



ELABORAÇÃO E VALIDAÇÃO DE UM INSTRUMENTO DE ANÁLISE SOBRE O PAPEL DO CIENTISTA E A NATUREZA DA CIÊNCIA E DA TECNOLOGIA

Development and validation of an instrument of analysis on the role of the scientist and the nature of science and technology

Geraldo W. Rocha Fernandes [gerald.fernandes@ufvjm.edu.br]

Departamento de Ciências Biológicas - DCBio

Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri - UFVJM

Rodovia MGT 367 – km 583, n. 5000, Alto da Jacuba, Diamantina, Minas Gerais, Brasil

António M. Rodrigues [arodrigues@fmh.ulisboa.pt]

Laboratório de Pedagogia, Faculdade de Motricidade Humana

UIDEF - Unidade de Investigação e Desenvolvimento em Educação e Formação, Instituto de Educação

Universidade de Lisboa

Faculdade de Motricidade Humana, Estrada da Costa, Cruz Quebrada, Dafundo, Oeiras, Portugal

Carlos Alberto R. Ferreira [cferreira@fmh.ulisboa.pt]

Laboratório de Pedagogia, Faculdade de Motricidade Humana

Universidade de Lisboa

Faculdade de Motricidade Humana, Estrada da Costa, Cruz Quebrada, Dafundo, Oeiras, Portugal

Resumo

Este estudo apresenta a elaboração e validação de um instrumento de categorias para analisar três concepções: 1) concepção sobre o papel do cientista, 2) concepção sobre a Natureza da Ciência (NdC) e 3) concepção sobre a Natureza da Tecnologia (NdT). Neste sentido, o trabalho apresenta alguns aspectos que caracterizam a compreensão sobre o papel do cientista e a Natureza da Ciência e da Tecnologia (NdC&T) de 20 crianças e jovens de diferentes países que desenvolvem atividades científicas e tecnológicas em um espaço não formal de ensino e aprendizagem. O instrumento de coleta de dados consistiu num questionário e numa entrevista semiestruturada. Os resultados sugerem que os participantes possuem concepções ingênuas sobre a NdC, ou seja, com visões empíricas e técnica-instrumental. Eles caracterizam a NdT, principalmente, como aparato instrumental, aplicação do conhecimento e, até mesmo, como algo importante que faz parte de suas vidas. Em relação ao papel do cientista, possuem compreensões estereotipadas (desenvolvimento de métodos, comprovação dos fatos, relação com aparatos tecnológicos etc.).

Palavras-Chave: Concepções; Natureza da Ciência; Natureza da Tecnologia; Visão sobre os Cientistas; Ensino de Ciências; Educação não formal.

Abstract

This study presents the elaboration and validation of a category instrument to analyze three conceptions: 1) conception about the role of the scientist; 2) conception about the Nature of Science (NOS) and 3) conception about the Nature of Technology (NOT). In this sense, the paper presents some aspects that characterize the understanding about the role of the scientist and the Nature of Science and Technology of 20 children and young people from different countries who develop scientific and technological activities in a non-formal teaching and learning space. The data collection instrument consisted of a questionnaire and a semi-structured interview. The results suggest that the participants have naive conceptions about NOS, i.e., with empirical and technical-instrumental visions. They characterize NOT mainly as instrumental apparatus, application of knowledge and even as something important that is part of their lives. In relation to the

scientist's role, they have stereotyped understandings (development of methods, proof of facts, relation with technological devices, etc.).

Keywords: Conceptions; Nature of Science; Nature of Technology; View about Scientists; Science Education; Non-formal Education.

INTRODUÇÃO

A concepção da *Natureza da Ciência* (NdC) e *Natureza da Tecnologia* (NdT) continua a ser um tema atual debatido na filosofia, sociologia e educação científica (Constantinou, Hadjilouca, & Papadouris, 2010; Lederman, 1992, 2007; Lederman, Abd-El-Khalick, Bell, & Schwartz, 2002). Estes conceitos não são fáceis de se definir e, por vezes, geram uma ausência de consenso (Driver, Leach, Millar, & Scott, 1996; Lederman, 2007); porém, o seu entendimento por alunos e professores tem sido defendido como uma meta importante para a compreensão dos aspectos que caracterizam a ciência e tecnologia (Abd-El-Khalick, Lederman, Bell, & Schwartz, 2001; Bell & Lederman, 2003; Lederman, 2007).

Existem alguns aspectos deste debate, que gostaríamos de caracterizar neste estudo. O primeiro deles é que existe a ideia de que a ciência e a tecnologia constituem duas áreas intimamente ligadas da atividade humana, que são fortemente interdependentes (Bell & Lederman, 2003). Apesar dessa forte ligação, eles representam domínios claramente distinguíveis das ações humanas, na medida em que servem a diferentes fins sociais (Constantinou et al., 2010; Gil-Pérez et al., 2005; Gil-Pérez, Montoro, Alís, Cachapuz, & Praia, 2001). Neste sentido, podemos dizer que “a **ciência** visa produzir conhecimento confiável sobre o funcionamento dos sistemas; a **tecnologia** procura gerar soluções para os problemas encontrados pela sociedade ou desenvolver procedimentos ou produtos que atendam às necessidades humanas” (Constantinou et al., 2010, p. 145, grifo nosso). Quando trazemos este debate para a educação, percebemos que as concepções que alunos e professores de Ciências têm sobre a Natureza da Ciência e da Tecnologia (NdC&T) também são distintas.

Além das concepções sobre a NdC&T, a concepção sobre o *cientista*, quanto ao seu papel na sociedade (Buldu, 2006; Newton & Newton, 1998; Scherz & Oren, 2006), também apresenta “imagens estereotipadas” para alunos e professores de Ciências (Buldu, 2006).

Apesar de as concepções dos estudantes sobre o papel da ciência, da tecnologia e o trabalho do cientista ter sido amplamente investigadas (Driver et al., 1996; Lederman, 2007; Constantinou et al., 2010; Ferreira Gauchía, Gil Pérez, & Vilches, 2006; Gil-Pérez et al., 2005), na maior parte dos trabalhos, elas têm sido analisadas separadamente.

