

ANÁLISE DE NÍVEIS DE ALFABETIZAÇÃO CIENTÍFICA E TECNOLÓGICA A PARTIR DE UMA QUESTÃO SOCIOCIENTÍFICA ENVOLVENDO DESASTRES AMBIENTAIS E ATIVIDADES DE MINERAÇÃO

Robson Almeida Monteiro de Farias ¹
Ruth do Nascimento Firme ²

RESUMO

Neste estudo temos como objetivo identificar níveis de alfabetização científica e tecnológica (ACT) de alunos do ensino médio quando discutem uma questão sociocientífica (QSC) que envolve desastres ambientais e atividades de mineração. O contexto deste estudo foi uma turma de ensino médio de uma escola da rede privada localizada na região metropolitana do Recife/PE e contou com a participação de dezoito alunos com faixa etária entre 15 e 17 anos. O estudo seguiu uma abordagem qualitativa dos dados e lançou mão do questionário como instrumento de coleta de dados. Três etapas metodológicas foram desenvolvidas: elaboração, aplicação e análise do questionário. Na elaboração do questionário consideramos os três níveis de ACT: prática, cívica, cultural. A aplicação do questionário precedeu ao desenvolvimento da intervenção didática sobre a QSC em tela para abordagem dos conteúdos químicos relativos à Tabela Periódica e aos Metais Pesados. As análises dos dados consideraram como categorias analíticas os três níveis de ACT. A partir dos resultados das análises, pudemos identificar os níveis de ACT prática, cívica e cultural. Neste sentido, destacamos dois aspectos que podem ter contribuído para este resultado: elaboração das questões direcionadas para os níveis de ACT; e questões envolvendo uma QSC atual que envolveu aspectos mais amplos, característicos das QSC, ou seja, tecnológicos, sociais, econômicos etc., e não apenas científicos. Nesta direção, podemos dizer que as QSC se constitui como uma das abordagens de ensino de ciências, mais particularmente, de ensino de química, com potencialidade para promover a ACT dos alunos.

Palavras-chave: Ensino de química, Alfabetização científica e tecnológica, Questão sociocientífica, Desastres ambientais e atividades de mineração.

INTRODUÇÃO

A ciência e a tecnologia fazem parte do contexto social atual. Hoje, por exemplo, muitas pessoas dificilmente se adaptariam sem o uso de *smartphones*, internet e televisão, por exemplo. O principal motivo: esses artefatos estão relacionados com muitas de nossas necessidades de trabalho, de comunicação, de lazer etc. Portanto, aplicações e implicações do desenvolvimento científico e tecnológico fazem parte da sociedade contemporânea.

¹ Graduando do Curso de Licenciatura Plena em Química da Universidade Federal Rural de Pernambuco - UFRPE, rob.almeidadefarias@gmail.com;

² Professora - Doutora, Departamento de Química/Universidade Federal Rural De Pernambuco - UFRPE, ruthquimica.ufrpe@gmail.com.

É neste contexto que destacamos a necessária Alfabetização Científica e Tecnológica (doravante ACT) dos cidadãos. Conforme afirma Shen (1975), a ACT pode ser concebida como uma necessidade de todos, cientistas ou não, em melhor compreender o funcionamento da ciência e da tecnologia na sociedade, além de compreender suas linguagens e aplicações e implicações delas decorrentes, aproveitando melhor seus benefícios. Nesta perspectiva, Chassot (2003) considera que a sociedade melhor se desenvolve a partir da aquisição de conhecimentos científicos e, podemos dizer, tecnológicos, visto que cada vez mais torna-se dependente dos produtos da tecnologia.

Neste contexto, segundo Martín-Díaz (2002), a tendência da educação em ciências é educar cientificamente a população para que compreendam, por exemplo, problemas sociais relativos à ciência e à tecnologia, e saibam agir diante deles. E nesta direção, esta autora chama atenção para abordagens pedagógicas no ensino de ciências, uma vez que elas podem refletir diretamente no processo de ACT.

