Desenvolvimento Curricular e Didática

nº especial

VI SIACTS

4. Innovaciones en la educación CTS en la escuela secundaria

Indagatio Didactica, vol. 11 (2), agosto 2019 ISSN: 1647-3582

Ciência, tecnologia, sociedade, ambiente e fenômenos ondulatórios: implicações de processos de problematização e argumentação no Ensino Médio

Science, technology, society, environment and wave phenomena: implications of problem-posing processes and argumentation in High School

Eliana Lopes Ferreira
Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Secretaria da Educação do Estado do Paraná
eliana5626@gmail.com

Noemi Sutil
Universidade Tecnológica Federal do Paraná
noemisutil@utfpr.edu.br

Resumo:

Neste trabalho são analisadas implicações de processos argumentativos, considerando o desenvolvimento de atividades educacionais para abordagem de ondulatória e fenômenos, com estudantes de 2º ano do Ensino Médio, em uma instituição educacional pública da cidade de Campo Largo, Paraná, Brasil, no terceiro trimestre de 2017. Essa proposta se fundamenta na concepção educacional dialógico-problematizadora de Paulo Freire e na teoria da ação comunicativa de Jürgen Habermas, visando processos educativos para o posicionamento consciente frente a problemas emergenciais em diferentes setores da sociedade. No escopo desses referenciais teóricos são destacados os conceitos de diálogo, problematização, argumentação e consenso. Este trabalho envolve pesquisa qualitativa e as considerações apresentadas se referem ao desenvolvimento de cinco etapas de atividades educacionais, na disciplina de Física, com 30 discentes. Os dados foram constituídos por meio de gravações de áudio, documentos, elaborados por docentes e discentes, e histórias em quadrinhos produzidas pelos estudantes. Esses dados foram analisados conforme pressupostos e características de análise de conteúdo e de imagens e da ação dialógica e comunicativa. A análise de dados envolve quatro eixos: apropriação de conhecimentos científicos em torno dos conceitos da ondulatória e seus fenômenos; reconhecimento e problematização de relações CTSA; argumentação; proposições de alternativas a questões envolvendo relações CTSA. Contudo, aponta-se a necessidade de mediação docente para o entendimento e consenso nas interações discursivas e para o processo de estabelecimento de relações no que concerne à apropriação conceitual.

Palavras-chave: Dialogicidade, argumentação, consenso, ondulatória, mudança cultural

Abstract:

This paper analyzes the implications of argumentative processes, considering the development of educational activities to approach ondulatory and phenomena, with High School students

Indagatio Didactica, vol. 11 (2), agosto 2019 ISSN: 1647-3582

in a public educational institution in the city of Campo Largo, Paraná, Brazil, in the third quarter of 2017. This proposal is based on Paulo Freire's dialogical-problematizing educational concept and Jürgen Habermas's theory of communicative action, aiming at educational processes for the conscious positioning of emergency problems in different sectors of society. In the scope of these theoretical references the concepts of dialogue, problem-posing, argumentation and consensus are highlighted. This work involves qualitative research and the considerations presented refer to the development of five stages of educational activities in the discipline of Physics with 30 students. The data were constituted by means of audio recordings, documents, elaborated by teachers and students, and comic strips produced by the students. These data were analyzed according to assumptions and characteristics of content and image analysis and dialogic and communicative action. Data analysis involves four axes: appropriation of scientific knowledge concerning the concepts of wave and its phenomena; recognition and problem-posing in reference to STSE relations; argumentation; propositions of alternatives to questions involving STSE relations. However, it is pointed out the need of teacher mediation for the understanding and consensus in the discursive interactions and for the process of establishing relationships in what concerns the conceptual appropriation.

Keywords: Dialogicity, argumentation, consensus, wave, cultural change

Resumen:

En este trabajo se analizan las implicaciones de procesos argumentativos, considerando el desarrollo de actividades educativas para el abordaje de la ondulatoria y sus fenómenos, con estudiantes de 2º año de Enseñanza Media, en una institución educativa pública de la ciudad de Campo Largo, Paraná, Brasil, en el tercer trimestre de 2017. Esta propuesta se fundamenta en la concepción educativa dialógico-problematizadora de Paulo Freire y la teoría de la acción comunicativa de Jürgen Habermas, buscando procesos educativos para el posicionamiento consciente frente a problemas emergentes en diferentes sectores de la sociedad. En el ámbito de estos referenciales teóricos se destacan los conceptos de diálogo, problematización, argumentación y consenso. Este trabajo involucra investigación cualitativa y las consideraciones presentadas se refieren al desarrollo de cinco etapas de actividades educativas, en la disciplina de Física, con 30 alumnos. Los datos fueron recolectados por medio de grabaciones en audio, documentos, elaborados por docentes y discentes, e historietas producidas por los estudiantes. Estos datos fueron analizados conforme a los supuestos y características de análisis de contenido y de imágenes y de la acción dialógica y comunicativa. El análisis de datos involucra cuatro ejes: apropiación de conocimientos científicos en torno a los conceptos de la ondulatoria y sus fenómenos; reconocimiento y problematización de las relaciones CTSA; argumentación; propuestas de alternativas a cuestiones concernientes a las relaciones CTSA. Sin embargo, se apunta la necesidad de mediación docente para el entendimiento y consenso en las interacciones discursivas y para el proceso de establecimiento de relaciones en lo que concierne a la apropiación conceptual.

Palabras clave: Dialogicidad, argumentación, consenso, ondulatoria, cambio cultural

Desenvolvimento Curricular e Didática

nº especial

VI SIACTS

4. Innovaciones en la educación CTS en la escuela secundaria

Indagatio Didactica, vol. 11 (2), agosto 2019 ISSN: 1647-3582

Introdução

Paulo Freire e Jürgen Habermas, em suas concepções, expõem a necessidade de possibilitar que os sujeitos se tornem capazes de resistir à sua desnaturalização, emancipando-se através do envolvimento científico, social, histórico, tecnológico e cultural, e argumentando por meio de regras intersubjetivas da linguagem. Tamanha complexidade requer que a escola utilize propostas pedagógicas que promovam o enfrentamento a encaminhamentos fragmentados, distantes da realidade dos estudantes e que apenas priorizam bons resultados em concursos e índices diversos.

De acordo com Martins (2002), a educação em ciências que se atenta a questões humanistas, relacionando diferentes áreas do conhecimento, é capaz de colaborar na formação de estudantes para a compreensão do mundo que os cerca agindo sobre ele. Essas metas educativas vinculadas ao questionamento de situações vivenciais, perpassando os domínios científico e tecnológico, e de atuação colaborativa no enfrentamento dessas problemáticas se associam aos pressupostos dos estudos envolvendo as relações entre Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente (CTSA) (Martínez Pérez, 2012; Zoller, 1992).