Diante disso, o presente estudo tem o objetivo de apresentar um instrumento de análise que identifique as concepções, visões ou imagens¹ de ciência, de tecnologia e do cientista por crianças e jovens, provenientes de um contexto familiar vulnerável economicamente e que desenvolvem atividades científicas e técnicas em um espaço não formal de ensino e aprendizagem. A nossa intenção é que este instrumento nos permita responder, especificamente, as seguintes questões:

- Quais as concepções que crianças e jovens têm sobre o papel do cientista na sociedade?
- Quais as concepções que crianças e jovens têm sobre a NdC?
- Quais as concepções que crianças e jovens têm sobre a NdT?

Por que estudar essas três concepções? A educação científica muitas vezes é limitada à aquisição de fatos e a educação tecnológica, frequentemente, é limitada ao uso competente da tecnologia (Kruse & Wilcox, 2013). Segundo muitos pesquisadores em educação científica (Bell & Lederman, 2003; Constantinou et al., 2010; Driver et al., 1996; Lederman, 2007), para alcançar uma maior alfabetização científica e tecnológica, os alunos devem entender a natureza tanto da ciência como da tecnologia. Através

¹ Note que, neste estudo, “concepções”, “imagens” ou “visões” referem-se às percepções, protótipos ou exemplos típicos de uma determinada entidade ou empreendimento. Em outras palavras, “imagens de estudantes” sobre ambientes científicos ou tecnológicos refletem suas percepções desses lugares e provavelmente afetam suas atitudes (Scherz & Oren, 2006).

do entendimento da NdC&T, os estudantes podem tomar decisões pessoais bem informadas e participar de um discurso cultural crítico sobre o papel da ciência e da tecnologia em suas vidas.

Nosso pressuposto é que as descobertas desta pesquisa possam ser usadas para informar possíveis tentativas de projetar ou modificar sequências de atividades que abordem essas concepções no ensino de Ciências. A implicação educacional é que, uma vez identificadas as percepções iniciais dos estudantes, pesquisadores e professores possam elaborar e fornecer experiências significativas para contestar as imagens estereotipadas da ciência, tecnologia e cientista de crianças e jovens.

REVISÃO DA LITERATURA SOBRE AS CONCEPÇÕES DE NdC, NdT E O PAPEL DO CIENTISTA

As concepções sobre o papel do cientista

A primeira concepção dos estudantes que gostaríamos de caracterizar refere-se ao papel do cientista. A imagem do cientista, relacionada com a NdC&T, aos olhos dos estudantes de várias idades, tem sido o foco de diversos estudos (Akerson & Abd-El-Khalick, 2005; Buldu, 2006; Driver et al., 1996; Kosminsky & Giordan, 2002; Lederman, 2007; Newton & Newton, 1998; Scherz & Oren, 2006). "Vários pesquisadores examinaram as atitudes e as percepções dos alunos sobre 'ciência', 'tecnologia', 'cientistas' e 'tecnólogos profissionais'" (Scherz & Oren, 2006, p. 967).

A partir da análise do trabalho publicado por Scherz & Oren (2006), os alunos, muitas vezes, têm imagens estereotipadas dos cientistas e que afetam suas atitudes em relação à ciência, isto é, os cientistas e os trabalhos científicos, às vezes, são vistos como desagradáveis, restritos a um laboratório e com imagens exóticas. Não só as crianças, mas também os adultos, incluindo alguns professores de Ciências, possuem imagens estereotipadas sobre os cientistas que tendem a afetar o ensino de uma forma negativa (Scherz & Oren, 2006).

O trabalho de Buldu (2006) analisou 42 desenhos feitos por 30 crianças, com idade de cinco a oito anos, e que caracterizam as imagens de cientistas. Os resultados apontam que o tipo mais comum de cientista é aquele considerado estereotipado, isto é, alguém que conduz a investigação ou que tenta inventar um novo material. Esse autor considera como imagens estereotipadas: a) *símbolos de pesquisa*, como instrumentos científicos e equipamentos de laboratório de todos os tipos; e b) *símbolos do conhecimento*, principalmente livros e armários, a tecnologia e os produtos da ciência. Também foi evidenciado o cientista social, que, para as crianças, são os jornalistas que digitam reportagens científicas, junto com romancistas/poetas, artistas que pintam e professores universitários. De acordo com o trabalho de Buldu (2006), as percepções das crianças sobre o papel do cientista na sociedade diferem de acordo com três aspectos: a) *com a sua idade* (as crianças mais velhas desenharam imagens de cientistas não estereotipadas e com mais detalhes); b) *com gênero* (nenhum dos rapazes desenhou cientistas mulheres, enquanto algumas meninas desenharam cientistas do sexo feminino); e c) *com nível socioeconômico* (filhos de pais com condição socioeconômica mais baixa desenharam imagens de cientistas mais estereotipadas, os filhos de pais com condição econômica superior desenharam imagens diferentes de cientistas).

Zhai et al. (2014) exploram a imagem criada por crianças do ensino primário (9 a 10 anos) sobre aprender Ciências na escola e como se comparam com cientistas "reais". Os resultados indicam que, sobre aprender Ciências na escola, a maioria dos alunos colocou: realizar investigações práticas, aprender com o professor e completar o caderno de trabalho. Além disso, os alunos relataram que os cientistas são mais propensos a trabalhar sozinhos e a fazer coisas perigosas. Por causa disso, os estudantes acreditavam que eram diferentes de cientistas, apesar de se verem "atuando como um cientista" em aula, especialmente quando faziam experimentos.

Esses estudos nos mostram que as crianças e jovens podem fazer distinções entre ciência escolar e "ciência real", que existem diferentes tipos de cientistas e uma presença considerável de imagens estereotipadas.

As concepções sobre a Natureza da Ciência

O estudo das concepções sobre a NdC por professores e alunos é reconhecido como objetivo de ensino e aprendizagem de Ciências por várias pesquisas e currículos internacionais (AAAS, 1990; Lederman, Abd-El-Khalick, Bell, & Schwartz, 2002; Lederman, 1992; National Research Council [NRC], 1996; NRC, 2000).

Segundo Lederman (2007), a “NdC, normalmente, refere-se à epistemologia da ciência, da ciência como forma de conhecimento, ou dos valores e crenças inerentes ao conhecimento científico e ao seu desenvolvimento” (p. 833, tradução nossa), isto é, a NdC refere-se às bases epistemológicas das atividades da ciência e às características do conhecimento resultante destas atividades (Lederman, 2007).