Uma das abordagens pedagógicas discutidas por vários pesquisadores da área de ensino de ciências, no âmbito nacional e internacional, com potencialidade para promover a ACT se refere às Questões Sociocientíficas (QSC). As QSC são caracterizadas como dilemas sociais, geralmente complexos que envolvem conceitos, processos e tecnologias relacionados a ciência, ou seja, os conhecimentos científicos são fundamentais para a compreensão e possíveis buscas de soluções para esses dilemas (CONRADO; NUNES-NETO, 2018). Portanto, a ACT pode ser desenvolvida a partir da abordagem de QSC que impulse a tomada de decisão dos alunos diante de situações controversas que envolvem ciência e tecnologia em suas relações com a sociedade (ACEVEDO *et al.*, 2005; SASSERON; CARVALHO, 2011; CONRADO; NUNES-NETO, 2018).

No âmbito nacional, documentos oficiais como a Base Nacional Comum Curricular (BNCC) do Ensino médio, aprovada no final de 2018, orienta sobre algumas competências específicas na área de ciências da natureza e suas tecnologias. Uma dessas competências, podemos destacar, se aproxima do entendimento da ACT discutida neste estudo, ao tempo que apresenta como um dos objetivos para a respectiva área:

“Investigar situações-problema e avaliar aplicações do conhecimento científico e tecnológico e suas implicações no mundo, utilizando procedimentos e linguagens próprios das Ciências da Natureza, para propor soluções que considerem demandas locais, regionais e/ou globais, [...]” (BRASIL, 2018, p. 553).

Na perspectiva de promover a ACT de alunos por meio de abordagens pedagógicas que envolvem QSC, nos parece relevante, um estudo preliminar, ou seja, uma diagnose dos níveis de ACT dos alunos com vistas a subsidiar um planejamento didático neste sentido. Nesta direção, este estudo foi conduzido a partir da seguinte questão de pesquisa: quais níveis de alfabetização científica e tecnológica podem ser identificados em alunos do ensino médio?

Na busca de respostas para a questão de pesquisa, temos como objetivo neste estudo identificar níveis de alfabetização científica e tecnológica de alunos do ensino médio.

METODOLOGIA

Este estudo é um recorte de uma pesquisa mais ampla intitulada “Alfabetização Científica e Tecnológica no ensino de química por meio de Questões Sociocientíficas”, que se encontra em desenvolvimento para trabalho de conclusão de curso de Licenciatura em Química, na UFRPE – DOIS UNIDOS, da qual participam dezoito alunos do ensino médio, com faixa etária entre 15 e 17 anos, de uma escola da rede privada localizada na região metropolitana do Recife/PE.

A QSC adotada foi “Desastres Ambientais e Atividades de Mineração”, considerando que tais desastres estão cada vez mais frequentes no Brasil e no mundo. Casos como o rompimento da barragem em Brumadinho, em janeiro de 2019, não são raridades. É só lembrar do rompimento da barragem em Mariana, em novembro de 2015.

As etapas metodológicas da respectiva pesquisa correspondem à elaboração de um questionário para a diagnose inicial dos níveis de ACT dos alunos (etapa 1), aplicação do questionário (etapa 2), à elaboração e ao desenvolvimento de uma intervenção didática baseada na abordagem da QSC em tela (etapas 3 e 4), e análises dos dados empíricos relativos às respostas dos alunos ao questionário (etapa 5), ao desenvolvimento da intervenção (etapa 6), à QSC abordada (etapa 7), e às evoluções nos níveis de ACT dos alunos diagnosticados antes da intervenção (etapa 8).

O estudo desenvolvido e discutido neste artigo, recorte desta pesquisa mais ampla, refere-se às etapas metodológicas 1, 2 e 5, ou seja, elaboração, aplicação e análise do questionário visando a diagnose inicial da ACT dos alunos. Nesta direção, adotamos uma abordagem qualitativa dos dados, pois buscamos interpretá-los sem neles interferir, além de atribuímos significados aos mesmos, de modo a descrever a relação entre o objeto de estudo com o seu respectivo ambiente (PRODANOV; FREITAS, 2013).

