



O desenvolvimento da Alfabetização Científica e Tecnológica a partir da poluição do rio Cachoeira

The development of Scientific and Technological Literacy from the pollution of the Cachoeira river

Karoline dos Santos Tarnowski¹
Janaína Alves de Souza²
Ivani Teresinha Lawall³
Nicole Glock Maceno⁴

Resumo: A Alfabetização Científica e Tecnológica (ACT) tem seus objetivos pautados em esferas *humanas, sociais e econômica-políticas* e confere aos indivíduos os atributos *autonomia, comunicação e domínio & responsabilidade*. O presente trabalho constitui-se em uma pesquisa qualitativa realizada com 77 alunos da 1ª série do Ensino Médio com o objetivo de analisar o desenvolvimento da ACT nos estudantes através dos atributos, considerados categorias de análise. Os alunos realizaram uma atividade em duplas que relacionava problemáticas sociocientíficas aos conceitos de substâncias puras, misturas e suas técnicas de separação, estando as problemáticas baseadas em três notícias: uma sobre a poluição do rio Cachoeira (Joinville-SC) por corantes industriais; a segunda sobre a preservação desse rio; e a terceira sobre o acesso à água barrenta de uma população maranhense. Na análise da ACT realizada nesta pesquisa os dados considerados foram as produções textuais das duplas em resposta às problemáticas discutidas. Como resultado observou-se em maior proporção indícios de *autonomia e comunicação* e em menor grau houve o desenvolvimento de *domínio & responsabilidade* por parte dos alunos. Diante disso, verificou-se que a proposta contemplou o desenvolvimento da Alfabetização Científico-Tecnológica dos estudantes a partir das atividades realizadas.

Palavras-chave: Alfabetização Científica & Tecnológica. Autonomia. Comunicação. Domínio & Responsabilidade.

Abstract: Scientific and Technological Literacy (STL) has its objectives based on *human, social and economic-political* spheres and provides individuals the attributes *autonomy, communication and mastery & responsibility*. The present work consists of a qualitative

¹ Mestranda em Ensino de Ciências, Matemática e Tecnologias (PPGECMT-UDESC), Universidade do Estado de Santa Catarina (UDESC), Joinville-SC, karol.tarnowski@hotmail.com.

² Mestranda em Ensino de Ciências, Matemática e Tecnologias (PPGECMT-UDESC), Universidade do Estado de Santa Catarina (UDESC), Joinville-SC, jana.boo23@gmail.com.

³ Pós-Doutora em Educação (Fe-USP), professora do Departamento de Física da Universidade do Estado de Santa Catarina (DFIS-UDESC), Joinville-SC, ivani.lawall@udesc.br.

⁴ Doutoranda em Educação (Fe-USP), professora do Departamento de Química da Universidade do Estado de Santa Catarina (DQMC-UDESC), Joinville-SC, nicolemaceno@gmail.com.



research carried out with 77 students of the 1st grade of the High School aiming to analyze the development of the STL in the students through its attributes, considered categories of analysis. The students performed a pair activity that related socioscientific problems to the concepts of pure substances, mixtures and their separation techniques, being the problems based on three news: first one about the pollution of the Cachoeira river (Joinville-SC) by industrial dyes; the second one about the preservation of that river; and the third one on the access to muddy water of a population from Maranhão. In the STL analysis performed in this research, the data considered were the textual productions of the pairs in response to the problems discussed. As a result, there were more evidence of *autonomy* and *communication* and to a lesser extent students developed mastery & responsibility. Given this, it was found that the proposal contemplated the development of Scientific and Technological Literacy of students from the activities carried out.

Keywords: Scientific and Technological Literacy. Autonomy. Communication. Mastery & Responsibility.

Introdução

A Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional, Lei Federal nº 9.394 de 20 de dezembro de 1996, promulga que o estudo das Ciências Naturais deve possibilitar a compreensão de questões científicas e tecnológicas, havendo correlações entre teoria e prática dos fenômenos que ocorrem em sociedade. Além disso, o ensino necessita favorecer o aprimoramento do estudante enquanto pessoa humana, considerando sua formação ética, o desenvolvimento da sua autonomia intelectual e do seu pensamento crítico, além do preparo para o trabalho e cidadania (BRASIL, 1996).

Diante disso, a Alfabetização Científica e Tecnológica (ACT) está alinhada a tal concepção, pois visa o desenvolvimento integral do aluno, fornecendo subsídios para além da compreensão dos conceitos científicos, para que o indivíduo possa desenvolver a criticidade em relação ao meio coletivo e social em que está inserido (FOUREZ, 2003). Nesse sentido, a ACT tem seus eixos centrais na promoção de conhecimentos e desenvolvimento de habilidades que permitam o indivíduo se situar e fazer parte do mundo científico e tecnológico contemporâneo, promovendo os atributos *autonomia, comunicação e domínio & responsabilidade*.