A NdC também é considerada como parte da *alfabetização científica* de diversos currículos internacionais (AAAS, 1990; Karakas, 2011; NRC, 1996, 2000), onde se supõe que o entendimento da NdC permitirá aos professores, alunos e ao público em geral, compreenderem melhor a ciência, para que possam tomar decisões quando confrontados com questões científicas (Karakas, 2011; Cachapuz et al., 2011). Sobre a importância deste público em compreender o significado da NdC, Driver et al. (1996) apresentam cinco justificativas: 1) fazer com que a ciência tenha sentido e administrar os objetos e processos tecnológicos na vida cotidiana (utilitarista); 2) tomar decisões sobre questões sociocientíficas (democráticas); 3) apreciar o valor da ciência como parte da cultura contemporânea (cultural); 4) desenvolver uma compreensão das normas utilizadas pela comunidade científica que incorporam compromissos morais, de valor geral, para a sociedade (moral); e 5) facilitar o aprendizado de temas científicos (aprendizado de Ciências). Segundo Lederman (2007), estes argumentos são importantes para que os professores de Ciências possam compreender as diversas concepções relacionadas com a NdC, mesmo que sejam essencialmente intuitivos, com pouco suporte empírico, e difíceis de serem realmente cumpridos pelos alunos.

Alguns trabalhos apresentam discussões sobre as concepções da NdC para professores, alunos e sociedade numa perspectiva curricular (AAAS, 1990; Karakas, 2011; NRC, 1996) e outros apresentam aproximações das visões dos professores de Ciências e alunos (Driver et al., 1996; Lederman, 2007). Também encontramos pesquisas que buscam caracterizar somente as visões dos professores de Ciências (Cachapuz, Gil-Pérez, Carvalho, Praia, & Vilches, 2011; Gil-Pérez et al., 2001) ou somente dos alunos (Buldu, 2006; Constantinou et al., 2010; Kosminsky & Giordan, 2002; Newton & Newton, 1998).

Outra referência é o trabalho de Lederman (2007) que fez uma importante revisão de trabalhos acerca das concepções de professores e estudantes americanos sobre a NdC:

a) Estudantes e professores do K-12² normalmente não possuem concepções "adequadas" da NdC; b) As concepções da NdC são melhores aprendidas através de um ensino explícito e reflexivo em oposição ao implícito, por meio de experiências de simplesmente "fazer" a ciência; c) As concepções da NdC dos professores não são automaticamente e necessariamente traduzidas na prática da sala de aula; d) Os professores não consideram a NdC como um resultado de ensino de igual relevância aos resultados do ensino de conteúdos "tradicionais" (pág. 869, tradução nossa).

Nas concepções ou visões da NdC por professores, nos deparamos com trabalhos que discutem e caracterizam os aspectos epistemológicos (Cachapuz et al., 2011; Gil-Pérez et al., 2001; Karakas, 2011; Lederman, 2007), mas quando buscamos respostas para as concepções da NdC de **crianças e jovens**, estas visões se tornam menos epistemológicas e mais próximas ao seu dia a dia, de sua realidade cultural, social e política (Akerson & Abd-El-Khalick, 2005; Buldu, 2006; Newton & Newton, 1998).

Para compreendermos a visão sobre a NdC somente **dos alunos**, o trabalho de Constantinou et al. (2010) apontam evidências de que eles tendem a caracterizar a ciência utilizando termos específicos como "descoberta" e "experiência" e não como um campo de estudo visando a obtenção de melhor compreensão do mundo. Outros estudos sugerem que os estudantes concebem a ciência como uma tentativa em

² Em comparação com o ensino do Brasil, K-12 refere-se à educação básica, compreendida pelo ensino fundamental (anos iniciais e anos finais) e ensino médio.

melhorar a qualidade de vida (Constantinou et al., 2010; Driver et al., 1996; Lederman, 2007). Esta opinião parece ser reforçada pelas mídias de massa (TV, jornal, cinema, internet e outros) que apresentam, muitas vezes, conceitos científicos incompletos ou incoerentes (Kosminsky & Giordan, 2002).

Em um trabalho empírico com jovens de idade de 09, 12 e 16 anos, Driver et al. (1996) identificaram três características das representações sobre a NdC e que se aproximavam mais com aspectos epistemológicos: 1) o objetivo do trabalho científico (pelos cientistas); 2) a natureza e *status* do conhecimento científico (incluindo a relação entre evidência e explanação, o papel da experimentação e a natureza da teoria); e 3) ciência como empreendimento social (características dos cientistas; a natureza social das comunidades científicas; o relacionamento das comunidades científicas com outros grupos sociais e a influência da sociedade).

Em resumo, a visão dos alunos sobre Ciência, também costuma ser construída e desenvolvida conforme é apresentada em sala de aula (Driver et al., 1996). É neste cenário, através das ações do professor ou do livro texto de Ciências, que as atividades realizadas (leitura, experimentação, resolução de problemas etc.) reforçam as visões que estão sendo desenvolvidas (Buldu, 2006; Driver et al., 1996).

As concepções sobre a natureza da tecnologia

Como descrito no tópico anterior, existe uma grande discussão acadêmica sobre a NdC e o seu papel na educação científica. Este debate revela uma falta de consenso sobre o que seriam as concepções mais coerentes e como desenvolvê-las entre professores e alunos (Driver et al., 1996; Gil-Pérez et al., 2001; Lederman, 2007). Algo semelhante também ocorre sobre a NdT (Constantinou et al., 2010; DiGironimo, 2011; Lederman, 2007).

O trabalho de DiGironimo (2011) apresenta uma revisão da literatura sobre a alfabetização científica e tecnológica, a filosofia da tecnologia e a história da tecnologia, com a intenção de desenvolver um quadro conceitual para a NdT. Nesse estudo, o autor identificou cinco *dimensões gerais de conhecimento* que caracterizam a NdT: a) *tecnologia como artefatos*; b) *tecnologia como um processo de criação*; c) *tecnologia como uma prática humana*; d) *o papel atual da tecnologia na sociedade*; e e) *história da tecnologia*. O quadro de DiGironimo (2011) para a NdT abrange ainda, três perspectivas: histórica, filosófica e educacional. “As perspectivas, embora distintamente únicas, oferecem características comuns sobre a tecnologia que pode ser fundida para desenvolver uma sofisticada e consistente definição de tecnologia” (DiGironimo, 2011, p. 1342).

