem que ter **tecnologia** [...] (A3F4).
- [Pensamento da população: quanto mais tecnologia a gente tem...] Mais **qualidade** de vida (A7F22).
- Mas [a ideia de que mais Tecnologia gera mais qualidade de vida] **não é sempre assim** (A7F23).
- Eu acho que a viagem à Marte seria importante devido a **avanços tecnológicos** que poderiam ocorrer. Um exemplo disso é a viagem à Lua, foram feitas várias pesquisas e ocorreu vários **avanços tecnológicos** (A8V36).

A menor incidência de AT, em geral, frente a AC, bem como os problemas relacionados às concepções distorcidas que os estudantes têm sobre Tecnologia pode estar relacionada, entre outras coisas, a questões curriculares. Nesse sentido, é importante questionar e pesquisar até que ponto o currículo permite, sugere e incentiva práticas e atividades que compreendam e problematizem tais situações.

A partir dos dados, foi possível observar que os estudantes não apresentam uma concepção definida e clara sobre Tecnologia, utilizando esse termo como sinônimo de aparatos tecnológicos ou estabelecendo relações entre Tecnologia e evolução ou qualidade de vida, evidenciando uma visão de desenvolvimento linear e de tecnocracia, criticados por Auler (2002).

A **Alfabetização Tecnológica Cultural** compreendeu as discussões acerca da Natureza da Tecnologia, bem como os indícios sobre as concepções de Tecnologia. Essa categoria esteve presente em 10,3% das produções textuais dos educandos, com maior ênfase no oitavo, sexto e sétimo encontro.

As falas e excertos dos textos dos estudantes foram classificados nesta categoria, em dois subgrupos distintos. No primeiro momento, foram consideradas as manifestações explícitas sobre as concepções de Tecnologia. Sequencialmente, foram analisadas as expressões implícitas destas visões.

Nos trechos abaixo, são expostas algumas situações de ATcT Explícita:

- Ah, se é além então é **tecnologia** (A5F36).
- [Tecnologia é algo] **Moderno** (A5F39).
- Tecnologia é uma **evolução** (A5F41).
- Na minha opinião é possível realizar a viagem, pois a **ciência** tem **tecnologia** suficiente e a **NASA** também pode ajudar na viagem, pois ela tem **mais tecnologia** do que a **ciência** brasileira. Eu faria a viagem para Marte (A8V4).

Os indícios de ATcT Implícita são mostrados a seguir:

- Não é possível que você não ache uma boa ideia ter um **avanço** desses, e se Marte se tornar inviável daqui a alguns anos, talvez a explosão do Sol resolva (A8F5).
- [Ir para a Lua] **Revolucionou** as coisas (A8F59).
- Eu acho que a ida a Marte muito **precária**, pois não temos **condições** para ir, **estruturas** para morar lá e que a vida lá não é garantida como aqui na Terra (A8V42).

Nesse contexto, tais trechos indicam uma visão aproblemática de determinismo tecnológico e de desenvolvimento linear, segundo a qual mais Ciência, gera mais Tecnologia e, conseqüentemente, mais progresso e mais qualidade de vida, sem considerar os demais impactos referentes a essas entidades, conforme problematiza Auler (2002) e Fourez (2003). Essa concepção desconsidera os impactos negativos da tecnologia, seu caráter falível e de construção humana, além de vincular os produtos tecnológicos com o avanço e progresso, sem indicar também suas articulações com a Ciência.

Entretanto, os diálogos estabelecidos levaram a algumas problematizações acerca da Tecnologia e sua natureza, que puderam colaborar com uma melhor compreensão desta temática pelos estudantes, que, ao final das oito aulas, mobilizaram argumentos para se posicionar, de forma coletiva e individual, frente a questões científicas, tecnológicas, sociais e econômicas sobre a possibilidade da colonização de Marte. A tomada de decisão, o posicionamento e a melhoria das concepções acerca da Tecnologia, defendidas por Fourez (2003), contribuem diretamente para a Alfabetização Tecnológica Cultural proposta por Bocheco (2011).

Ao longo dos oito encontros, os estudantes puderam problematizar a questão da viagem tripulada a Marte sob diversos pontos de vista, em especial as condições básicas químicas e biológicas essenciais para a manutenção da vida. Além disso, o caráter interdisciplinar da proposta, juntamente com as relações Ciência, Tecnologia e Sociedade, propiciou discussões envolvendo o reconhecimento da importância e do impacto das questões científicas e tecnológicas no cotidiano, a utilização de termos e conceitos científicos e tecnológicos, o exercício da tomada de decisão e a abordagem de questões sobre Natureza da Ciência e da Tecnologia, contribuindo para a Alfabetização Científica e Tecnológica dos estudantes.