Portanto, o desenvolvimento deste estudo contemplou três etapas metodológicas. Na primeira etapa metodológica, elaboramos o questionário, sendo ele o instrumento de coleta dos dados. O questionário constou de seis questões discursivas. Na elaboração das questões consideramos os níveis de ACT propostos por Shen (1975), os quais são: ACT prática; ACT cívica; ACT cultural. As respectivas questões (apresentadas de forma resumida) e suas relações com os níveis de ACT estão ilustradas no quadro 1.

Quadro 1: Relação entre as questões e os níveis de ACT segundo Shen (1975)

Questões	ACT prática	ACT cívica	ACT cultural
Como você acha que os metais ferro e cromo eram utilizados na pré-história?			X
Quais diferenças existem entre o elemento químico ferro (${}_{26}\text{Fe}$) e um prego de aço?	X		X
Cite exemplos de materiais, nos dias atuais, que contém aço, bronze e cobre.	X		X
Até que ponto o processo de mineração é benéfico à sociedade?		X	
É apresentado uma situação problema, onde uma peixe fêmea está em um ambiente contaminado por metais pesados e, por isso, muda o seu fluxo para uma área mais limpa. É questionado se os filhotes desse animal apresentarão traços dos metais que foram ingeridos pela mãe.	X	X	
Como você enxerga os processos de mineração? Relacione com os impactos negativos e positivos que a mineração tem no meio ambiente e na sociedade.		X	

Fonte: elaborado pelos autores.

A primeira questão foi direcionada ao nível de ACT cultural, considerando que este envolve a compreensão da interferência da ciência e da tecnologia no desenvolvimento humano (ACEVEDO-DIAZ; ALONSO; MANASSERO-MAS, 2003). A segunda e terceira questões estão relacionadas ao nível de ACT prática, com vistas à compreensão de relações entre conceitos científicos (e tecnológicos) às atividades diárias e práticas do cidadão (LORENZETTI; DELIZOICOV, 2001), bem como, ao nível de ACT cultural. A quarta e a sexta questões estão voltadas para o nível de ACT cívica, dado que este nível está relacionado às condições para o desenvolvimento do pensamento crítico e para participação ativa nas decisões democráticas da sociedade (LORENZETTI; DELIZOICOV, 2001). A quinta questão foi direcionada para os níveis de ACT prática e cívica, e narra uma história, em que o participante é convidado a solucionar o seguinte questionamento: um pescador consome um peixe contaminado por metais pesados, esse pescador será contaminado?

Na segunda etapa metodológica, aplicamos o questionário com os alunos. Vale destacar que o momento da aplicação do questionário precedeu ao desenvolvimento da

intervenção didática, por meio da qual a QSC “Desastres Ambientais e Atividades da Mineração” seria usada como estratégia didática para abordar os conteúdos de química relativos à Tabela Periódica e Metais Pesados. A aplicação do questionário durou aproximadamente trinta minutos. Na terceira etapa metodológica, analisamos as respostas dos alunos ao questionário. As análises tomaram por base as seguintes categorias analíticas: ACT prática; ACT cívica; e ACT cultural.

DESENVOLVIMENTO

As pesquisas voltadas para a alfabetização científica se estendem desde o século passado. Seus componentes curriculares (e respectivas aplicabilidades) foram sendo modificados de acordo com o contexto histórico e social de cada país, bem como seus significados (BYBEE, 1997; CHUN *et al.*, 1999; DEBOER, 1997, 2000; HURD, 1998; OLIVER *et al.*, 2001; *apud* ACEVEDO-DIAZ *et al.*, 2003).

O termo Alfabetização Científica apresenta vários significados semânticos e, entre alguns deles, existem divergências quanto aos objetivos a serem alcançados, fazendo com que sua compreensão seja bastante complexa (SASSERON; CARVALHO, 2011).