A partir do exposto, neste trabalho, objetiva-se analisar implicações de processos de problematização de relações CTSA e ações argumentativas, com o desenvolvimento de uma sequência de atividades educacionais fundamentadas na ação dialógica freireana e na ação comunicativa habermasiana, abordando ondulatória e seus fenômenos. Como meta, pode-se considerar a busca pela ampliação da autonomia racional dos estudantes no enfrentamento de situações em que seja necessário o entendimento e o consenso perante diferentes pontos de vista.

Contextualização teórica

A crise em que se encontra imerso o sistema educacional brasileiro, segundo Mühl (2003), é em parte consequência do uso da racionalidade instrumental que se dobra a interesses em torno do poder e do dinheiro, transformando a educação em uma esfera a serviço de fins produtivos. É a educação que nesse contexto se mostra com potencial para oposição e intervenção, possibilitando que os sujeitos possam tomar decisões conscientes no campo da política e economia, para transformar a sociedade que não é para eles, mas com eles (Bastos & Oliveira, 2006).

Ainda que as propostas da ação dialógica de Freire e da ação comunicativa de Habermas tenham sido concebidas em contextos muito distintos, em que a primeira se apresenta em termos de uma proposta educacional e a segunda como uma teoria da sociedade, elas possuem caráter de complementaridade. Assim, as proposições habermasianas podem ser ampliadas se associadas à perspectiva freireana e relacionadas à educação.

No que concerne à ação dialógica, Freire (1981) associa o homem à comunicação, à interação, propondo que partilha e busca se estreitam, para que ele se conscientize de que não apenas está no mundo, mas sim, com o mundo, atuando, refletindo, agindo na tentativa de se opor à adaptação condicionante imposta. Ou seja, o entendimento educacional na concepção freireana pressupõe a superação da curiosidade ingênua pela curiosidade crítica.

Indagatio Didactica, vol. 11 (2), agosto 2019 ISSN: 1647-3582

É pela palavra, pela comunhão dela, que a ação dialógica pressupõe a humanização dos sujeitos. Enquanto humaniza também possibilita, assim, a mudança cultural e, consequentemente, a transformação do mundo onde esse indivíduo está inserido e do qual se sente parte. De acordo com Freire (2015) se faz necessário agir de acordo com quatro pressupostos para aprofundamento sobre a realidade já descrita: (i) co-laboração, (ii) união, (iii) organização, (iv) síntese cultural.

Paralelo a isso, o filósofo alemão Jürgen Habermas propõe o uso da linguagem intersubjetiva e interativa como possibilidade de desenvolver a identidade dos sujeitos em sua Teoria da Ação Comunicativa, que se apresenta como um recurso pragmático para a interação entre os homens (Mühl, 2003). Essa teoria possui subsídios para fundamentar uma proposta educional crítica e emancipatória que favoreça a tomada de decisão consciente frente a situações experimentadas pelos estudantes, já que propõe rearticular a racionalidade comunicativa ao mundo da vida através do diálogo, da interação entre os sujeitos e do entendimento. A teoria da ação comunicativa se mostra alinhada às pretensões da ação dialógica de Paulo Freire, rompendo com o uso estratégico da linguagem e do conhecimento, que podem representar processos de manipulação. Nessa compreensão, a linguagem não é entendida como mero instrumento de comunicação para ser admitida como condição de possibilitar e validar a compreensão de conceitos, do conhecimento objetivo e da ação expressiva e articuladora (Gomes, 2009).

Segundo Mühl (2003), na teoria proposta por Habermas, os atos de fala possibilitam a um falante, relação com os âmbitos objetivo, social e subjetivo por meio do uso da razão como busca de acordo passível de crítica. Através do processo argumentativo os sujeitos superam a atitude de identificar erros, para se tornarem capazes de corrigir e aprender com eles, de acordo com o caráter emancipatório das teorias de Freire e Habermas.

Ainda segundo Mühl (2003), o âmbito do discurso se inicia quando um ato de fala se torna perturbado, ou seja, é problematizado e, através do discurso teórico, prático e da crítica estética e terapêutica, busca-se alcançar um consenso racional e, consequentemente, a estabilização de conceitos para reiniciar o processo argumentativo a partir de novos questionamentos.

> *Processos de entendimento visam a um comum acordo que satisfaça as condições de um assentimento racionalmente motivado quanto ao conteúdo de uma exteriorização. Um comum acordo almejado por via comunicativa tem um fundamento racional, pois nenhuma das partes jamais pode impô-lo: nem de modo instrumental, pela intervenção imediata da situação da ação, nem de modo estratégico, pela influência calculista sobre decisão de um oponente. (Habermas, 2012a, p. 498)*

Ambas as teorias, freiriana e habermasiana, implicam uma concepção de aprendizagem que incorpora os âmbitos objetivo, social e subjetivo, já que pressupõem posicionamento e envolvimento através da linguagem via racionallidade comunicativa.

O âmbito objetivo agrega os conhecimentos, concepções e saberes que viabilizam relação com a natureza externa. O âmbito social se refere às normas, aos direitos e deveres subjacentes às interações discursivas. Ao âmbito subjetivo se associam as vivências subjetivas, em termos de veracidade e de expressão de padrões valorativos. (Habermas, 2002).

Indagatio Didactica, vol. 11 (2), agosto 2019 ISSN: 1647-3582

Conforme Freire (1981), isto implica mudança de percepção sobre a realidade. Esses aspectos se relacionam, também, à crítica estética, de questionamento dos padrões valorativos. Nessa direção, destacam-se as expressões artísticas, que além de viabilizarem proposições de compreensões sobre a realidade, propiciam as expressões subjetivas dos sujeitos e podem impulsionar esses processos de mudança de percepção.

No escopo desses pressupostos, salienta-se a imprescindibilidade de apropriação de conceitos. Para tanto, são enfatizados processos para estabelecimento de relações entre conhecimentos prévios dos sujeitos e conceitos científicos. Nessa direção, são ressaltadas as relações entre atributos essenciais de conceitos estabilizados no âmbito científico, bem como as associações entre esses elementos conceituais e aspectos contextuais agregando domínio empírico-concreto. A vinculação de conceitos e representações, nessa perspectiva, relaciona-se à ampliação de panorama linguístico. (Ausubel et al.,1980)

Metodologia e resultados

Essa proposta de atividades envolveu pesquisa qualitativa (Flick, 2009), aliando o desenvolvimento de uma sequência de atividades educacionais com 30 estudantes do 2º ano do Ensino Médio, em uma instituição escolar pública, no município de Campo Largo, Paraná, Brasil, no 3º trimestre de 2017. O encaminhamento envolveu cinco etapas que objetivaram desenvolver processo dialógico e argumentativo com estudantes entre 15 e 17 anos.