Uma temática propícia ao ensino em aulas de Química a fim de favorecer os atributos da ACT é a que envolve o rio Cachoeira, um dos principais do município de Joinville-SC, favorecedor do desenvolvimento e crescimento municipal, já que através dele chegaram os primeiros imigrantes à cidade. Numa perspectiva histórica, ao longo do processo de urbanização municipal seus afluentes foram demasiadamente comprometidos pela poluição, principalmente oriundas de processos industriais e esgotos domiciliares, descaracterizando o cenário limpo observado originalmente (SCHNEIDER, 1999). Em vista disso, tal temática pode estar relacionada ao conteúdo de substâncias puras e misturas, além de técnicas de separação de misturas. Por isso, através de embasamento teórico em Alfabetização Científica e Tecnológica, o presente estudo tem por objetivo analisar o desenvolvimento de seus atributos em estudantes da primeira série de Ensino Médio a partir das produções textuais elaboradas pelos alunos em resposta às problemáticas sociocientíficas que envolvem o rio e demais fontes hídricas.

Com objetivos similares de avaliação dos atributos em estudantes, Milaré (2014) e Sousa e Brito (2011), por exemplo, também analisaram o desenvolvimento da ACT. Milaré (2014) avaliou a alfabetização tecnocientífica por meio de um projeto de Ilha Interdisciplinar de Racionalidade envolvendo correntes sensacionalistas de e-mail, já Sousa e Brito (2011) abordaram a utilização consciente de energia elétrica. De modo similar, com suas pesquisas os autores perceberam que a Alfabetização Científica e Tecnológica pode ser uma aliada no processo de ensino, sendo observados nos sujeitos pesquisados os atributos *autonomia*, *comunicação* e *domínio & responsabilidade*.

Diante do exposto é possível perceber que o âmbito escolar e as práticas de ensino devem levar em consideração a formação do estudante em sua totalidade, relativas não simplesmente às questões científicas, mas que compreendam também seu desenvolvimento humano para sua atuação em sociedade, tanto pelos pressupostos brasileiros quanto pelos da alfabetização científico-tecnológica. Por isso acreditou-se no potencial de utilização de um tema sociocientífico para a



promoção da ACT dos estudantes da Educação Básica, que neste caso envolveu a poluição do rio Cachoeira.

Fundamentação teórica

A Alfabetização Científica e Tecnológica tem por objetivo formar, inserir e desenvolver a capacidade criativa e de reflexão do cidadão, não apenas no sentido individual, mas também levando em consideração o meio coletivo e social (FOUREZ, 2003). Mais precisamente, visa fornecer subsídios por meio do conhecimento para que os indivíduos possam compreender questões relativas à ciência e tecnologia, sem intimidar-se pela possível ignorância diante do que se depara. Nesse sentido, Gérard Fourez (2005) defende a ACT como forma de emancipação de uma sociedade, através de uma renovação no ensino científico pautado em objetivos *humanistas, sociais e econômico-políticos*.

No caso da dimensão **humanista**, ela está relacionada à capacidade do indivíduo se situar no mundo e compreendê-lo a partir da ciência, em que adota um posicionamento crítico frente à ciência e às tecnologias que se apresentam. Quanto aos objetivos **sociais**, a ACT visa atenuar as desigualdades relacionadas à falta de compreensão do meio científico e tecnológico, possibilitando que os indivíduos participem de modo autônomo de discussões que requeiram conhecimentos científicos e tecnológico, bem como senso crítico. Sobre os meios **econômico-políticos**, a ACT possibilita que o sujeito faça parte do mundo atual e industrializado, em que também são desenvolvidas as vocações dos que têm interesse em trabalhar com a ciência e a tecnologia.

Dentro de tais objetivos, o desenvolvimento de componentes pessoais, teóricas, culturais, sociais, éticas e econômicas são almejados. Nesse processo os atributos manifestados pelos estudantes são: *autonomia* do indivíduo, como componente pessoal; a *comunicação* com os demais, em relação ao componente cultural, social, ético e teórico; e *domínio e responsabilidade*, sendo uma capacidade



de lidar com o meio, constituindo um componente político-econômico. Como Fourez (2005) aponta:

Eu consideraria, portanto, alguém como alfabetizado científica e tecnologicamente quando seus conhecimentos lhe proporcionassem uma certa autonomia (possibilidade de negociar suas decisões frente às pressões naturais ou sociais), uma certa capacidade de comunicação (encontrar formas de “dizer”), e um certo domínio e responsabilidade, diante de situações concretas (como o contágio, o congelamento, o computador, um fax, um motor diesel, etc.). Enfatizamos que essa “alfabetização” não diz respeito apenas à materialidade das situações, mas também à vida afetiva, social, ética e cultural (p. 62, tradução nossa).