O termo em inglês *Scientific Literacy* recebeu três traduções para o português, são elas: letramento científico, enculturação científica e alfabetização científica. Cada tradução é justificada por diferentes grupos de autores/pesquisadores (SASSERON; CARVALHO, 2011). Chassot (2003, p. 91), por exemplo, assume a expressão alfabetização científica considerando que: “ser alfabetizado cientificamente é saber ler a linguagem em que está escrita a natureza. É um analfabeto científico aquele incapaz de uma leitura do universo”. Em outra passagem, esse mesmo autor afirma: “Entender a ciência nos facilita, também, para controlar e prever as transformações que ocorrem na natureza.” (CHASSOT, 2003, p. 91).

Hurd, primeiro autor a utilizar o termo *Scientific Literacy* em 1958, relaciona a importância da história e filosofia da ciência no processo de aprendizagem em todos os níveis de ensino (educação básica, passando pela graduação e continuando na pós-graduação) (SASSEERON; CARVALHO, 2011). Vale ressaltar que Hurd menciona o trabalho de James Wilkinson de 1847, intitulado “*Science for All*”, e destaca a importância do debate em sala de aula sobre as diferenças entre os que *fazem ciência* e os que *aplicam ciência*, devendo este último aspecto ser mais trabalhado nas aulas de ciências (SASSERON; CARVALHO, 2011).

Segundo Acevedo-Diaz *et al.* (2003), a partir da década de noventa, discussões sobre mudanças e planejamentos do currículo de ciências foram intensificadas, e a alfabetização científica passou a ser entendida como componente curricular estruturante da educação básica. Contudo, este autor destaca a importância da tecnologia neste processo considerando que “[...] a dimensão tecnológica é agora explicitamente adicionada à noção de alfabetização científica e se estende a todas as pessoas” (ACEVEDO-DIAZ *et al.*, 2003, p. 31). É nesta perspectiva que adotamos neste estudo a expressão Alfabetização Científica e Tecnológica (ACT) (ACEVEDO, 1996, ACEVEDO-DIAZ; ALONSO; MANASSERO-MAS, 2003; SASSERON; CARVALHO, 2011; LORENZETTI; SIEMSEN; OLIVEIRA, 2017).

Várias tentativas para categorizar a alfabetização científica foram realizadas por pesquisadores em todo mundo. Shen (1975) foi um dos primeiros a classificar a alfabetização científica, considerando três níveis: alfabetização científica prática, alfabetização científica cívica e alfabetização científica cultural. Esses níveis de ACT são diferentes entre si, não apenas em seus objetivos, mas muitas vezes depende do seu público, uma vez que são os sujeitos, orientados pela curiosidade, que buscam relacionar os saberes científicos e tecnológicos as suas necessidades pessoais, e conseqüentemente, às necessidades sociais (SHEN, 1975).

A alfabetização científica prática tem como objetivo relacionar conceitos científicos (e tecnológicos) às atividades diárias e práticas do cidadão (SHEN, 1975; LORENZETTI; SIEMSEN; OLIVEIRA, 2017). Neste nível, o cidadão pode compreender fenômenos naturais, bem como entender o funcionamento de artefatos tecnológicos. Um exemplo deste nível de ACT refere-se ao indivíduo saber diferenciar gordura *cis* de gordura *trans*, ou compreender o funcionamento da internet *Wi-Fi* em aparelhos tecnológicos.

A alfabetização científica cívica busca desenvolver no cidadão pensamento crítico para que este esteja apto a participar, de forma ativa, nas decisões democráticas da sociedade (SHEN, 1975; LORENZETTI; SIEMSEN; OLIVEIRA, 2017). Um exemplo desse tipo de ACT é o indivíduo entender que os produtos de limpeza têm sua funcionalidade, mas geram resíduos que podem ser contaminantes e interferir negativamente no ecossistema marinho, caso esse resíduo não seja tratado. Esse tipo de ACT proporciona ao cidadão a formulação de ideias críticas para poder compreender e se posicionar sobre aplicações e implicações da ciência e da tecnologia na sociedade (ACEVEDO-DIAZ; ALONSO; MANASSERO-MAS, 2003; LORENZETTI; SIEMSEN; OLIVEIRA, 2017).