Os dados foram constituídos por meio de gravações em áudio, documentos, elaborados por docentes e discentes, e histórias em quadrinhos (HQs) produzidas pelos estudantes. Entre esses documentos, ressalta-se o diário de campo, no qual todas as observações, dúvidas e conclusões foram anotadas através de diferentes tipos de linguagem. Nesse contexto, diversos materiais didáticos foram construídos pelos discentes e doados ao estabelecimento de ensino.

Para a análise dos dados constituídos foram utilizados pressupostos da ação dialógica (Freire, 2015), da ação comunicativa (Habermas, 2012a; 2012b), de análise de conteúdo (Bardin, 2009) e de som e imagens (Bauer & Gaskell, 2002). A análise dos dados envolveu quatro eixos: (i) apropriação de conhecimentos científicos em torno dos conceitos da ondulatória e seus fenômenos, (ii) reconhecimento e problematização de relações CTSA, (iii) argumentação, (iv) proposições de alternativas a questões envolvendo relações CTSA. Esses eixos estão associados a pressupostos de educação CTSA concernentes à viabilização de elementos e condições para a participação pública, bem como denotam aspectos de ampliação de panorama linguístico nesse processo. Entre as implicações desses processos, podem ser ressaltadas possibilidades de mudanças de percepção e de atitudes e apropriação conceitual. Destaca-se, nesse sentido, a articulação entre aspectos humanísticos e cognitivos na abordagem de conhecimentos científicos.

Na descrição das atividades, a docente de Física será representada por P e os estudantes pela letra A e número (exemplo: A1, A2, A3). As atividades foram articuladas à proposta curricular da referida instituição escolar. Apresenta-se, a seguir, detalhamento dos encaminhamentos, análises e resultados concernentes ao desenvolvimento dessas atividades.

Indagatio Didactica, vol. 11 (2), agosto 2019 ISSN: 1647-3582

Encaminhamento 1. Organização das equipes e pesquisa prévia

A organização das equipes para desenvolver as atividades propostas constitui etapa primordial para possibilitar resultados satisfatórios. Como a proposta se fundamenta na concepção da ação dialógica e da ação comunicativa, nas ações desenvolvidas havia necessidade de que as equipes possuíssem integrantes que se respeitassem e tivessem diferentes pontos de vista. Sendo assim, foi sugerido que se organizassem com integrantes de sexo diferente, que compusessem o grupo com estudantes que preferem disciplinas distintas, garantindo heterogeidade de pontos de vista. Foi solicitado ainda que depois de organizadas, as equipes mantivessem sua composição durante todos os encaminhamentos dessa sequência de atividades.

Salienta-se que uma possilidade muito interessante, nesse contexto, refere-se a sugerir que cada equipe tenha um nome. Chamar a equipe pelo nome potencializa a identidade dos estudantes, podendo ser um fator de ganho na qualidade das produções desenvolvidas por eles, uma vez que deixam de ser apenas um número. Para dar nomes às equipes o docente pode utilizar estratégias diferenciadas, com o intuito de ampliar possibilidades de aprendizagem aos estudantes. Como sugestão, pode-se solicitar que as equipes escolham nomes de cientistas nacionais atuantes, objetivando que importantes pesquisadores pouco conhecidos no país possam ter suas histórias divulgadas. Também, pode-se sugerir que escolham o nome de cientistas mulheres que atuaram ao longo da história da ciência. Essa escolha será dependente dos objetivos de cada professor e das características particulares de cada turma e instituição. Nesse encaminhamento, neste trabalho, requereu-se que as equipes escolhessem o nome de um projeto de pesquisa em desenvolvimento em alguma universidade nacional, de preferência, instituições próximas ao colégio. Objetivou-se, dessa forma, vislumbrar alternativas posteriores de ações educativas, como realizar visitas técnicas às intituições, aproximando os estudantes da universidade e ampliando opções para escolhas futuras. Os nomes escolhidos foram: Zootecnia, Floresta Escola, Baja, Locaut, Fotonanobio, Jogos digitais.

Como última etapa desse encaminhamento, individualmente, os estudantes deveriam selecionar fontes de estudo, ou seja, realizar pesquisa prévia, sobre conceitos iniciais da ondulatória e fenômenos relacionados, que poderiam ser de livro didático, revistas ou *sites* da internet. Também poderiam levar tecnologias da informação e comunicação (TICs) para serem utilizadas com a internet disponível na escola, como: celular, *notebook*, tablete. Os estudantes foram orientados que esse material seria utilizado em encaminhamento posterior e que a qualidade dessa seleção era fundamental para o êxito dos resultados. Dessa forma, explicitou-se que era imprescindível que cada um tivesse seu próprio material para pesquisa, oriundo de fontes diversas.

Encaminhamento 2. Estudo dos fenômenos ondulatórios e círculo de diálogo

Questões diretivas de estudo foram elencadas pela professora P para que os estudantes, a partir da pesquisa prévia, propusessem respostas provisórias a elas. As questões e orientações foram:

Desenvolvimento Curricular e Didática

nº especial

VI SIACTS

4. Innovaciones en la educación CTS en la escuela secundaria

Indagatio Didactica, vol. 11 (2), agosto 2019 ISSN: 1647-3582

> *1. Qual a melhor definição que sua equipe sugere para onda (oscilação)? E qual sua principal propriedade? 2. Como as ondas podem ser classificadas de acordo com a sua natureza? Para cada caso, sugira exemplos de ondas que recebem tal classificação. 3. E quanto a sua direção de vibração, como as ondas podem ser classificadas? Para cada caso, apresente exemplos de ondas que recebem tal classificação. 4. As ondas também podem ser classificadas quanto sua direção de propagação. Nesse caso como podem ser classificadas? Também pesquise exemplos para cada um. 5. Para seu estudo, as ondas possuem elementos importantes que as constituem. Faça um desenho de uma onda tranversal e marque nela os seus principais elementos explicando cada um. 6. Pesquise as principais grandezas que podem ser associadas ao estudo das ondas, definindo cada uma. 7. Por fim, relacione as grandezas pesquisadas na equação para a velocidade de propagação das ondas. (Documento elaborado por P)*

Enquanto as equipes buscavam respostas para as questões propostas, a professora P interagia com os estudantes para propor novos questionamentos, quando dúvidas surgiam ou para mediar conflitos que eventualmente existiram. Estando com os estudantes foi possível identificar problemas e patologias de comunicação, como a busca constante pela aprovação da professora P para as respostas provisórias, mostrando a dificuldade dos discentes em se posicionarem de forma verdadeiramente livre, sem qualquer coerção imposta pelo que a figura dos docentes representa no domínio escolar.