No que diz respeito à **autonomia**, ela é adquirida por meio da apropriação de conhecimentos em ciências e tecnologias. Ao possuir esse atributo, o indivíduo tem a capacidade de compreender e representar situações reais e lidar de modo razoável e racional com problemas que se apresentam. Quanto à **comunicação**, ela se refere à capacidade de o indivíduo relacionar-se com os demais através de uma manifestação de intercâmbios linguísticos para realizar trocas sobre as questões com que se depara. Por fim, sobre o atributo **domínio e responsabilidade**, ele diz respeito à tomada de decisão que o sujeito possui, com base no domínio dos conceitos que detém. Isso é feito alicerçado à sua responsabilidade, a partir do que Fourez (2005) denominou como “saber-fazer” e “poder-fazer”, ou seja, aliando conhecimento e atitudes, mas sem que isso signifique dominação sobre os demais.

Diante do exposto, pode ser percebido que além de sua intenção formativa em aspectos humanos, sociais e econômico-políticos por meio dos seus objetivos, a Alfabetização Científica e Tecnológica é capaz de fornecer subsídios e aporte teórico para análise da produção dos estudantes por meio de seus atributos, no sentido de perceber se tal alfabetização foi alcançada.

Metodologia

O presente trabalho constitui-se em uma pesquisa qualitativa segundo Minayo (2009), que aborda significados, crenças, valores e atitudes do objeto de



estudo. Tal pesquisa foi realizada no início de 2018 com três turmas da 1ª série do Ensino Médio, totalizando 77 alunos participantes⁵, matriculados em uma escola pública estadual da zona leste de Joinville-SC, na disciplina de Química. Tendo em vista o objetivo desta pesquisa, que se centra na análise do desenvolvimento da Alfabetização Científica e Tecnológica dos estudantes por meio dos atributos *autonomia, comunicação e domínio & responsabilidade*, foi proposta uma atividade realizada em duplas que envolveu a discussão de problemáticas sociocientíficas, relacionadas aos conceitos de substâncias puras, misturas e suas técnicas de separação. Tal atividade é parte de uma sequência didática de quatro aulas desenvolvida com as três turmas, mas que para o presente trabalho foi selecionada para melhor exploração dos dados. Esses dados foram obtidos a partir das produções textuais dos estudantes em resposta às problemáticas baseadas em três notícias: uma sobre a poluição do Rio Cachoeira (Joinville-SC) por corantes industriais; a segunda sobre a preservação desse rio; e a terceira sobre o acesso à água barrenta de uma população maranhense. O Quadro 01 apresenta as notícias e as problemáticas expostas aos alunos:

| Notícia | | Problemática sociocientífica |
|---------|--|---|
| 1 | “Afluentes do rio Cachoeira são tingidos de vermelho em Joinville” (RITTA, 2012) | Considerando que ocorreu um problema no filtro da estação de tratamento de efluentes da empresa e a água lançada no rio estava contaminada por corante, como um filtro em bom funcionamento evitaria esta situação prejudicial? |
| 2 | “À beira do Cachoeira: Eles não são pescadores, mas têm o rio de Joinville na porta de casa” (PRADO, 2016) | O que você acredita que pode ocorrer quando o Rio Cachoeira se torna poluído? |
| 3 | “Em Vargem Grande (MA), 36% da população vivem em extrema pobreza” (JORNAL NACIONAL, 2011) | Esta água é potável? Quais os riscos de consumir este tipo de água? O que você acredita que a população faz para tornar a água mais purificada? |

Quadro 01: Notícias e problemáticas sociocientíficas apresentadas aos estudantes
Fonte: As autoras (2019)

⁵ Estudantes cujos pais e/ou responsáveis assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido.



Em vista desses questionamentos e reflexões, os objetivos da atividade eram que os estudantes: conhecessem outro caso de poluição têxtil do rio Cachoeira, além de um previamente discutido⁶, para assim refletir sobre como essa situação poderia ter sido evitada, aplicando conhecimentos sobre técnicas de separação de misturas (Notícia 1); percebessem a importância de preservação do rio, a dependência socioeconômica de ribeirinhos e refletissem sobre os prejuízos à saúde e ao ambiente em decorrência de sua poluição (Notícia 2); soubessem da existência de escassez de água potável, propusessem hipóteses sobre como tornar a água barrenta potável – aplicando conhecimentos sobre técnicas de separação de misturas – e também que refletissem sobre possíveis malefícios dessa água inadequada à ingestão humana (Notícia 3).