A alfabetização científica cultural converge para a compreensão da Natureza da Ciência e Tecnologia (NdCeT) em sua relação com a cultura humana. Neste nível de ACT o indivíduo tem condições de entender a interferência da ciência e da tecnologia no desenvolvimento humano (ACEVEDO-DIAZ; ALONSO; MANASSERO-MAS, 2003). Desta forma, este nível de ACT pode contribuir para desmistificar superstições e crenças acerca da ciência e da tecnologia que permeiam a sociedade (SHEN, 1975).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para discussão dos resultados deste estudo, inicialmente, apresentamos as respostas de alguns alunos às questões do questionário. Posteriormente, analisamos os níveis de ACT a partir de tais respostas.

Nesta direção, sobre a primeira questão: “Como você acha que os metais ferro e cromo eram utilizados na pré-história?”, ilustramos algumas das respostas no quadro 2:

Quadro 2: Respostas de alunos para a questão 1

Alunos	Respostas
A1	“Usado para defesa, ferro-espadas.”
A4	“Como armas para a caça de alimentos e entre outros.”
A11	“Idade do Cobre: Objetos de artesanatos. Idade do Bronze: Moedas, medalhas entre outros objetos. Idade do Ferro: construções, ferrovias, instrumentos de caça, colheta, e etc.”

Fonte: elaborado pelos autores.

Podemos perceber que o A1 e o A4 responderam considerando que estes metais eram utilizados principalmente para a caça de alimentos e como armaduras de guerra, e estas respostas são representativas da maioria dos alunos. O A11 respondeu exemplificando o uso de cada metal nas respectivas Idades. Entretanto, parece compreender que os metais não eram utilizados em diferentes épocas, sugerindo, por exemplo, que o ferro não era utilizado na Idade do Cobre. Adicionalmente, A11, na Idade do Ferro (1.200 a.C. – 1.000), associou a construção de ferrovias. Entretanto, o ferro só veio a ser utilizado para esses fins em meados do século VI, durante a Revolução Industrial.

Quanto a segunda questão: “Quais diferenças existem entre o elemento químico ferro (26Fe) e um prego de aço?”, obtivemos respostas como as ilustradas no quadro 3:

Quadro 3: Respostas de alunos para a questão 2

Alunos	Respostas
A4	“O prego de ferro é mais forte do que o de aço e com isso o de aço é mais barato e por isso os pregos de aço esta se saindo melhor.”

A7	“Ferro ele é um elemento que aparenta ser muito resistente e tem pequenas porcentagens de outros materiais. E o aço precisa de outros materiais para ser formado.”
A14	“Que o ferro sofre oxidação diferente do aço que não se enferruja.”

Fonte: elaborado pelos autores.

O A4 toma como critério a “força” para diferenciar o elemento químico “prego de ferro” e um prego de aço. Entretanto, sobre esta resposta destacamos que o aço apresenta 97 a 99 % de ferro e os 3 a 1 % de carbono e outros metais, sendo mais resistente que o próprio ferro. O A7 afirma em sua resposta que “o aço precisa de outros materiais para ser formado”, porém compreende que o elemento ferro “tem pequenas porcentagens de outros elementos”. Ou seja, esse aluno tem uma pequena noção sobre misturas e ligas metálicas. Por outro lado, o A14 diferencia o elemento químico ferro e o prego de aço considerando o conceito científico de oxidação, afirmando “que o ferro sofre oxidação” e que “o aço não se enferruja”.