Considerações Finais

A partir da pesquisa realizada, foi possível observar as grandes potencialidades que a temática escolhida, a colonização de Marte, trouxe para a elaboração de atividades que abordaram relações interdisciplinares e a Alfabetização Científica e Tecnológica, simultaneamente. Todas as categorias de ACT propostas por Shen (1975) e Bocheco (2011) foram contempladas ao longo das oito aulas planejadas, mesmo que em proporções distintas, o que pode ser observado também nos dados, uma vez que todos os parâmetros apareceram nas falas e nas atividades textuais dos educandos. A Sequência Didática, portanto, teve como potencialidades iniciais as discussões envolvendo as relações Ciência, Tecnologia e Sociedade, todas as categorias de ACT e a interdisciplinaridade. Além disso, foi notória a potencialidade desta proposta em envolver e motivar os estudantes, que, ao longo dos encontros, participaram mais ativamente, teceram argumentos e respostas mais elaboradas e confeccionaram diários de bordo mais profundos, tanto na argumentação quanto no uso de conceitos e conhecimentos científicos e tecnológicos.

Com relação especificamente à interdisciplinaridade, foi possível notar que as atividades propiciaram, no contexto de sala de aula, um amplo espaço para discussões, relações e conexões mais amplas entre áreas distintas do conhecimento. Foram realizadas articulações entre conhecimentos referentes a Química e Biologia, bem como conceitos e conhecimentos envolvidos em contextos históricos, filosóficos, sociológicos, geográficos e artísticos, caracterizando uma proposta interdisciplinar ampla, atrelada a uma visão de mundo e dos problemas abordados não fragmentada, conforme os pressupostos de Fazenda (2005) e Severino (2008).

Entretanto, um dos limites encontrados no estudo foi a baixa aderência dos estudantes na elaboração dos diários de bordo e da carta. Ao longo das aulas, a reclamação dos estudantes acerca da produção de atividades textuais se tornou constante, indicando a importância da procura por outras ferramentas de trabalho no contexto escolar e da busca por soluções para o incentivo do educando à escrita.

Outro limite identificado foram os baixos índices de Alfabetização Tecnológica, em comparação à Alfabetização Científica. Isso se deu, em partes, devido às concepções distorcidas sobre Tecnologia durante as discussões. Uma vez que, mesmo trazendo esta problematização à

tona em sala de aula, a proposta não comportava a desconstrução destas concepções rasas e construção de uma noção mais realista, não se observou grandes avanços nesse sentido ao longo dos encontros. De modo geral, tais dados corroboram os estudos de Lorenzetti, Siemsen e Oliveira (2017) e indicam que, mesmo com um planejamento focado na abordagem destas duas áreas, as discussões envolvendo a Tecnologia ainda são mais difíceis de serem implementadas em sala de aula e exigem uma maior atenção por parte do professor. Frente a isso, faz-se necessário o desenvolvimento de atividades e aulas que abordem de forma mais explícita as concepções dos estudantes sobre Tecnologia e, então, trazer para o ambiente escolar discussões de cunho sociotecnológico, objetivando desconstruir tais concepções, de forma semelhante ao que se faz com as questões científicas.

De modo geral, o planejamento e desenvolvimento da SD respondeu ao objetivo da pesquisa, permitindo um estudo envolvendo a Astronomia e a Interdisciplinaridade para a Alfabetização Científica e Tecnológica dos estudantes, sem esgotar o assunto e permitindo novos estudos e enfoques a partir dos principais limites e potencialidades encontrados.