Para o desenvolvimento dessa atividade, foi estabelecido um tempo limite para sua finalização a partir do diálogo entre estudantes e professora. Foram realizadas ações, nesse momento, para evitar imposições que pudessem inibir o processo dialógico e argumentativo. Todas as respostas provisórias foram anotadas no portfólio da equipe.

As questões diretivas propostas buscam que os estudantes tenham um primeiro contato com alguns conceitos importantes referentes à ondulatória. Dessa forma acredita-se que possam desenvolver a criticidade, a argumentação para que posteriormente possam se posicionar com mais clareza e fundamentação perante situações problemáticas diversas.

Encaminhamento 3. Processo argumentativo – Círculo de diálogo

Cada equipe recebeu uma das questões apresentadas no encaminhamento anterior para expor sua resposta provisória ao grande grupo, através do orador escolhido pelos próprios integrantes da equipe. Assim que a exposição da equipe acabava, diferente dos encaminhamentos mais tradicionais, a professora P não se manifestava nem favorável, nem desfavoravelmente. Esse foi o diferencial nessa proposta, em ordem, cada equipe foi se posicionando e através de suas leituras, da sua resposta provisória, dos materiais de apoio que possuíam, iam se manifestando e corrigindo respostas que julgavam incorretas, ou acrescentando informações que julgavam omitidas e necessárias, bem como, posicionando-se no sentido de aprovar a resposta. Uma a uma, todas as equipes se pronunciavam até que o consenso fosse conseguido, exclusivamente pela força do melhor argumento. Em alguns casos foi necessária uma mesma equipe se pronunciar mais de uma vez para realizar sua argumentação. As regras quanto à

Indagatio Didactica, vol. 11 (2), agosto 2019 ISSN: 1647-3582

organização da ordem de fala foram construídas coletivamente objetivando o direito de fala a todos os estudantes da sala.

Depois de atingido o consenso para a questão 1, era iniciado o processo argumentativo para a questão 2. No entanto, antes disso, a professora P lançava para as equipes uma situação problemática com o intuito de avaliar se aconteceu a apropriação dos conceitos, para considerar sua estabilidade e propiciar continuidade ao processo.

No Quadro 1 estão transcitas as falas de alguns estudantes durante um dos processos argumentativos que aconteceram durante essa etapa.

Quadro 1: amostra de fala dos estudantes durante processo dialógico e argumentativo.

Linha	Equipe	Falante	Contribuição
1	Jogos digitais	A21	A nossa equipe tem mais coisas sobre ressonância.
2		P	Então vai lá, diga!
3	Jogos digitais	A21	A gente achou que essa frequência de vibração que a outra equipe falou, lá, é específica de cada coisa. Não, espera, deixa eu explicar melhor! Tudo vibra, mas cada molécula vibra de um jeito. Aí as coisas entram em ressonância quando a vibração da onda é igual à vibração das moléculas daquele objeto, entenderam?
4	Baja		Mas foi mais ou menos isso que nossa equipe disse!
5	Jogos digitais	A21	Quase isso, "né"? Vocês falaram que "pra" ter ressonância tem que vibrar na mesma frequência. "ok", com isso a gente concorda. Mas dessa frequência que cada molécula tem, vocês não tinham falado.
6	Baja		É, mas agora que você disse, encontramos aqui na pesquisa e tem um nome, é frequência natural de vibração, "tá" aqui, "ó"!
7		P	E um exemplo, conseguem dar?
8	Jogos digitais	A21	Tem um bem legal, achei o máximo! O do micro-ondas. Ele manda ondas que esquentam só a água, daí por contato, por exemplo, a água é que vai esquentando todo o alimento que a gente colocou lá. Por isso que a xícara não esquenta quando a gente põe água "pra" esquentar.
9	Locaut	A3	Como não! Se deixar muito tempo, esquenta sim!
10	Jogos digitais	A21	Sim, esquenta, mas foi o que eu disse, esquenta do contato da água que esquentou. Se não fosse a água não iria esquentar.

Indagatio Didactica, vol. 11 (2), agosto 2019 ISSN: 1647-3582

11		P	E como que esquenta só a água?
12	Locaut	A3	Então deve ser porque o forno manda ondas que vibram igual à água, daí faz sentido o que ela disse antes.
13	Jogos digitais	A21	Sim! É bem isso! O forno gera ondas que vibram na mesma frequência que as moléculas da água vibram, por isso que esquenta! Achei isso o máximo! Por isso que umas coisas que a gente esquenta no micro-ondas se deixar passar muito ficam duras igual um pedaço de pau. Deve ser porque a água esquenta, evapora e sai. Tipo esquentar pão. "Daí" seca, desidrata.
14	Locaut	A3	"Ah"! Por isso que tem que ter pote especial "pra" pôr lá dentro. Se for qualquer um, até derrete! Faz sentido! E por que que coisa de metal não pode pôr "pra" esquentar a comida? Uma vez coloquei uma marmita lá "pra" esquentar. Nossa! O forno começou a brilhar. Foi uma "faiscarada"!
15	Fotonanobio	A7	Ah! Isso foi o que a gente apresentou, "né"? As ondas refletem, "né"? O alumínio faz reflexão, não deixa a onda entrar. Pense aquele monte de onda se cruzando dentro dentro do forno, não sendo absorvida, só se somando. "Dá" nisso!
16	Locaut	A3	"Ooo" professora, aí também tem intereferência! Nossa, tem tudo! Caramba!

Fonte: autores.

Analisando as falas dos estudantes, é possível identificar diversos elementos que estão de acordo com as concepções da ação dialógica e comunicativa. Na linha 3, é possível perceber que são os próprios estudantes que participam da validação ou não das respostas propostas às questões. O processo dialógico e argumentativo segue até que, pela força do melhor argumento, o consenso foi estabelecido. Não há coerções. Na linha 6 pode-se identificar que a força do argumento está na pesquisa realizada previamente pelos estudantes, superando concepções do senso comum. Na linha 14, está explicitada uma problematização proposta pelo estudante A3 que iniciou novo processo argumentativo em que o consenso se deu através de conhecimento já estabilizado devido aos encaminhamentos anteriores. As equipes foram reconhecendo conceitos em torno da ondulatória nas problemáticas que foram surgindo durante o processo argumentativo, demonstrando apropriação do conhecimento científico.