Para a análise da Alfabetização Científica e Tecnológica manifestada pelos estudantes utilizou-se os critérios estabelecidos *a priori* quanto aos atributos *autonomia*, *comunicação* e *domínio & responsabilidade*. Tais critérios são apresentados pelo Quadro 02:

| Atributos da Alfabetização Científica e Tecnológica | Ideias-chave no discurso dos estudantes |
|---|---|
| Autonomia | Retenção de impurezas Alterações socioambientais Impotabilidade aquática Doenças e/ou Intoxicação Decantação Filtração |
| Comunicação | Argumentação Discussão em duplas |
| Domínio & Responsabilidade | Revisões técnicas Estratégias para preservação do rio Acesso à água potável |

Quadro 02: Indicadores dos atributos da Alfabetização Científica e Tecnológicas
Fonte: As autoras (2019)

⁶ Ministério Público de Santa Catarina (2017).



Assim, com base nos dados do Quadro 02, quanto aos critérios de análise para o atributo **autonomia** os estudantes deveriam compreender que a poluição do rio Cachoeira por corante poderia ter sido evitada se o filtro da empresa que o poluiu estivesse funcionando corretamente, pois assim filtraria e reteria as impurezas coloridas que foram despejadas em suas águas (Notícia 1); deveriam perceber que podem ocorrer alterações hidrológicas, morte de animais e proliferação de doenças quando o rio Cachoeira se torna poluído (Notícia 2); deveriam notar que a água não era potável, pois se constituía como poça barrenta; deveriam trazer hipóteses sobre possíveis problemas de se consumir tal água, como doenças ou intoxicação – e, no caso das doenças, sugerir ainda que a água fosse fervida; também deveriam propor técnicas de separação de misturas que poderiam ser utilizadas pela população maranhense para separar a água do barro, dentre elas decantação e filtração, que haviam sido vistas até então nas aulas de Química (Notícia 3).

Já quanto aos critérios de análise para a **comunicação**, os alunos deveriam realizar a atividade por meio do diálogo com colega de dupla, utilizando argumentos e expressando posteriormente de modo escrito o ponto de vista conjunto acerca das problemáticas em questão.

Por fim, quanto aos critérios para **domínio & responsabilidade**, os estudantes deveriam apresentar possibilidades para que o problema no filtro da estação de tratamento de efluentes não ocorresse novamente, como revisões periódicas do equipamento de filtração, trocas sempre que necessário ou demais sugestões que visassem evitar o despejo de efluentes no rio Cachoeira (Notícia 1); deveriam propor estratégias para preservação desse rio (Notícia 2); e ainda apresentar possibilidades para que a população maranhense de Vargem Grande pudesse ter acesso à água potável (Notícia 3).

Resultados e discussões

Quanto à exposição dos resultados, será abordado individualmente cada um dos atributos da Alfabetização Científica e Tecnológica, iniciando pela *autonomia*,



sendo discutida na sequência *comunicação* e, por fim, *domínio & responsabilidade*. As discussões são realizadas com base nos critérios supracitados, sendo abordadas as respostas dos estudantes na análise a título de exemplificação. Nesse processo, a fim de resguardar suas identidades, os alunos das três turmas foram codificados por letras associadas aos algarismos arábicos, em que as letras adotadas foram 'A', 'B' e 'C' para diferenciar as três turmas.

i) Autonomia

No que diz respeito à análise sobre a atividade, os 77 estudantes das três turmas que debateram e responderam em duplas demonstraram *autonomia*, uma vez que corresponde à apropriação de saberes científico-tecnológicos, podendo compreender e representar situações reais, lidando de modo racional com as problemáticas apresentadas (FOUREZ, 2005). Como na Notícia 1 “Afluentes do rio Cachoeira são tingidos de vermelho em Joinville” (RITTA, 2012), cujo questionamento era “Considerando que ocorreu um problema no filtro da estação de tratamento de efluentes da empresa e a água lançada no rio estava contaminada por corante, como um filtro em bom funcionamento evitaria esta situação prejudicial?”, pode ser observado a *autonomia* nas respostas das duplas de alunos, sendo as seguintes exemplos das três turmas:

O corante ficaria preso no filtro, assim evitando a contaminação da água do rio. No caso a água contaminada passaria pelo filtro bom e o corante ficaria preso no filtro liberando somente a água filtrada (A15 e A17).

O filtro separa as substâncias para que a água que vai para o rio fique limpa (B1 e B4).

Porque ocorreria o processo de filtração, separando o corante (vermelho) da água, deixando-a a mais limpa para jogar no rio, não prejudicando tanto a água do rio (C14 e C15).