Para Ferreira-Gauchía et al. (2012) e Gil-Pérez et al. (2005) existe uma falta de atenção dada à tecnologia na educação científica quando a considera como "*ciência aplicada*", isto é, como algo que vem 'depois' da ciência. Gil-Pérez et al. (2005) questionam esta visão simplista da relação ciência-tecnologia, historicamente enraizada na valorização desigual do trabalho intelectual e manual, e tentam mostrar, em seu estudo, como a ausência da dimensão tecnológica na educação científica contribui para uma visão ingênua e distorcida da ciência e da tecnologia e que, por vezes, afeta profundamente a *alfabetização científica e tecnológica* necessária de todos os cidadãos.

Em busca das *concepções dos professores de Ciências sobre a NdT*, Ferreira-Gauchía et al. (2012) verificaram que estes apresentavam concepções distorcidas da tecnologia, concebida como "*simples aplicação de conhecimentos científicos*". Estas concepções se tornam obstáculos para o desenvolvimento de uma visão mais coerente da ciência e da tecnologia, principalmente quando se trabalha na sala de aula, levando os alunos também a terem concepções empobrecidas sobre a NdC&T.

Em busca das *concepções dos alunos sobre a NdT*, encontramos o estudo de Constantinou et al. (2010). Os resultados deste estudo mostram que os alunos tendem a interpretar vagamente a tecnologia como um campo que está de alguma forma, ligado à melhoria da qualidade de vida; tendem a restringir a tecnologia para conquistas tecnológicas modernas, como computadores, e excluem dispositivos antigos, como a catapulta e as caravelas. Estes também apresentam a tendência em reduzir a tecnologia a produtos finais, e têm dificuldade em resgatar aspectos históricos da tecnologia como a invenção e criatividade do processo em desenvolver projetos (Constantinou et al., 2010).

Com o objetivo de avaliar a compreensão dos alunos sobre a distinção entre ciência e tecnologia, Constantinou et al. (2010) verificaram que os alunos (idades entre 11 e 15 anos), geralmente não

conseguem distinguir a diferença entre os objetivos da ciência e da tecnologia. Eles também constataram que os alunos possuem uma vaga noção dos dois domínios, e que tendem a recorrer a uma grande variedade de critérios para distinguir a diferença, entre estes domínios, de uma forma não sistemática e inconsistente. Os dados da pesquisa de Constantinou et al. (2010) apontam ainda que a idade e o nível de escolaridade dos alunos não parece ter um impacto significativo sobre a validade e a sistematicidade de padrões de resposta a respeito da distinção entre ciência e tecnologia. Segundo Acevedo et al. (2003), esta dificuldade de distinção entre ciência e tecnologia, se caracterizou como uma sobreposição de objetivos e foi o que levou ao surgimento do conceito de “tecnociência”, bastante discutido entre alguns filósofos contemporâneos (DiGironimo, 2011).

Para alguns autores, a dificuldade em compreender a NdT por crianças e jovens é reforçada pelo uso da palavra “tecnologia”, associada por vezes aos objetos que utilizam eletricidade e às Tecnologias de Informação e Comunicação (TIC) (Chang & Tsai, 2005; Lee et al., 2011). Pérez Gomez (2012) defende que esta dificuldade está relacionada com o advento da “sociedade da informação”, ou seja, que os alunos vivem numa “cultura digital” em que a escola apresenta dificuldade em acompanhar e compartilhar desta realidade.

Para entender melhor o fundamento teórico dessas três concepções, apresentamos na Tabela 1 alguns exemplos das principais categorias que representam diferentes *concepções* sobre o papel dos cientistas, a natureza da ciência e a natureza da tecnologia. Nesta tabela, diferentes autores se unem para nos orientar sobre o desenvolvimento dos pressupostos teóricos desta pesquisa.

No estudo de Newton e Newton (1998), a imagem feita pelos alunos sobre ciência, tecnologia e cientistas começa a ser desenvolvida no início, na escola primária, e permanece constante por muitos anos, mesmo após mudanças significativas no currículo de Ciências. "As crianças geralmente formam suas primeiras impressões em um estágio inicial de seu desenvolvimento e essas impressões são provavelmente formadas na escola" (Buldu, 2006, p. 124). Considerando que as concepções dos alunos começam a se formar na escola primária e persistem por muitos anos, como podemos identificá-las para reduzir suas distorções? A próxima seção descreve os métodos usados em nosso estudo, que buscou identificar essas concepções, com base em várias categorias, e fornecer orientações para superá-las.

METODOLOGIA

Desde a introdução deste estudo, procuramos evidenciar pesquisas que se preocuparam com a concepção da NdC&T por alunos e professores. Uma vez que o nosso objetivo é compreender as concepções de crianças e jovens sobre a NdC&T em um espaço não formal de ensino de Ciências, optamos por desenvolver uma pesquisa qualitativa para descrever e analisar as suas respostas e desenhos. Apoiamo-nos no referencial teórico apresentado na primeira parte deste trabalho para elaborarmos o nosso instrumento de coleta e análise de dados. A coleta foi caracterizada por um questionário de questões abertas (para escrever ou desenhar) e fechadas (escolha múltipla e escala *likert*) e a análise será realizada por um instrumento de compreensão das expressões e desenhos sobre as concepções da NdC, NdT e o papel do cientista na sociedade por meio de categorias e indicadores.

Para utilizar a pesquisa qualitativa neste estudo, nos apoiaremos nos trabalhos de Silverman (2001, 2010). Para melhor compreensão da nossa proposta e como pretendemos obter os dados da nossa investigação, vamos apresentar detalhadamente o desenho de pesquisa.

Os instrumentos de coleta de dados

Constantinou et al. (2010) e Lederman (2007) nos apresentam uma crescente preocupação da necessidade em desenvolver instrumentos eficazes para conhecer e caracterizar as concepções sobre NdC e NdT de alunos e professores. A concepção de uma ferramenta torna-se essencial para o fornecimento de dados que auxiliem professores e educadores a proporem currículos e metodologias de ensino para superarem as concepções distorcidas sobre a NdC&T (Bell & Lederman, 2003; Buldu, 2006; Cachapuz et al., 2011; Constantinou et al., 2010; Lederman, 2007; Lederman et al., 2002).