Sempre que necessário, a professora P mediava possíveis conflitos e propunha questionamentos objetivando fomentar a dicussão entre os estudantes, garantindo a continuidade do processo argumentativo. Dos encaminhamentos, destaca-se a proposição para resposta adequada a partir dos termos conceituais, intervenção adequada junto a apontamento de outras equipes, e a resposta aos desafios propostos.

Desenvolvimento Curricular e Didática

nº especial

VI SIACTS

4. Innovaciones en la educación CTS en la escuela secundaria

Indagatio Didactica, vol. 11 (2), agosto 2019 ISSN: 1647-3582

Nesse momento, houve reconhecimento de relações CTSA, porém sem aprofundamento de problematização, e foram viabilizados elementos para ampliação de panorama linguístico. Destaca-se que esses aspectos compõem escopo de ações direcionadas à viabilização de condições para o desenvolvimento de concepção de ciência como construção humana e participação em questões envolvendo as relações CTSA.

Encaminhamento 4. Seminários sobre fenômenos ondulatórios

Cada equipe recebeu um tema diferente para desenvolver um seminário e apresentar para a turma. Os temas selecionados sobre fenômenos ondulatórios, pela professora P, foram: reflexão, refração, resssonância, polarização, interferência, difração. Sobre cada tema deveriam ser abordados: (i) principais características do fenômeno, (ii) exemplos de aplicações do fenômeno, (iii) utilização dos conceitos em situações que envolvam questões sociais e que promovam algum tipo de melhoria junto a sociedade. Para a apresentação, as equipes poderiam utilizar o tempo e os recursos que julgassem necessários, no entanto foi requerido que apresentassem também uma atividade prática ou demonstração.

As equipes desenvolveram apresentações muito interessantes, abordando os conceitos de forma clara, usando expressões simples, ou seja, uma linguagem mais próxima da compreensão dos estudantes. Inclusive esse é um cuidado que os professores devem possuir e que Habermas denuncia quando propõe sua virada linguística: os falantes precisam estar com o âmbito explicativo alinhado, com os mesmos conceitos estabilizados. E é nesse aspecto que os seminários apresentados pelos estudantes para os colegas constituem uma estratégia de aprendizagem relevante. Nessa etapa, a dialogicidade se fez muito presente durante o desenvolvimento das apresentações. De forma constante, os estudantes buscavam informações importantes em seus materiais de apoio e através da argumentação foram criando estratégias para criar uma apresentação que atingisse os objetivos propostos.

Todas as equipes realizaram experimentações e doaram seus aparatos para a escola a fim de serem utilizados posteriormente. Durante todas as apresentações, as equipes evitaram apresentar conceitos prontos e acabados para a turma, explorando características da dialogicidade, sempre em questionamento. Buscaram problematizar, ouvindo os colegas e construindo os conceitos considerando o melhor argumento, conforme se evidencia nas falas transcritas no Quadro 2, obtidas na apresentação da equipe Fotonanobio que tratou da reflexão de ondas.

Quadro 2: amostra de fala dos estudantes durante processo dialógico e argumentativo.

Linha	Equipe	Falante	Contribuição
1	Fotonanobio	A7	Se a gente considerar um espelho plano, como esse aqui, sabemos que a luz vai chegar e refletir nele, certo? Mas como vai ser essa reflexão, essa é uma parte importante, entender ela. Bom, pra isso, vamos pensar? Nesse tipo de espelho como fica a imagem da gente? Igual? Distorcida? Menor? Maior? E aí? Como?

Indagatio Didactica, vol. 11 (2), agosto 2019 ISSN: 1647-3582

2	Locaut	A1	Fica igual! Nesse tipo fica igual!
3	Fotonanobio	A7	Também achamos que fica igual, mas então o que dá pra gente concluir depois que a luz reflete no espelho.
4	Locaut	A1	Que quase tudo fica igual depois que reflete.
5	Fotonanobio	A7	Quase tudo? A gente acha que tudo! Por que você acha que quase tudo?
6	Locaut	A1	Hum, deixa eu tentar explicar! Nosso tamanho fica igual nele, meu rosto não "tá" torto, "tá" igual, nem "tô" nem esmagada, nem esticada, se eu me mexo, a imagem se mexe junto e pelo que "tô" vendo aqui, na mesma rapidez.
7	Fotonanobio	A7	Sim, nisso concordamos! Mas por que quase tudo?
8	Locaut	A1	Fica invertido lá! Se eu levanto a mão esquerda, no espelho parece que é a direita. É sempre ao contrário.
9	Fotonanobio	A7	Ah! Entendi! Mas assim, se a gente analisar só as grandezas, não muda nada, certo? Vamos pensar na frequência da onda, fica igual, no comprimento de onda, fica igual, na velocidade, você mesmo disse que fica igual.
10	Locaut	A26	Mas e a direção! Antes a onda está vindo, agora está indo.
11	Fotonanobio	A7	Mas isso é sentido!
12	Locaut	A1	Muda os dois, o sentido e a direção! Deixa eu ir aí no quadro desenhar.
13	Fotonanobio	A7	É isso é verdade, isso tem sentido. Mas lá no outro caso que você falou é porque na reflexão a imagem fica sempre revertida, o que "tá" mais perto do espelho, vai ter imagem mais perto também, mas a reflexão segue o que a gente já mencionou.
14	Locaut	A1	Certo! Concordamos!

Fonte: autores.

Ao longo da transcrição do Quadro 2 é possível identificar elementos que estão de acordo com as concepções da ação dialógica e da ação argumentativa. Durante toda a descrição a troca de falas caracteriza a dialogicidade do encaminhamento, no entanto, na linha 5, pode ser evidenciada uma discordância que inicia um processo argumentativo entre os estudantes. A seguir, cada um vai expondo seu ponto de vista até que na linha 14, pela força do melhor argumento é estabelecido o consenso entre as partes que antes se opunham.