Como é possível verificar, os estudantes afirmaram que o corante seria retido pelo filtro, caso ele estivesse em bom funcionamento, dizendo também que o filtro



retiraria os resíduos corantes da água, a deixando limpa para ser despejada no rio. Ainda sobre a *autonomia*, mas em relação à Notícia 2: “À beira do Cachoeira: Eles não são pescadores, mas têm o rio de Joinville na porta de casa” (PRADO, 2016), em que a problemática era “O que você acredita que pode ocorrer quando o Rio Cachoeira se torna poluído?”, todas as turmas levantaram pontos principalmente como os prejuízos aos animais, às plantas e aos moradores locais, de acordo com os exemplos:

Ele se torna “tóxico”. Há bastante sujeira e não há condições de vida. Os animais existentes morrem (A13, A14 e A16).

Prejudica o rio, a natureza, os animais e nós mesmos (B7 e B8).

O rio pode gerar várias bactérias, o que resulta em várias doenças que podem levar os moradores e animais próximos a ele, à morte. Também prejudica a natureza (C3).

Sobre essa questão Fourez (1997) comenta que a compreensão sobre a ciência e a tecnologia promove a *autonomia* e, quanto às doenças, esse conhecimento torna possível discussões razoáveis e racionais diante de uma série de problemáticas. Desse modo, sendo os indivíduos *autônomos*, não se restringem a se comportar apenas com base em roteiros pré-estabelecidos, com respostas prontas. Nas palavras do autor:

Um conhecimento básico de e sobre ciência e tecnologia oferece aos indivíduos um certo grau de autonomia. Compreender a propagação de doenças [...] nos permite negociar decisões razoáveis e racionais, diante de uma série de problemas. Podemos então evitar ‘funcionar apenas por receitas’, que necessariamente se referem à prescrição de um comportamento ou atitude, tornando-nos dependentes, às vezes com perda indevida (se parcial) de autonomia (FOUREZ, 1997, pp. 904-905, tradução nossa).

Ainda como resposta à problemática sociocientífica em questão, puderam também ser percebidos aspectos relativos à mudança hídrica em respostas de nove alunos como indicado, por exemplo, pelos estudantes das turmas B e C. Afirmaram que a água deixaria de ser potável, conteria resíduos e alteraria aspectos organolépticos, como o odor:



Acaba matando ou prejudicando a vida de animais que vivem nesse rio, afeta a vegetação próxima e a água deixará de ser potável, podendo fazer mal à saúde de pessoas que utilizam dessa água (B6).

Os peixes e animais que vivem no rio, bebem água dele ou se alimentam nele irão morrer ao ingerir resíduos, e o mau odor se agravará no local (C30).

Por fim no quesito *autonomia*, em relação às questões envolvendo a Notícia 3: “Em Vargem Grande (MA), 36% da população vivem em extrema pobreza” (JORNAL NACIONAL, 2011), cujas perguntas eram “Esta água é potável? Quais os riscos de consumir este tipo de água? O que você acredita que a população faz para tornar a água mais purificada?”, entre os 77 alunos que responderam à primeira pergunta, alguns disseram que a água era potável, não demonstrando *autonomia* (C6, C7, C8 e C17). Os demais estudantes disseram que a água não era potável e principalmente que, se consumida, poderia trazer doenças como, por exemplo, na fala dos alunos: “Não acho que ela possa ser potável, ela é barrenta e muito prejudicial a saúde” (A18 e A29). Em apenas duas respostas de dois grupos (A18 e A29; C1, C2 e C4) foi mencionada a questão de o barro ser impróprio para consumo, podendo gerar uma intoxicação alimentar.

Quanto à crença dos estudantes sobre o que a população fazia para tornar a água mais purificada, dos 77 que responderam: 31 alunos levantaram pontos como filtrar e ferver a água; 6 alunos apresentaram apenas a filtração como possibilidade; 8 alunos apontaram que a população poderia realizar a decantação; e 11 alunos indicaram que a população deveria associar a decantação com fervura. Desse modo, as ideias demonstram *autonomia* dos indivíduos, ao proporem hipóteses razoáveis à problemática apresentada. Entretanto, 18 alunos que responderam mencionaram somente a fervura da água como alternativa, não demonstrando *autonomia* sobre o processo, pois não perceberam que isso não alteraria o aspecto barrento da água.

Ainda assim, de modo geral, os estudantes demonstraram *autonomia*, tanto por considerar as técnicas filtração e decantação válidas para purificação da água,



mas também por existirem alunos que levantaram os pontos sobre a fervura para extinguir a presença de micro-organismos prejudiciais à saúde nesta água; aspecto esse não mencionado em sala durante os encontros, mas que corrobora o conhecimento dos estudantes sobre aspectos científicos. Quanto à resposta de alguns dos alunos, percebe-se os pontos discutidos: os dois primeiros acerca da filtração e fervura da água e o último sobre o processo de decantação, mas este sem menção à questão dos micro-organismos:

Provavelmente fervem a água e filtram em um filtro caseiro que provavelmente é fabricado com panos ou roupas (A8 e A9).