Em relação a terceira questão: “Cite exemplos de materiais, nos dias atuais, que contém aço, bronze e cobre”, algumas das respostas dos alunos estão transcritas no quadro 4:

Quadro 4: Respostas de alunos para a questão 3

Alunos	Respostas
A9	“Usados para painéis e construir casa.”
A12	“Cobre é utilizado para ligações elétricas de energia como condutor. Bronze como uma joia mas não tão comparado ao ouro.”
A18	“Existem muitas casas que as pessoas constroem que são utilizadas ferro.”

Fonte: elaborado pelos autores.

Quanto aos materiais que contêm aço, bronze e cobre, o A9 aponta utensílios domésticos como painéis, o A18 indica materiais de construção de casas, por exemplo. O A12, por sua vez, apontou em sua resposta que o cobre é usado “para ligações elétricas [...] como condutor” e que o bronze e o ouro são usados em joias, destacando ouro como mais valioso que o bronze.

Sobre a quarta questão: “Até que ponto o processo de mineração é benéfico à sociedade?”, os alunos apresentaram respostas tais como as ilustradas no quadro 5:

Quadro 5: Respostas de alunos para a questão 4

Alunos	Respostas
A12	“Até o ponto em que ela não passe de limites de exploração de recursos naturais. Não abusando certamente da natureza”
A11	“No caso da mineração não traz nenhum benefício pois era para ser feita em lugares propícios e não em lugares que moram famílias e áreas de construção.”
A8	“Ela beneficia para fazer coisas mais sólidas e que demore mais a se romper.”

Fonte: elaborado pelos autores.

O A8 associou o benefício da mineração para sociedade com questões de segurança em relação aos casos de rompimento de barragens. O A11 não apontou benefícios da mineração e destacou que esta atividade deve ser “feita em lugares propícios e não em lugares que moram famílias”. O A12 apenas destacou que os benefícios da mineração existem até o ponto de não ultrapassar limites quanto à “exploração da natureza”.

Quanto a quinta questão, “É apresentado uma situação problema, onde uma peixe fêmea está em um ambiente contaminado por metais pesados e, por isso, muda o seu fluxo para uma área mais limpa. É questionado se os filhotes desse animal apresentarão traços dos metais que foram ingeridos pela mãe”, obtivemos respostas tais como as ilustradas no quadro 6:

Quadro 6: Respostas de alunos para a questão 5

Alunos	Respostas
A2	“Sim porque passou para o filhote e do filhote para o ser humano.”
A8	“Sim por conta da grande quantidade pode prejudicar não só os pescadores como os animais.”
A9	“Não, porque quem está contaminada é a mãe”

Fonte: elaborado pelos autores.

Para A2 a contaminação do peixe-mãe para os filhotes ocorre, e por consequência, contamina os seres humanos. O A8 afirmou que ocorre a contaminação e destacou que “prejudica não só os pescadores como os animais”. Para o A9, por sua vez, não ocorre a contaminação ao tempo em que só a “mãe-peixe” estaria contaminada.

Por fim, em relação a questão 6, “Como você enxerga os processos de mineração? Relacione com os impactos negativos e positivos que a mineração tem no meio ambiente e na sociedade”, obtivemos respostas tais como as ilustradas no quadro 7:

Quadro 7: Respostas de alunos para a questão 6

Alunos	Respostas
A16	“Impactos positivos à Sociedade: maior produtos e comercialização / Impactos negativos ao Meio Ambiente: extração excessiva causando dano no solo.”
A12	“Impactos negativos à Sociedade: desastres químicos de poluição e mortes / Impactos negativos ao Meio Ambiente: poluindo e contaminando animais e o solo Impactos positivos à Sociedade: Adquirindo o produto extraído.”
A11	“Impactos negativos ao Meio Ambiente: o desmatamento para construção de minas, as árvores sendo queimadas para utilização de carvão vegetal ou para construção Impactos positivos à Sociedade: extração de minerais para construções ou vendas.”

Fonte: elaborado pelos autores.