Uma a uma as equipes foram se apresentando e trazendo para a sala de aula debates e sugestões. Ainda em relação à equipe Fotonanobio que tratou do fenômeno da reflexão, os integrantes

Indagatio Didactica, vol. 11 (2), agosto 2019 ISSN: 1647-3582

apresentaram uma proposição para ser debatida com a turma. Trouxeram a sugestão de utilizar caixas de leite vazias e limpas para formar uma grande placa a ser utilizada em residências de moradores de baixa renda, visando seu conforto térmico, tanto no inverno quanto no verão, pela capacidade refletiva que seu interior possui. Inicialmente a sugestão da turma era usar a placa simples, com apenas um lado sendo refletivo, melhorando o ambiente apenas no verão. No entanto, a turma, depois de possuir estabilizados os conceitos em torno da reflexão das ondas, sugeriu à equipe que a placa fosse dupla, com os dois lados refletivos. Nesse caso, o calor teria dificuldade em se propagar para fora da casa no inverno e para dentro da casa no verão. Essa conclusão permite afirmar que os estudantes foram capazes de mudar seu posicionamento diante de uma situação que antes viam com naturalidade: o desconfortotérmico de parte da população brasileira. Mudança essa que se mostra alinhada à concepção dialógica freireana. Como encaminhamento final, a equipe decidiu realizar uma investigação científica ao longo do 1º trimestre de 2018 para apresentar sua proposta com mais fundamentação e resultados na Feira de Ciências que acontece anualmente na escola. Essa equipe também doou para a escola um sistema de espelhos associados que foi usado em demonstração pela equipe, conforme Figura 1.

Outras equipes também se apresentaram dentro dos encaminhamentos propostos e trazendo discussões pertinentes. A equipe Baja apresentou para a turma muitas informações sobre o forno de micro-ondas. Além disso, também, tratatam de mitos e verdades em torno do uso dessa tecnologia e produziram um material para entregar a famílias da comunidade, com baixa escolaridade, que continha informações curtas e com linguagem simples para que o forno pudesse ser usado com mais frequência e com mais segurança. O manual incluía a sessão de mitos e verdades, receitas simples para micro-ondas, dicas de limpeza e conservação, além de estratégia para verificar constantemente se o forno está adequadamente blindado. Essa interação com a comunidade colabora na formação integral dos estudantes e favorece a mudança de postura, requisitada pela concepção dialógica proposta por Paulo Freire.

Das experimentações apresentadas pelas equipes, destacam-se as equipes Zootecnia e Floresta Escola que trataram da refração e da polarização. A primeira apresentou um aquário e usando talco, para dispersar a luz e possibilitar sua visualização, mostrou a trajetória da luz de um laser vermelho incidido do ar para a água. Também abordaram a reflexão total e propuseram um debate em torno das facilidades proporcionadas pelo uso das fibras ópticas. O debate em questão ganhou mais porfundidade quando um estudante, que não pertencia à equipe que estava se apresentando, mostrou as fotografias presentes na Figura 2, e sugeriu que de forma conjunta a turma encontrasse uma explicação para o fenômeno evidenciado em um prédio da cidade de Curitiba/PR, Brasil.

O protagonismo dos discentes evidenciado é possibilitado em um encaminhamento que prima pela dialogicidade, pela argumentação e em que o professor supera seu posicionamente de detentor do saber pela participação livre de coerção em parceria de seus estudantes. Essa postura está em consonância com a ação dialógica, proposta por Paulo Freire, em que os papéis do professor e dos estudantes ora se confundem, ficando dificíl sua delimitação.

A segunda equipe dialogou com a turma sobre a polarização das ondas, utilizando um dispositivo construído por eles para facilitar a compreensão dos estudantes, conforme pode ser ilustrado pela Figura 1.

Desenvolvimento Curricular e Didática

nº especial

VI SIACTS

4. Innovaciones en la educación CTS en la escuela secundaria

Indagatio Didactica, vol. 11 (2), agosto 2019 ISSN: 1647-3582

A equipe tratou de questões em torno do acesso ao lazer. Na apresentação os estudantes problematizaram a dificuldade do acesso ao cinema 3D pelas pessoas de baixa renda. Como estratégia a equipe, dialogando com a turma, propôs que, em parceria com o Grêmio Estudantil, a escola abrisse as portas para a comunidade e realizasse sessão cinema com produção de óculos 3D para a população. Em ambos os casos as equipes doaram seus equipamentos para a escola utilizar posteriormente em outras situações.

Figura 1: fotografia dos dispositivos doados pelas equipes: espelhos associados, aquário e polarizadores. Fonte: autores.

Figura 2: fotografias do fenômeno evidenciado por um estudante da turma. Fonte: autores.

Desenvolvimento Curricular e Didática

nº especial

VI SIACTS

4. Innovaciones en la educación CTS en la escuela secundaria

Indagatio Didactica, vol. 11 (2), agosto 2019 ISSN: 1647-3582

Encaminhamento 5. Produção artística – História em quadrinhos

Como última etapa, solicitou-se que cada equipe escolhesse um tema diferente do que tinha desenvolvido e apresentado no encaminhamento anterior e construísse uma história em quadrinhos que tratasse de um dos fenômenos ondulatórios. A produção deveria conter uma linguagem muito simples e clara para que fossem lidas pelas turmas do 9º ano da mesma escola onde a sequência didática foi desenvolvida.

No corpo do texto deveriam estar presentes os conceitos sobre o fenômeno, bem como exemplos de aplicações cotidianas. Capricho com desenhos, colagens, pinturas, margens e letras adequadas foram solicitados a todas as equipes.

As Figuras 3, 4, 5, 6, 7 e 8 apresentam algumas das histórias em quadrinhos elaboradas pelas equipes.

Figura 3: fotografia da HQ sobre difração. Fonte: autores.

Desenvolvimento Curricular e Didática

nº especial

VI SIACTS

4. Innovaciones en la educación CTS en la escuela secundaria

Indagatio Didactica, vol. 11 (2), agosto 2019 ISSN: 1647-3582

Figura 4: fotografia da HQ sobre ressonância. Fonte: autores.