Filtram e depois fervem, para tirar grande parte das bactérias (B21).

Na nossa opinião eles deixam a água parada em tambores até o barro descer e a água ficar em cima e então eles vão retirando a água da parte de cima e consumindo (C25 e C31).

Diante do exposto sobre o atributo *autonomia* percebe-se que, no geral, com base na análise das problemáticas sociocientíficas sobre as Notícias 1, 2 e 3, os estudantes demonstraram esse atributo, pois segundo Fourez (1997; 2005) a *autonomia* diz respeito à representação de situações concretas, em que os alunos conseguem tomar decisões razoáveis e racionais diante de uma série de situações problemáticas. Ou seja, utilizam de seu raciocínio, não estando totalmente dependentes de procedimentos fechados, tais como métodos prontos de resolução de problemas, como também discutiram Sousa e Brito (2011) quanto ao referencial de ACT em sua pesquisa. Além disso, nesta atividade verificou-se que os estudantes puderam se situar no mundo e compreendê-lo a partir da ciência, adotando um posicionamento crítico frente à ciência e às tecnologias, numa perspectiva dos objetivos *humanistas* da ACT. Também foi percebido que houve a diminuição das desigualdades relacionadas à falta de compreensão das tecnociências, pois os indivíduos participaram de modo *autônomo* das discussões que necessitavam de conhecimentos científicos e tecnológicos e senso crítico, quanto aos objetivos *sociais* da ACT (FOUREZ, 2003; 2005).



ii) Comunicação

A atividade também propiciou a demonstração dos critérios em relação à *comunicação*, uma vez que a maioria dos alunos discutiu em duplas e indicou argumentos. Como, por exemplo, as respostas já citadas anteriormente e também as discussões dos alunos A3 e A7, quanto à Notícia 1: “Provavelmente a substância estava misturada com a água se o filtro estivesse funcionando corretamente ele iria ‘segurar’ a substância e mandar apenas na água tratada para o rio”. Segundo Fourez (2005), um indivíduo alfabetizado científica e tecnologicamente que se comunica é capaz de realizar intercâmbios linguísticos por meio de trocas sobre as questões com que se depara e é capaz de encontrar maneiras de se expressar. No caso das duplas que realizaram a atividade, fizeram-na tanto de modo verbal, entre si, quanto por escrito. Em relação a esse atributo, sobre os objetivos da ACT também foi percebido a contemplação das esferas *humanísticas* e *sociais*, assim como na discussão anterior do atributo *autonomia*, já que houveram discussões críticas argumentadas em resposta às problemáticas sociocientíficas exploradas.

Como afirma Milaré (2014) nessa perspectiva, a *comunicação* dos estudantes observada em sua pesquisa ficou evidente em todo o desenvolvimento do trabalho, expresso pelo envolvimento dos alunos em discussões suscitados pelos questionamentos, em que um deles afirmou: “O projeto permitiu, sim, avaliar um fato de forma mais crítica, de maneira coletiva e comunicativa, favorecendo não só a discussão entre o grupo, mas a comunicação em diferentes saberes” (MILARÉ, 2014, p. 133).

Contudo, na pesquisa do presente trabalho, apesar da atividade em questão ser proposta em duplas, dos 77 que a realizaram, 3 alunos entregaram-na individualmente não demonstrando *comunicação* com os demais colegas, como os alunos B6, B21 e C3. Mesmo apresentando apropriação dos conceitos, ou seja, a *autonomia*, fizeram a atividade sem discutir com os demais alunos. Em suas discussões individuais, percebe-se o ocorrido:



Filtrando os resíduos e substâncias lançadas não deixando-os passar para o rio. Um bom filtro não deixa certas substâncias passarem pois o “corante” fica parado mas o líquido consegue passar limpo (B21, quanto à Notícia 1)

O filtro separaria as substâncias, mandando a substância que contaminaria o rio, para outro lugar. Assim, não contaminando o rio (B6, quanto à Notícia 1)

O rio pode gerar várias bactérias, o que resulta em várias doenças que podem levar os moradores e animais próximos a ele, à morte. Também prejudica a natureza (C3, quanto à Notícia 2).