Referências

- AIKENHEAD, G. What is STS science teaching? In: J. Solomom; G. Aikenhead (Orgs.); **STS education: international perspectives on reform**. New York: Teachers College Press, 1994.
- AULER, D. **Interações entre Ciência- Tecnologia- Sociedade no contexto da formação de professores de ciências**. 257f. Tese (Doutorado em Educação) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2002.
- BOCHECO, O. **Parâmetros para a abordagem de evento no enfoque CTS**. 2011. 165f. Dissertação (Mestrado em Educação Científica e Tecnológica) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2011.
- BRASIL. **Lei de Diretrizes e Bases**. Lei 9394, 23 de dezembro de 1996. Diário Oficial da União, Brasília, 1996.
- BRASIL. Ministério da Educação (MEC). Secretaria de Educação Média e Tecnologia. **Parâmetros Curriculares Nacionais: Ciências da natureza, matemática e suas tecnologias**. Brasília: MEC/SEMTEC, 1999.
- BRASIL. Ministério da Educação (MEC). **Base Nacional Comum Curricular**. Brasília, DF: MEC, 2018.
- CACHAPUZ et al. **Necessária renovação do ensino das ciências**. São Paulo: Cortez, 2005.
- CHASSOT, A. I. **Alfabetização científica: questões e desafios para a educação**. Ijuí: Unijui, 2000.
- DAMIANI et al. Discutindo pesquisa do tipo intervenção pedagógica. **Cadernos de Educação**, Pelotas, n. 45, p. 57-67, 2013.
- DELIZOICOV, D.; ANGOTTI, J. A.; PERNAMBUCO, M. M. **Ensino de ciências: fundamentos e métodos**. São Paulo: Cortez, 2002.
- FAZENDA, I. C. A. O sentido da ambiguidade numa didática interdisciplinar. In: PIMENTA, S. G. **Didática e formação de professores: percursos e perspectivas no Brasil e em Portugal**. São Paulo: Cortez, 1997.
- FAZENDA, I. C. A. **Didática e Interdisciplinaridade**. 15. ed. São Paulo: Ed. Papyrus, 2005.
- FOUREZ, G. Crise no Ensino de Ciências? **Investigação em Ensino de Ciências**, Porto Alegre, v. 8. p. 109-123, 2003.
- GIL-PÉREZ et al. Para uma imagem não deformada do trabalho científico. **Ciência e Educação**, Bauru, v. 7, n. 2, p. 125-153, 2001.
- LANGHI, R.; NARDI, R. Ensino de Astronomia: Erros conceituais mais comuns presentes em livros didáticos de Ciências. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, Florianópolis, n. 24, v.1, p. 87-111, 2007.
- LANGHI, R.; NARDI, R. Formação de professores e seus saberes disciplinares em Astronomia Essencial nos anos iniciais do Ensino Fundamental. **Revista Ensaio: Pesquisa em Ensino de Ciências**, Belo Horizonte, n. 2, p. 205-224, 2010.
- LEAL, M. C.; GOUVÊA, G. Narrativa, mito, ciência e tecnologia: o ensino de ciência na escola e no museu. **Revista Ensaio: Pesquisa em Ensino de Ciências**, Belo Horizonte, v. 2, n. 1, p. 5-33, 2000.

- LENOIR, Y. Didática e Interdisciplinaridade: uma complementaridade necessária e incontornável. In: FAZENDA, I. C. A. (Org). **Interdisciplinaridade: história, teoria e pesquisa**. São Paulo: Ed. Papirus, 2008, p. 45-75.
- LORENZETTI, L.; SIEMSEN, G. H.; OLIVEIRA, S. Parâmetros de Alfabetização Científica e Alfabetização Tecnológica na Educação em Química: analisando a temática ácidos e bases. **Actio: docência em Ciências**, Curitiba, v. 2, n. 1, p. 4-22, 2017.
- MILARÉ, T.; RICHETTI, G. P., PINHO ALVES, J. Alfabetização Científica no ensino de Química: uma análise dos temas da seção Química e Sociedade da Revista Química Nova na Escola. **Química Nova na Escola**, São Paulo, v. 31, n. 3, p. 165171, ago. 2009.
- MORAES, R.; GALIAZZI, M. C. Análise textual discursiva: processo reconstrutivo de inúmeras faces. **Ciência e Educação**, Bauru, v. 12, n. 1, p. 117-128, 2006.
- SASSERON, L. H. **Alfabetização científica no ensino fundamental**: estrutura e indicadores deste processo em sala de aula. 2008. Tese (Doutorado em Educação) - Universidade de São Paulo, São Paulo, 2008.
- SEVERINO, A. J. O conhecimento pedagógico e a interdisciplinaridade: o saber como intencionalização da prática. In: FAZENDA, I. C. A. (Org). **Interdisciplinaridade: história, teoria e pesquisa**. São Paulo: Ed Papirus, 2008, p. 31-44.
- SIEMSEN, G. H.; LORENZETTI, L. A pesquisa em Ensino de Astronomia: analisando a produção acadêmica brasileira. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 10. 2017, Florianópolis, **Anais...**, Florianópolis: ABRAPEC, 2017a.
- SIEMSEN, G. H.; LORENZETTI, L. A pesquisa em Ensino de Astronomia para o Ensino Médio. **Actio: docência em Ciências**, Curitiba, v. 2, n. 3, p.185-207, 2017b.
- SHEN, B. S. P. Science literacy. In: **American Scientist**, New York, v. 63, 1975.
- TEIXEIRA, P. M. M.; MEGID NETO, J. Uma proposta de tipologia para pesquisas de natureza interventiva. **Ciência e Educação**, Bauru, v. 23, n. 4, p. 1055- 1076, 2017.