O A11 apontou como impactos positivos para a sociedade a extração de minerais para venda e construção e impactos negativos relativos ao meio ambiente considerando “o

desmatamento para construção de minas, as árvores sendo queimadas para utilização de carvão vegetal ou para construção”. O A12, por sua vez, indicou como impactos negativos “desastres químicos de poluição e mortes / Impactos negativos ao Meio Ambiente: poluindo e contaminando animais e o solo” e como impactos positivos a aquisição dos produtos extraídos pela mineração. O A16 apontou como aspectos positivos da atividade de mineração para a sociedade, os produtos dela decorrentes e a comercialização dos mesmos, destacando como aspectos negativos para o meio ambiente a excessiva extração de minérios que ocasiona danos ao solo.

A partir das respostas dos alunos, buscamos responder a questão condutora deste estudo: quais níveis de alfabetização científica e tecnológica podem ser identificados em alunos do ensino médio da educação básica?

Nesta direção, considerando o nível de ACT prática – aquele relativo a compreensão de relações entre conceitos científicos e atividades e práticas cotidianas (SHEN, 1975; LORENZETTI; SIEMSEN; OLIVEIRA, 2017), fomentado pelas questões 2, 3 e 5 do questionário, pudemos identificar indícios deste nível a partir das respostas de alguns alunos. Por exemplo, a partir da resposta de: A14 para a questão 2, quando este diferencia o elemento químico ferro e o prego de aço citando o conceito químico “oxidação”; A12 para a questão 3 visto que ele considera o uso do cobre em ligações elétricas por ser “condutor metálico”; A8 para a questão 5 quando ele afirma que existe a contaminação por metais pesados em peixes e, por consequência, em humanos.

Quanto ao nível de ACT cívica – relacionado ao desenvolvimento de pensamento crítico e participação em decisões democráticas na sociedade (SHEN, 1975; LORENZETTI; SIEMSEN; OLIVEIRA, 2017), fomentado pelas questões 4, 5 e 6 do questionário, identificamos indícios deste nível a partir das respostas de alguns alunos. Nesta direção, temos as respostas de: A8, A11 e A12 para a questão 4, quando consideram, em conjunto, que os benefícios da atividade de mineração estão associados à necessidade de respeitar “os limites de exploração dos recursos naturais” e não ser desenvolvida em locais de moradia; A2 e A8 para a questão 5, ao considerarem que a contaminação por metais pesados afeta meio ambiente, animais e o homem; A11, A12 e A16 para a questão 6, ao compreenderem aspectos positivos e negativos da atividade mineradora para a sociedade.

Sobre o nível de ao nível de ACT cultural – aquele relativo à compreensão da interferência da ciência e da tecnologia como desenvolvimento humano (ACEVEDO-DIAZ; ALONSO; MANASSERO-MAS, 2003), fomentado pelas questões 1, 2 e 3 do questionário,

indícios deste nível foram identificados a partir das respostas de alguns alunos. Por exemplo, a partir das respostas de: A11 para a questão 1, quando este aponta o uso do ferro nas construções, ferrovias, instrumentos de caça, colheta etc., parecendo sinalizar o uso dos conhecimentos científicos e tecnológicos no desenvolvimento humano; A14 para a questão 2, ao indicar que o ferro sofre oxidação e o aço não; e A12 ao mencionar que o cobre é utilizado em ligas metálicas por ser um condutor de eletricidade. Entretanto, destacamos que não podemos afirmar, a partir de tais respostas, que as compreensões de A11, A12 e A14 se referem ao desenvolvimento científico e tecnológico para suprir diferentes necessidades da sociedade em relação, por exemplo, à instrumentos para caça, à produção de materiais resistentes e de materiais não oxidáveis, e à produção de materiais condutores de eletricidade.