Apesar de terem realizado de modo individual, nesses casos percebeu-se que o atributo *comunicação* foi manifestado pelos estudantes no sentido de poderem comunicar suas percepções de modo escrito na atividade por meio da linguagem. Ou seja, encontrando formas de se expressar. Como Fourez (2005, p. 62, tradução nossa) afirma: “Eu consideraria [...] alguém como alfabetizado científica e tecnologicamente quando seus conhecimentos lhe proporcionassem [...] uma certa capacidade de comunicação (encontrar formas de "dizer")”.

iii) Domínio & Responsabilidade

Sobre o atributo *domínio & responsabilidade*, apenas uma dupla apresentou os critérios correlacionados a esse quesito, apontando que a partir da discussão em conjunto atribuíram a poluição à ausência de vistorias pela empresa na Notícia 1: “Achamos que a empresa deveria ter feito uma vistoria no filtro, e assim, percebido se ele estava em mal funcionamento realizando a troca do mesmo” (C12 e C13). Sobre esse atributo, percebe-se que as alunas lidaram com propostas de tomada de decisões frente às situações concretas com que se depararam, como discute Fourez (2005, p. 62, tradução nossa):

Eu consideraria [...] alguém como alfabetizado científica e tecnologicamente quando seus conhecimentos lhe proporcionassem [...] um certo domínio e responsabilidade, diante de situações concretas (como o contágio, o congelamento, o computador, um fax, um motor diesel, etc.). Enfatizamos que essa "alfabetização" não diz



respeito apenas à materialidade das situações, mas também à vida afetiva, social, ética e cultura.

Em correlação com os objetivos da ACT, pode-se perceber no exemplo das alunas uma contemplação dos objetivos *econômico-políticos*, pois as estudantes abordaram a necessidade de vistorias, ou seja, questões de ordem política no âmbito econômico-industrial. Desse modo, demonstraram ainda coerência, segurança e poder de argumentação nas decisões, como também observaram Souza e Brito (2011) em suas propostas envolvendo a Alfabetização Científica e Tecnológica sobre o atributo *domínio & responsabilidade*.

De modo geral, diante da baixa ocorrência do atributo *domínio & responsabilidade* nesta atividade, reflete-se que isso provavelmente se deve ao fato de os questionamentos sobre as Notícias 1, 2 e 3 não apontarem diretamente a tal reflexão e, assim, mesmo que os alunos tivessem o desenvolvimento de tais atributos, não os manifestaram nas produções. Isso tanto no sentido de apresentarem estratégias para a preservação do rio Cachoeira quanto às possibilidades de a população maranhense obter acesso à água potável. Assim, em aplicações futuras dessas atividades, almeja-se fomentar o desenvolvimento de tal atributo por parte dos estudantes, sendo trazidas reflexões nesse âmbito.

Considerações finais

Tendo em vista o objetivo dessa pesquisa, analisar o desenvolvimento da Alfabetização Científica e Tecnológica dos estudantes por meio dos atributos *autonomia, comunicação e domínio & responsabilidade*, verificou-se que a proposta contemplou o desenvolvimento da ACT com a realização de uma atividade abordando problemáticas sociocientíficas. Ou seja, nesse processo, foi desenvolvida a capacidade reflexiva do estudante e foram fornecidos subsídios à compreensão da ciência e tecnologia, manifestada em âmbitos *humanistas, sociais e econômico-políticos*, de acordo com os objetivos da ACT (FOUREZ, 2003; 2005).



Para a *autonomia*, que se refere à capacidade de compreender e representar situações reais e também lidar de modo razoável e racional com problemas que se apresentam (FOUREZ, 2005), foi constatado que os estudantes compreenderam que a poluição do rio Cachoeira por corante poderia ter sido evitada se o filtro da empresa que o poluiu retivesse as impurezas; que podem ocorrer alterações hidrológicas, morte de animais e proliferação de doenças, caso o rio Cachoeira não seja preservado; que águas barrentas não são potáveis, em que trouxeram hipóteses sobre possíveis problemas de consumi-las, como doenças e intoxicação; e que foram capazes de propor técnicas de separação de misturas que poderiam ser utilizadas para separar a água do barro, no caso do acesso aos recursos hídricos de uma população maranhense.

No que se refere à *comunicação*, compreendida como a capacidade de relacionar-se com os demais realizando trocas sobre as questões com que se depara (FOUREZ, 2005), foi observado que a maior parte dos estudantes desenvolveu a atividade por meio do diálogo com o colega da dupla e que foi registrado o ponto de vista sociocientífico conjunto acerca das problemáticas em questão.

Em relação ao atributo *domínio & responsabilidade*, entendido como a tomada de decisão dos indivíduos com base no domínio dos conceitos que detêm (FOUREZ, 2005), apenas uma dupla a apresentou, pois discutiu possibilidades para evitar a poluição do rio Cachoeira, a fim de que problemas como os de filtros que poluem rios não ocorram novamente e sugeriram revisões e manutenções periódicas do equipamento de filtração. Diante da baixa ocorrência deste último atributo em relação aos demais, pondera-se que isso pode ter ocorrido devido às problemáticas trazidas para discussão não terem conduzido os estudantes a essa reflexão.