Tabela 1 – Exemplos de categorias para concepções sobre o papel do cientista e a natureza da ciência e da tecnologia.

EIXO	AUTOR	OBJETIVO	TEMA	CATEGORIAS
Concepções sobre o papel do cientista	(Buldu, 2006)	Analisar a imagem de cientistas em 42 desenhos feitos por 30 crianças com idade de cinco a oito anos.	Concepções de crianças sobre a imagem do cientista	a) Tipo: cientista; cientista social. b) Gênero: cientista masculino ou feminino. c) Atividade: pesquisar; experimentar; inventar; observar; ensinar; escrever; reparar / manipular; fazer arte; outro (examinar, ler etc.). d) Características: símbolos de pesquisa; símbolos do conhecimento; tecnologia; outras características (animais, plantas, lua / estrelas).
	(Newton & Newton, 1998)	Verificar se as concepções estereotipadas de crianças mudaram após um período de cinco anos, usando a "Ordem Curricular Nacional Inglês e Galês para a Ciência".	Concepções de crianças sobre a imagem do cientista	a) Atributos da figura: gênero, jaleco, óculos, barba e calvície.
	(Scherz & Oren, 2006)	Examinar as imagens de ~100 alunos de seis turmas (oitavo e nono ano) sobre ciência e tecnologia, os locais de trabalho e as profissões relevantes. Descrever o efeito sobre essas imagens causado por uma iniciativa de ensino: "Investigação em Ciência e Tecnologia" (ICT).	Concepções de estudantes sobre o que sejam profissões científicas e tecnológicas	a) Profissão científica: profissões científicas (biólogos, físicos, químicos etc); profissões que usam conhecimento científico (isto é, médicos, enfermeiras); descrições do ambiente de trabalho; nomear disciplinas científicas; profissões não científicas (ou seja, professor, historiador); não respondeu. b) Profissões tecnológicas: profissões tecnológicas (por exemplo, engenheiros, eletricitas); descrições do ambiente de trabalho; profissões não tecnológicas; não respondeu.
			Concepções de estudantes sobre o lugar de trabalho do cientista e tecnólogo	a) Representação arquitetônica do espaço de trabalho: visão externa; visão interna. b) O nível de complexidade do interior do espaço de trabalho: visão geral; visão específica; <i>layout</i> . c) Aspectos negativos: expressões de advertência / perigo. d) Nenhum desenho.
(Kosminsky & Giordan, 2002)	Conhecer as concepções de jovens (de 15 a 18 anos) sobre o comportamento dos cientistas em três dias da semana (Segunda, Quinta e Domingo) nos seguintes horários: 10h; 16h; 23h.	Concepções de estudantes sobre as ações do cientista no seu dia a dia	Descrições gerais dos desenhos.	
Concepções sobre a natureza da ciência	(Newton & Newton, 1998)	Verificar se as concepções estereotipadas das crianças mudaram após um período de cinco anos, usando a "Ordem do Currículo Nacional de Inglês e Galês para a Ciência".	Concepções de crianças sobre a natureza da ciência após um currículo menos estereotipado	a) Concepção de ciência como um corpo de conhecimento e o estudo de: coisas vivas; materiais; forças e energia; terra e espaço; e outros. b) Concepção de ciência como um processo que envolve: procedimentos manipulativos; observação; medição; gravação e comunicação de informações; coisa; uso da tecnologia de informação.
	(Driver et al., 1996)	Verificar as concepções de crianças (de três idades diferentes: 9, 12 e 16 anos) sobre a natureza da ciência	Concepções de crianças e jovens sobre a natureza	a) Os propósitos do trabalho científico; b) A natureza e o <i>status</i> do conhecimento científico (incluindo a relação entre evidência e explicação, o papel da experimentação e a natureza da teoria);

EIXO	AUTOR	OBJETIVO	TEMA	CATEGORIAS
			da ciência	c) Compreensão da ciência como empreendimento social.
	(Akerson & Abd-El-Khalick, 2005)	Explorar as visões de Ciências dos alunos do ensino fundamental (NdC) para ver quão bem eles se alinham com as recomendações da reforma curricular americana (AAAS, 1993; NRC, 1996).	Concepções de crianças sobre a natureza da ciência e comparação com o currículo nacional americano	a) Distinção entre observação e inferência. b) A natureza criativa e imaginativa da ciência. c) A natureza provisória, mas confiável da ciência.
	(Akerson et al., 2011)	Explorar as visões dos alunos do ensino fundamental sobre a NdC (do jardim de infância até o terceiro ano) em contextos variados (formal e informal)	Aspectos sobre a natureza da ciência	a) Observação vs. Inferência b) Subjetividade e Incorporação Social / Cultural c) Criatividade e imaginação d) Evidência empírica e) Tentativa
	(Teixeira et al., 2009)	Verificar as concepções de estudantes de Física de uma universidade, acerca da natureza da ciência e sua transformação por uma abordagem contextual do ensino de Física.	Concepções de estudantes universitários sobre a natureza da ciência	a) Estudo dos fenômenos da natureza. b) Conjunto de conhecimentos organizados. c) Desenvolvimento de métodos. d) Comprovação dos fatos.
	(Karakas, 2011)	Examinar como os professores universitários de Ciências, que ministram cursos introdutórios de graduação em Ciências (incluindo os campos de química, biologia, física e ciência da terra), entendem e definem ciência e natureza da ciência (NdC).	Definições de ciência e concepções sobre a natureza da ciência por professores da faculdade de Ciências	a) Como a faculdade de ciências define ciência: é empírica e experimental; explica a realidade; é uma investigação e faz boas perguntas; é uma maneira de conhecer e entender o mundo; está explicando o que você vê usando o método científico; é a resolução de problemas. b) Visões sobre a natureza provisória da ciência. c) Visões sobre a natureza empírica da ciência. d) Visões sobre a natureza subjetiva da ciência. e) Visões sobre a natureza criativa da ciência: presença da criatividade; criatividade na elaboração de um experimento para uma questão de pesquisa; depende do indivíduo, a melhor ciência é muito criativa; a coleta de dados não é criativa. f) Visões sobre a natureza social e cultural da ciência: A sociedade e a cultura afetam como e que tipo de ciência é feita (pressões políticas e sociais; pressão do financiamento; educação e formação dos cientistas); A ciência é universal, mas existem algumas influências culturais pessoais; A ciência está em toda parte em nossas vidas (os cientistas são cozinheiros e mecânicos).