Desenvolvimento Curricular e Didática

nº especial

VI SIACTS

4. Innovaciones en la educación CTS en la escuela secundaria

Indagatio Didactica, vol. 11 (2), agosto 2019 ISSN: 1647-3582

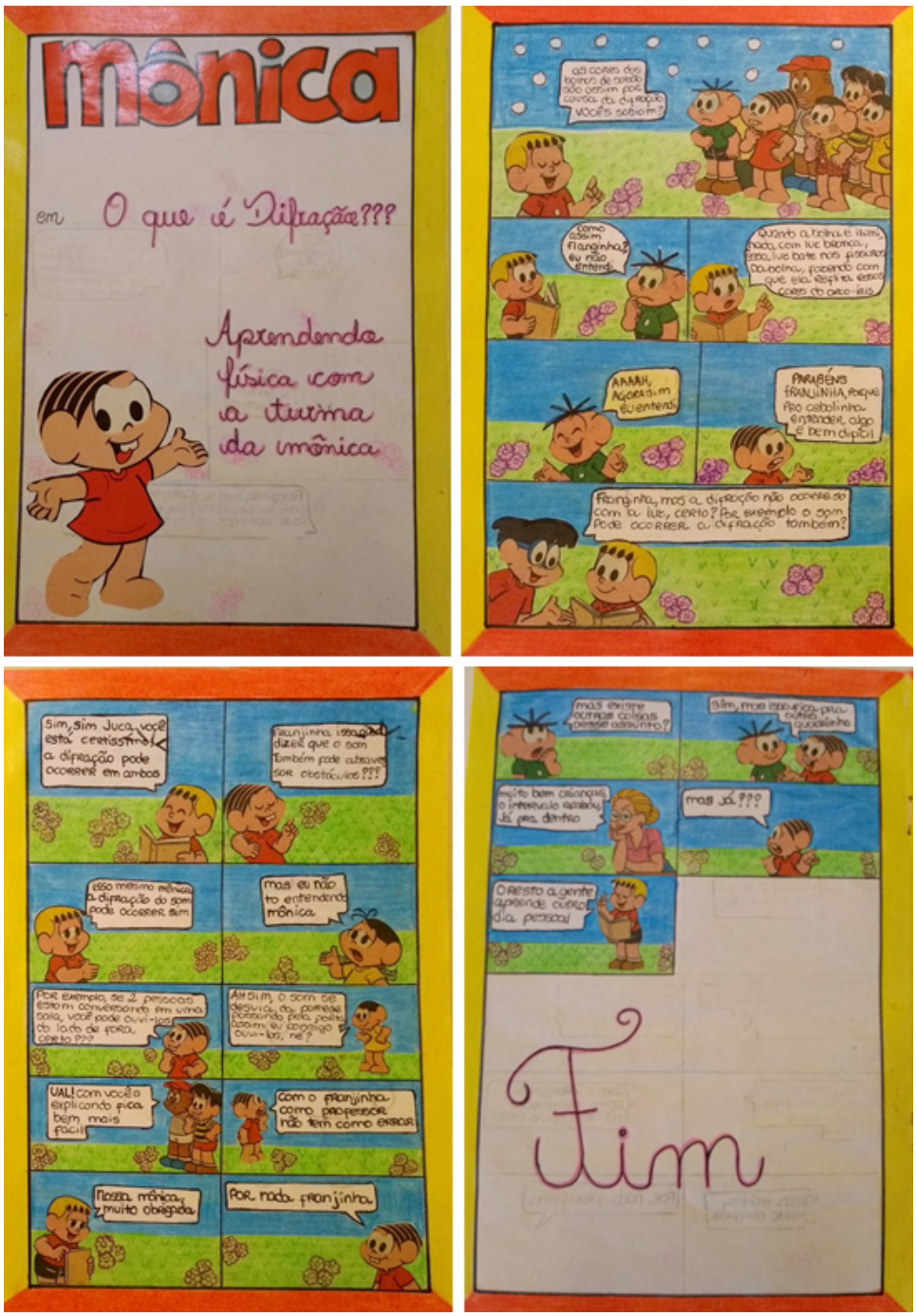

Figura 5: fotografia do HQ sobre difração. Fonte: autores.

Desenvolvimento Curricular e Didática

nº especial

VI SIACTS

4. Innovaciones en la educación CTS en la escuela secundaria

Indagatio Didactica, vol. 11 (2), agosto 2019 ISSN: 1647-3582

Nas figuras 3, 4 e 5, os discentes realizaram adaptações com os personagens da Turma da Mônica. Os discentes ressaltaram relações entre atributos essenciais de conceitos, remetendo às definições estabilizadas. Há indícios de ampliação de panorama linguístico. Além disso, há reconhecimento de aspectos de utilização de conhecimentos científicos e tecnologias.

Nas figuras 6, 7, 8 e 9, os discentes situam a música em relação aos conceitos de ondulatória. Expressam associações entre atributos essenciais dos conceitos e com aspectos contextuais do cenário científico, tecnológico e artístico. Além disso, há explicitações de aspectos subjetivos, remetendo a veracidade e expressão de padrões valorativos.

Figura 6: fotografia do HQ sobre ressonância. Fonte: autores.

Desenvolvimento Curricular e Didática

nº especial

VI SIACTS

4. Innovaciones en la educación CTS en la escuela secundaria

Indagatio Didactica, vol. 11 (2), agosto 2019 ISSN: 1647-3582

Figura 7: fotografia da continuação do HQ sobre ressonância. Fonte: autores.

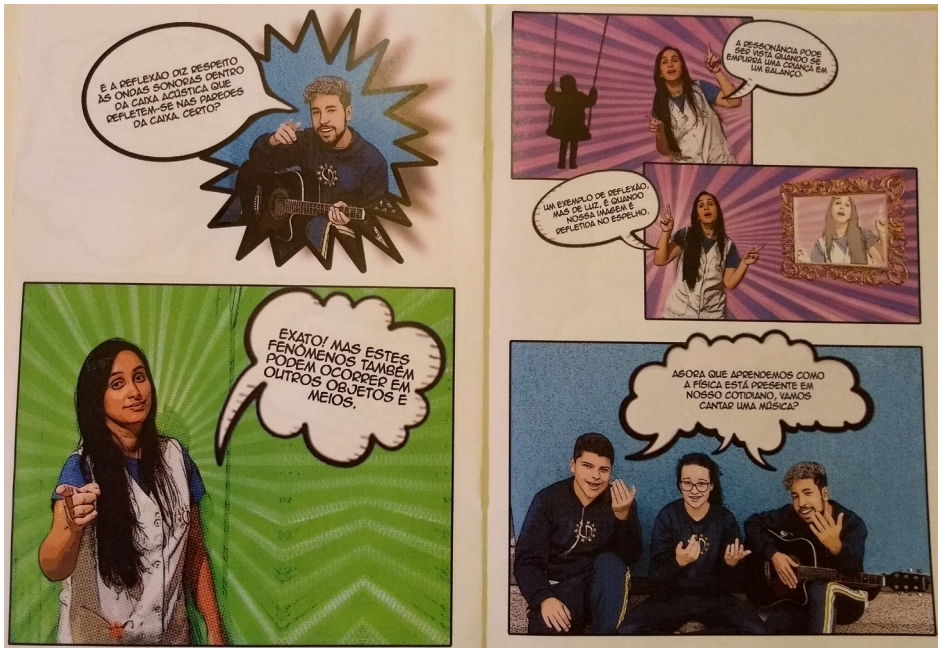

Figura 8: fotografia da continuação do HQ sobre ressonância. Fonte: autores.