Por isso, a partir da análise dessa atividade envolvendo notícias, almeja-se reformular as questões de debate para que o desenvolvimento futuro de todos os atributos possa ser alcançado por um maior número de estudantes e, com isso, garantir que os objetivos *humanistas, sociais e econômico-políticos* sejam atendidos



dentro da educação científica na promoção da Alfabetização Científica e Tecnológica.

Referências

BRASIL. **Lei nº 9.394, de 20 de dezembro de 1996**. Estabelece as diretrizes e bases da educação nacional. Diário Oficial da União, Brasília, 23 dez. 1996.

FOUREZ, Gérard. **Alfabetización Científica y Tecnológica**: Acerca de las finalidades de la enseñanza de las ciencias. Tradução: Elsa Gómez de Sarría. Buenos Aires: Ediciones Colihue, 2005. 256 p.

FOUREZ, Gérard. Crise no Ensino de Ciências? **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 8, n. 2, pp. 109-123, 2003. Disponível em: <<https://www.if.ufrgs.br/cref/ojs/index.php/ienci/article/view/542/337>>. Acesso em: 30 nov. 2019.

FOUREZ, Gérard. Scientific and Technological Literacy as a Social Practice. **Social Studies of Science**, v. 27, n. 6, pp. 903-936, dez. 1997. Disponível em: <<https://journals.sagepub.com/doi/abs/10.1177/030631297027006003>>. Acesso em: 30 nov. 2019.

JORNAL NACIONAL. Em Vargem Grande (MA), 36% da população vivem em extrema pobreza. **Jornal Nacional**, Rede Globo, G1, 18 nov. 2011. Disponível em: <<http://g1.globo.com/jornal-nacional/noticia/2011/11/em-vargem-grande-ma-36-da-populacao-vivem-em-extrema-pobreza.html>>. Acesso em: 16 jun. 2019.

MILARÉ, Tathiane. A Proposta Metodológica de Ilha Interdisciplinar de Racionalidade em um Curso de Licenciatura em Química: Discutindo Informações de Corrente de E-mail. **Química Nova na Escola**, v. 36, n. 2, pp. 126-134, maio 2014. Disponível em: <http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc36_2/08-RSA-12-12.pdf>. Acesso em: 19 jun. 2019.

MINISTÉRIO PÚBLICO DE SANTA CATARINA (MPSC). **Empresa têxtil indenizará sociedade por poluição no Rio Cachoeira**. Coordenadoria de Comunicação Social do MPSC. 08 de nov. 2017. Disponível em: <<https://mpsc.mp.br/noticias/empresa-textil-indenizara-sociedade-por-poluicao-no-rio-cachoeira>>. Acesso em: 16 jun. 2019.

MINAYO, Maria Cecília de Souza. O desafio da pesquisa social. In: DESLANDES, Suely Ferreira; GOMES, Romeu; MINAYO, Maria Cecília de Souza (Org.). **Pesquisa Social: Teoria, método e criatividade**. 28 ed. Petrópolis: Vozes, 2009. p. 9-29.

PRADO, Windson. À beira do Cachoeira: Eles não são pescadores, mas têm o rio de Joinville na porta de casa. **Notícias do Dia**, 29 dez. 2016. Disponível em: <<https://ndonline.com.br/joinville/noticias/a-beira-do-cachoeira-eles-nao-saopescadores-mas-tem-o-rio-de-joinville-na-porta-de-casa>>. Acesso em: 22 abr. 2018.



RITTA, Rosana. Afluentes do rio Cachoeira são tingidos de vermelho em Joinville. **Notícias do Dia**, 07 jul. 2012. Disponível em: <<https://ndonline.com.br/joinville/noticias/afluentes-dorio-cachoeira-sao-tingidos-de-vermelho-em-joinville>>. Acesso em: 22 abr. 2018.

SCHNEIDER, Ruy Pedro. **Poluição do Rio Cachoeira de Joinville (SC), no período de 1985 a 1995**: Uma proposta para a sua prevenção e correção. Dissertação (Dissertação em Direito) – Pós-Graduação em Direito, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 1999. 171 p. Disponível em: <<https://repositorio.ufsc.br/handle/123456789/80922>>. Acesso em: 16 jun. 2019.

SOUSA, Rogério; BRITO, Licurgo. **Alfabetização Científica e Tecnológica e CTS numa Ilha de Racionalidade sobre consumo consciente de energia elétrica**. VIII ENPEC, Campinas (SP), 05 a 09 de dezembro de 2011. Associação Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências (ABRAPEC). 2011. Disponível em: <http://abrapecnet.org.br/atas_enpec/viiienpec/resumos/R0188-1.pdf>. Acesso em: 01 dez. 2018.