EIXO	AUTOR	OBJETIVO	TEMA	CATEGORIAS
				g) Funções das, e relações entre, teorias científicas e leis: Relação hierárquica; As teorias se tornam leis com tempo e testes suficientes; Visões mistas sobre as relações entre teorias científicas e leis; Diferentes tipos de conhecimento, não hierárquicos. h) Diferenças entre observação e inferência na ciência.
Concepções sobre a natureza da tecnologia	(DiGironimo, 2011)	Investigar as concepções de estudantes sobre a Natureza da Tecnologia	Concepções de sobre a Natureza da Tecnologia	a) Tecnologia como um artefato b) Tecnologia como processo de criação c) Tecnologia como prática humana d) História da tecnologia
	(Ferreira Gauchía et al., 2006)	Identificar as concepções de tecnologia transmitidas nos livros didáticos	Concepções da natureza da tecnologia pelos livros didáticos	a) Enfoque instrumental: grupo de ferramentas, artefatos e máquinas b) Enfoque cognitivo: aplicação do conhecimento (pré-científica e ciência aplicada) c) Enfoque sistêmico: componente científico-tecnológico; histórico-cultural; organizativo-social; verbal-iconográfico; técnico-metodológico.
	(Ferreira-Gauchía et al., 2012)	Identificar as concepções da tecnologia e analisar como as concepções afetam os professores encarregados de promover a alfabetização tecnológica de seus alunos	Concepções deformadas sobre a natureza da tecnologia	a) Tecnologia como aplicação do conhecimento científico; b) Tecnologia como principal responsável dos problemas ambientais; c) Tecnologia como solução dos principais problemas da humanidade; d) Tecnologia como desenvolvimento científico e que precede a ciência; e) Tecnologia relacionada com consequências negativas.
	(Constantinou et al., 2010)	Avaliar a compreensão dos alunos sobre a distinção entre ciência e tecnologia.	Concepções de estudantes sobre tecnologia	a) Melhorar a saúde humana b) Construção ou melhoria de instrumentos c) Abordar problemas ambientais d) Preservar / melhorar a qualidade de vida e) Melhorar a segurança humana f) Melhorar as máquinas

Fonte: elaborado pelos autores.

Segundo Constantinou et al. (2010), a maioria dos instrumentos de avaliação sobre a NdC&T “foram desenvolvidos, em grande parte, sobre instrumentos de escolha forçada, como testes de múltipla escolha ou escala Likert (por exemplo, *TOUS*, *WISP*, *IST*, *NOSS*, *NOST*, *VOST*, *NSKS* para avaliar a Natureza da Ciência e *PATT* para avaliar a Natureza da Tecnologia)” (Constantinou et al., 2010, p. 148). Outros instrumentos de avaliação da NdC&T consistem em entrevistas com itens abertos, que muitas vezes são descontextualizados e abstratos para quem está respondendo (por exemplo: O que é ciência? O que é tecnologia?) (Constantinou et al., 2010).

Também existem na literatura instrumentos com protocolos de entrevistas que combinam itens descontextualizados e contextualizados (por exemplo, itens com tópicos de *questões sociocientíficas*) (Scherz & Oren, 2006). Outra abordagem de avaliação inclui a combinação de testes escritos, que consiste em itens abertos, com entrevistas de acompanhamento, em que os alunos são convidados a explicar as suas respostas (Constantinou et al., 2010; Lederman, 2007). Para responder os objetivos propostos por esta pesquisa, seguimos as orientações de Constantinou et al. (2010) e elaboramos dois instrumentos de coleta de dados: o questionário e a entrevista.

Questionário: caracterizado por 05 questões de diferentes tipologias: 03 abertas, 01 de múltipla escolha e 01 com escala *Likert*. O questionário possuía um texto explicando a natureza da pesquisa, a sua importância e a garantia de privacidade da identidade dos respondentes. Ele foi elaborado buscando evidenciar algumas categorias dentro de dois eixos de análise: 1) *Compreensão sobre a natureza e o ensino de Ciências*: este eixo estava organizado com quatro questões em que buscamos evidenciar: a) concepção sobre a natureza da ciência (01 questão aberta); b) concepção sobre o papel do cientista (01 questão aberta), c) concepção do conteúdo que seria abordado numa atividade investigativa (01 questão aberta); e d) caracterização das aulas de Ciências (01 questão com escala *Likert*). 2) *Concepção sobre a natureza da tecnologia e o uso do computador*: este eixo apresentava três questões que buscavam respostas sobre: a) concepção de tecnologia (01 questão aberta); b) as principais tecnologias digitais que os alunos tinham contato (01 questão de escolha múltipla); e c) ações em relação ao uso do computador ligado à internet (01 questão com escala *Likert*). Nas questões abertas os alunos tinham liberdade de escrever ou desenhar.

A primeira versão do questionário foi apresentada a três professores universitários que trabalham com ensino de Ciências e o uso de TIC, com a finalidade de analisar o entendimento e a viabilidade das questões para responder os objetivos propostos. A avaliação dos professores nos possibilitou retirar uma questão (profissão do pai e da mãe para não deixar o participante constrangido, uma vez que eles já faziam parte de um meio econômico vulnerável) e corrigir outras questões (alguns termos que dificultariam a compreensão dos participantes).

Uma vez realizada as alterações sugeridas pelos professores, aplicamos dois testes pilotos. O primeiro aconteceu em uma escola municipal na cidade de Ilhéus no estado da Bahia (Brasil). Buscamos uma escola com características semelhantes ao espaço que seria realizada a coleta de dados final. No estudo piloto participaram vinte alunos voluntários do 6º ano no ano de 2014. As questões em que não se obteve o tipo de informação desejada, e que os respondentes tiveram dificuldade de entendimento, foram reformuladas ou eliminadas. Após a reformulação, fizemos um convite a uma escola estadual no município de Itabuna no estado da Bahia (Brasil) para participar do segundo estudo piloto. Neste piloto, participaram oito estudantes voluntários do 6º ano e oito voluntários do 7º ano, uma vez que a nossa amostra seria composta por estudantes de turmas e anos diferentes. Analisamos os resultados e chegamos à configuração final do questionário que seria utilizado para a coleta de dados (Apêndice A).