Desenvolvimento Curricular e Didática

nº especial

VI SIACTS

4. Innovaciones en la educación CTS en la escuela secundaria

Indagatio Didactica, vol. 11 (2), agosto 2019 ISSN: 1647-3582

Figura 9: fotografia da continuação do HQ sobre ressonância. Fonte: autores.

As produções das HQs se mostraram uma importante estratégia para analisar se houve a apropriação dos conhecimentos científicos, uma vez que cada equipe desenvolvia sua história a partir de um tema apresentado por outra equipe. Em todos os casos, uma análise de conteúdo evidencia que as equipes utilizaram de maneira correta e oportuna os conceitos para explicar fenômenos observados em seu cotidiano.

Levar tais produções para as turmas do nono ano realizarem sua leitura se apresentou como uma estratégia relevante de aprendizagem, uma vez que foi um material desenvolvido de estudante para estudante, com ganhos mútuos. Os estudantes do 2º ano perceberam suas produções serem valorizadas enquanto que as turmas de 9º ano se sentiram motivados a estar no Ensino Médio, para também realizarem produções como aquelas.

Destaca-se a importância das produções artísticas para expressões de aspectos subjetivos. Esses aspectos se inserem no escopo de ações para explicitação de percepções sobre a atividade científica e sua relevância nos domínios contextuais.

Conclusões

No que concerne às implicações dos processos argumentativos desenvolvidos no escopo das ações educativas explicitadas neste trabalho, foram evidenciados indícios de apropriação de

Indagatio Didactica, vol. 11 (2), agosto 2019 ISSN: 1647-3582

conhecimentos científicos em torno dos conceitos da ondulatória e seus fenômenos. Foram identificadas associações entre atributos essenciais de conceitos, remetendo a elementos dos quadros teóricos estabilizados em domínio científico. Houve estabelecimento de relações entre conceitos e aspectos contextuais, extrapolando as implicações em termos de aspectos de reconhecimento e problematização de relações CTSA, com especificação de situações vivenciais. Por outro lado, essas articulações com perspectivas contextuais expressam resultados vinculados a proposições de alternativas no âmbito dessas relações CTSA.

Entre as possibilidades formativas evidenciadas nesses processos, adquirem destaque as ações de argumentação. Esses processos discursivos viabilizaram problematização e construções conjuntas em âmbitos objetivo, social e subjetivo. No que concerne ao domínio objetivo, cabe ressaltar as proposições dos estudantes, que propiciaram a composição de regras, tanto para a efetivação das ações interativas em sala de aula, como em relação à sociedade de forma mais ampla, agregando, também, âmbito social. No que se refere ao âmbito subjetivo, além das expressões de vivências subjetivas explicitadas nos processos argumentativos orais, salienta-se a exposição dessas perspectivas individuais e idiossincráticas nas produções artísticas. Dessa forma, a proposta educacional desenvolvida propiciou resultados que extrapolam a apropriação conceitual e linguística, perpassando uma concepção de formação mais abrangente, que situa as produções científicas e tecnológicas, também, em domínios social e subjetivo.

Desenvolver e atuar em uma proposta educacional, que possibilidade o uso da palavra através do diálogo e da argumentação livre de coerções e com direitos iguais de fala no processo de ensino e aprendizagem, mostra-se emergencial em um cenário em que diariamente os estudantes se deparam com desafios, problemas e situações que irão exigir deles posicionamento e tomada consciente de decisão. No que concerne, de acordo com as necessidades explicitadas, a essa sequência didática, os debates, o desenvolvimento das apresentações, das atividades práticas e das histórias em quadrinhos possibilitaram aos estudantes problematizar, analisar questões sociais e propor estratégias de superação de limitações.

Pode-se então ressaltar que a proposta aqui apresentada, considerando a concepção dialógico-problematizadora de Freire e da ação comunicativa de Habermas, favoreceu a reflexão. Propiciou não somente a apropriação de conceitos científicos em torno da ondulatória, mas também sua articulação à proposição de alternativas a problemas envolvendo relações entre Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente. Favoreceu ainda as ações de discordar, criar, testar, socializar informações, estimulando a criticidade, a criatividade e expressividade. Viabilizou possibilidades de mudança cultural, de percepções e de atitudes.

Referências

Ausubel, D. P., Novak, J. D., & Hanesian, H. (1980). *Psicologia educacional*. Rio de Janeiro: Interamericana.

Bardin, L. (2011). *Análise de conteúdo*. São Paulo: Edições 70.

Bastos, C. V. R. A., & Oliveira, S. V. O. (2006). Ação comunicativa e ação dialógica: contribuições para uma educação libertadora. *APRENDER: Caderno de Filosofia e Psicologia da Educação*, 4(7), 119-134.

Indagatio Didactica, vol. 11 (2), agosto 2019 ISSN: 1647-3582

Bauer, M. W., & Gaskell, G. (2002). *Pesquisa qualitativa com texto, imagem e som*. Petrópolis: Vozes.

Flick, U. (2009). *Introdução à pesquisa qualitativa* (3ª ed.) Porto Alegre: Artmed.

Freire, P. (1981). *Educação e mudança* (12ª ed). Rio de Janeiro: Paz e Terra.

Freire, P. (2015). Pedagogia do oprimido (59ª ed). Rio de Janeiro: Paz e Terra.

Gomes, L. R. (2009). Educação e comunicação em Habermas: o entendimento como mecanismo de coordenação da ação pedagógica. *Cadernos de Educação*, 33 (maio/agosto 2009), 231-250.

Habermas, J. (2002). *Racionalidade e Comunicação*. Lisboa: Edições 70.

Habermas, J. (2012a). *Teoria do agir comunicativo I: racionalidade da ação e racionalização social*. São Paulo: WMF Martins Fontes.

Habermas, J. (2012b). *Teoria do agir comunicativo II: sobre a crítica da razão funcionalista*. São Paulo: WMF Martins Fontes.

Martínez Pérez, L. F. (2012). *Questões sociocientíficas na prática docente: ideologia, autonomia e formação de professores*. São Paulo: Editora UNESP.

Martins, I.P. (2002). Problemas e perspectivas sobre a integração CTS no sistema educativo português. *Revista Eletrónica de Enseñanza de las Ciências*, 1(1), 28-39.

Mühl, E. H. (2003). *Habermas: ação pedagógica como agir comunicativo*. Passo Fundo: UPF.

Zoller, U. (1992). The Technology/Education Interface: STES Education for All. *Canadian Journal of Education*, 17(1), 86-91.