Adicionalmente, identificamos equívocos conceituais nas respostas de alguns alunos, como, por exemplo: nas respostas de A4 e de A7 para a questão 1, relativos por exemplo à maior resistência entre ferro e o aço; e na resposta de A9 para questão 5, relativos a não acumulação de metais pesados. Entendemos que tais discordâncias conceituais podem comprometer o processo de ACT dos alunos, e neste caso, suma importância, devem ser considerados pelo professor.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Neste estudo, analisamos respostas de alunos às questões relativas a uma QSC envolvendo desastres ambientais e atividades de mineração, e a partir de algumas respostas, identificamos os três níveis de ACT. A nosso ver, este resultado tem relação com dois aspectos: primeiro, o fato das questões terem sido elaboradas a partir dos níveis de ACT prática, cívica e cultural; segundo, as questões abordaram uma QSC atual e que envolve aspectos mais amplos, aspectos característicos das QSC, ou seja, tecnológicos, sociais, econômicos etc, e não apenas científicos. Portanto, podemos dizer que QSC podem se constituir como uma das abordagens de ensino de ciências, e mais especificamente, de ensino de química, para o desenvolvimento da ACT dos alunos.

Nesta direção, destacamos a relevância de estudos futuros envolvendo o planejamento e o desenvolvimento de intervenções didáticas baseada em QSC visando o desenvolvimento dos três níveis de ACT pelos alunos.

REFERÊNCIAS

ACEVEDO-DIAZ, J. A.; ALONSO, A. V.; MANASSERO-MAS, M. A. Papel de la educación CTS en una alfabetización científica y tecnológica para todas las personas. **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias**, Madrid, v. 02, n. 02, p.80-111, 2003.

ACEVEDO, J. A.; VÁZQUEZ, Á.; MARTÍN, M; OLIVA, J. M. *et. al.* Naturaleza de la ciencia y educación científica para la participación ciudadana. Una revisión crítica. **Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias**, Madrid, v. 02, n. 02, p. 121-140, 2005.

BRASIL. Conselho Nacional de Educação; Câmara de Educação Básica. **Resolução nº3, de 21 de novembro de 2018**. Atualiza as Diretrizes Curriculares Nacionais para o Ensino Médio. Diário Oficial da União, Brasília, 22 de novembro de 2018, Seção 1, p.21. Disponível em: <<http://basenacionalcomum.mec.gov.br/>>. Acesso em: 28 jun. 2019.

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

CONRRADO, D. M.; NUNES-NETO, N. **Questões sociocientíficas**: fundamentos, propostas de ensino e perspectivas para ações sociopolíticas. 1. ed. Salvador: EDUFBA, 2018.

LORENZETTI, L.; DELIZOICOV, D. Alfabetização científica no contexto das séries iniciais. **Revista Ensaio**, Belo Horizonte, v. 03, n. 01, p. 45-61, jan./jun., 2001.

LORENZETTI, L.; SIEMSEN, G. H.; OLIVEIRA, S. de. Parâmetros de Alfabetização Científica e Alfabetização Tecnológica na Educação em Química: analisando a temática ácidos e bases. **ACTIO**, Curitiba v. 2, n. 1, p. 4-22, jan./jun. 2017. Disponível em: <<https://periodicos.utfpr.edu.br/actio>>. Acesso em: 28 jun 2019.

MARTÍN-DIAZ, M. J. Enseñanza de las ciencias ¿Para qué? **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias**, Madrid, v. 01, n. 02, p.57-63, 2002.

PRODANOV, C. C.; FREITAS, E. C. **Metodologia do trabalho científico**: métodos e técnicas da pesquisa e do trabalho acadêmico. 2. ed. Novo Hamburgo: Universidade Feevale, 2013.

SASSERON, L. H.; CARVALHO, A, N, P. Alfabetização científica: uma revisão bibliográfica. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 16, n. 01, p. 59-77, 2011.

SHEN, B. S. P. Science Literacy: Public understanding of science is becoming vitally needed in developing and industrialized countries alike. **American Scientist**. v.16, n. 03, p. 265-268, 1975. Disponível em: <https://www.jstor.org/stable/27845461?seq=1#page_scan_tab_contents>. Acesso em: 28 jun. 2019.