Os dados provenientes dos estudos pilotos foram utilizados para validarem o questionário que seria utilizado para a coleta de dados da nossa pesquisa, e também para construir e validar o instrumento de análise das concepções dos participantes da nossa amostra sobre a NdC, NdT e o papel do cientista.

Entrevistas semiestruturadas com os alunos participantes da coleta de dados: foi elaborado um protocolo de entrevistas semiestruturadas pensado para complementar e responder as dúvidas dos dados coletados do questionário, isto é, queríamos aprofundar as concepções de ciência e tecnologia e suas relações com o ensino de Ciências identificadas no questionário (Apêndice B).

A coleta dos dados: sujeitos e cenário

Nosso trabalho também assume o caráter de um *estudo de caso* (Yin, 2003), uma vez que buscamos compreender o comportamento de um grupo de estudantes, “considerados como entidade única,

diferente de qualquer outra, numa dada situação contextual específica, que é o seu ambiente natural” (Sousa, 2009, p. 138).

O ambiente natural dos participantes ou o *cenário* da nossa pesquisa foi constituído por um espaço de inclusão social, educacional e tecnológico denominado de Projeto “O Espaço, Desafios e Oportunidades (EDO)”, desenvolvido na Região da Tapada das Mercês no concelho de Sintra em Portugal. Este cenário é considerado um estudo de caso devido ao fato do Projeto EDO atender estudantes de várias escolas da região, alguns do primeiro ciclo e principalmente do segundo e terceiro ciclos. O Projeto EDO recebe apoio e financiamento de um programa governamental denominado “Programa Escolhas”³ e que também apoia outros projetos em todo território português. O Projeto EDO iniciou-se em 2004, num contexto social vulnerável, com problemas sociais e econômicos onde predominam famílias maioritariamente de imigrantes. Para apoiar os estudantes dentro desta realidade, o projeto procura desenvolver ações de “inclusão escolar”, “educação não formal” e “inclusão digital” durante todo o ano em um espaço que possui computadores e diversas oficinas.

Outra justificativa, que torna este trabalho um estudo de caso, é que o projeto EDO está apoiado por um ensino interdisciplinar, com a realização de atividades práticas e que estão relacionadas com a realidade dos alunos e fora do horário de aula. Essas atividades acontecem em forma de oficinas temáticas, baseadas no desenvolvimento de projetos e num contexto de educação científica e tecnológica. As principais oficinas são de aeromodelismo, onde os alunos constroem aeromodelos e modelos de foguetes (temática relacionada ao espaço, universo, aeronáutica e astronomia), além de atividades com a robótica (temática relacionada com energias alternativas), onde se constroem modelos de barcos e carros movidos à energia solar e também turbinas eólicas. Essas atividades, dentro de um contexto não formal, tem o objetivo de complementar o ensino formal de Ciências e tecnologias que os estudantes recebem nas escolas da região. As atividades desenvolvidas neste espaço são mais práticas que teóricas, uma vez que os alunos veem a teoria na sala de aula. O espaço do projeto EDO não é um laboratório de práticas ou de Ciências para as escolas da região, mas um espaço de desenvolvimento de atividades baseadas em projeto, de inclusão social e digital. O objetivo do Projeto é que todas as atividades sejam multidisciplinares e interdisciplinares, para que os participantes consigam compreender que o conceito teórico que é dado nas aulas de Ciências, a nível curricular, faça sentido e tenha aplicação prática.

O Projeto EDO é apoiado pelo Centro de Inclusão Digital, um espaço informatizado, denominado CID@NET, com computadores, e que foi criado em 2006 com o objetivo de promover a inclusão digital dos alunos participantes. Dentro deste espaço, os alunos têm o reforço escolar utilizando a internet e, principalmente, um conjunto de sequências de ensino online, disponibilizadas gratuitamente pela “Escola Virtual da Porto Editora”.

Contextualizando os participantes

A nossa *amostra*, “considerada como entidade única” de um estudo de caso (Sousa, 2009), foi formada por crianças e jovens, participantes do projeto EDO. Elas foram convidadas a participarem desta pesquisa, no início das férias escolares de 2015, durante o período de uma semana. Os participantes entregaram aos coordenadores do projeto EDO uma ficha de autorização dos pais para participarem das entrevistas, uma vez que seriam filmadas. Os questionários foram respondidos por vinte jovens (70% do gênero masculino e 30% feminino), com idades compreendidas entre: os 10 anos (20,0%), 11 a 12 anos (55,0%), 13 a 14 anos (20,0%) e um aluno com 15 anos (5,0%). A maioria frequentava o 6º ano de escolaridade (55,0%), mas também responderam aos questionários alguns jovens que frequentavam o 4º ano (5,0%) e o 5º ano (40,0%). Nove participantes tem nacionalidade portuguesa (45%), os outros eram oriundos de três Países Africanos de Língua Oficial Portuguesa (PALOP): Cabo Verde, Guiné Bissau e Angola, e um pequeno grupo de Senegal. Os participantes vivem numa zona residencial com várias famílias de outras nacionalidades, de contextos socioeconômicos mais vulneráveis e com altas taxas de insucesso escolar. Todos falam a língua portuguesa, mas alguns ainda demonstram falar dialetos das línguas africanas em virtude dos seus subgrupos étnicos. O Gráfico 1 apresenta o país de origem dos participantes e de seus pais.

³ O Programa Escolhas é financiado pelo Instituto da Segurança Social, pela Direção Geral de Educação de Portugal e pelo Fundo Social Europeu, através do Programa Operacional Potencial Humano – POPH/QREN. Este Programa financia projetos de inclusão social em comunidades vulneráveis, muitos dos quais localizados em territórios onde se concentram descendentes de imigrantes e minorias étnicas ao longo de Portugal (Disponível em <http://www.programaescolhas.pt/>).

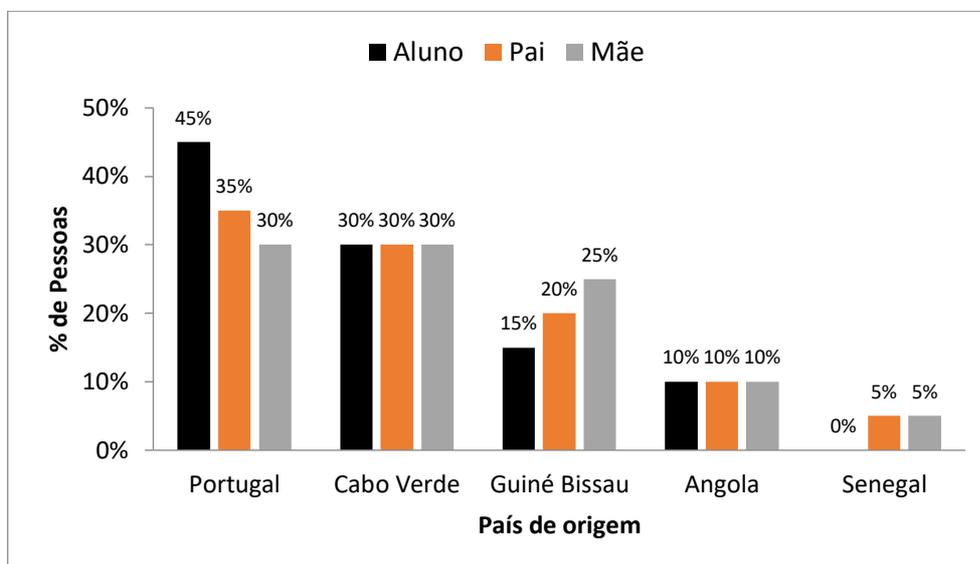


Gráfico 1 – País de origem dos alunos e de seus pais.

Para o desenvolvimento da pesquisa, também recebemos o apoio da equipe do projeto EDO formada pelo coordenador (professor especialista em ciência e tecnologia), uma psicóloga, um técnico em informática e uma estagiária.

Após a análise dos questionários, com o objetivo de compreender melhor as concepções sobre a NdC&T, os participantes do projeto EDO foram convidados a participarem de uma entrevista semiestruturada. Obteve-se o retorno de cinco alunos voluntários onde todas as entrevistas foram filmadas e transcritas. Os participantes foram identificados por A1, A2 etc., para que as suas identidades não fossem reveladas.

A ELABORAÇÃO DE UM INSTRUMENTO PARA ANALISAR AS CONCEPÇÕES

Diante dos aspectos discutidos no quadro teórico deste estudo e dos sujeitos que participaram da nossa pesquisa, nos pareceu pertinente a elaboração de um instrumento de análise das respostas do questionário com base em uma categorização concreta, que respondesse aos objetivos propostos deste estudo e atendesse as exigências definidas por Lederman (2007).

Para isso, as diversas pesquisas utilizadas neste trabalho sobre as concepções de NdC&T nos ofereceram um conjunto de indicadores que foram orientadores para a elaboração do instrumento de análise de dados dos questionários respondidos pelos sujeitos da nossa pesquisa. O instrumento que utilizaremos para analisar as concepções dos participantes, não irá emergir a partir das respostas dos questionários e entrevistas, mas será elaborado para interpretá-las.

Primeiramente, reunimos as diferentes concepções, em diferentes contextos e com diferentes sujeitos de modo a mapear a predominância destas em diferentes cenários (sobre o papel do cientista e a NdC&T). Essas concepções tiveram origens a partir de algumas pesquisas que utilizamos neste trabalho (Akerson et al., 2011; Akerson & Abd-El-Khalick, 2005; Buldu, 2006; Constantinou et al., 2010; DiGironimo, 2011; Ferreira Gauchía et al., 2006; Ferreira-Gauchía et al., 2012; Gil-Pérez et al., 2001; Karakas, 2011; Kosminsky & Giordan, 2002; Newton & Newton, 1998; Park & Lee, 2009; Scherz & Oren, 2006; Teixeira et al., 2009).

A referência principal para a preparação da Tabela 2 foi o estudo de Driver et al. (1996) e Lederman (2007) (Bell e Lederman, 2003; Lederman, 1992; Lederman et al., 2002) que apresentam diferentes trabalhos sobre a concepção do papel do cientista e da NdC&T. Para embasar estes autores, também

foram utilizados outros trabalhos com este tema: Abd-El-Khalick et al. (2001); Akerson e Abd-El-Khalick (2005); Buldu (2006); Gil-Pérez et al. (2005).

Partindo do reagrupamento das concepções da Tabela 1, sintetizamos o nosso instrumento em três dimensões de análise e que está caracterizado na Tabela 2: 1) *Concepção sobre o papel do cientista*; 2) *Concepção sobre a natureza da ciência*; e 3) *Concepção sobre a natureza da tecnologia*. Essas três dimensões possuem as suas respectivas categorias que abrangem as diversas concepções e se constituem pela intenção de se conhecer o que pensam crianças e jovens sobre a NdC, NdT e o papel do cientista.

Tabela 2 – Síntese das categorias utilizadas para analisar as principais concepções

Dimensões de Análise	Categorias
Concepções sobre o papel do cientista	Tipo Gênero Atividade Características Símbolos Espaço de trabalho
Concepções sobre a natureza da ciência	Concepção empírica Concepção epistemológica Concepção social e cultural Concepção criativa e imaginativa da ciência Concepção técnica e instrumental
Concepções sobre a natureza da tecnologia	Concepção instrumental Concepção cognitiva Concepção sistêmica Concepção de valores

Para validar este instrumento, analisamos as respostas dos questionários do estudo piloto (Apêndice A) e as concepções identificadas que não estavam contempladas no sistema de categorias da Tabela 2 foram incluídas na sua versão final. Para melhor compreensão do sistema caracterizado na Tabela 2, segue uma discussão aprofundada de cada dimensão de análise.

Concepções sobre o papel do cientista

A primeira dimensão de análise possui seis categorias acompanhadas por distintos indicadores: 1) tipo; 2) gênero; 3) características; 4) atividade; 5) símbolos; e 6) espaço de trabalho (Tabela 3).

Tabela 3 – Categorias e indicadores para as concepções sobre o papel do cientista.

CATEGORIAS	INDICADORES	DESCRIÇÃO	EXEMPLOS
Tipo	a) Cientista: físicos, químicos, biólogos, doutores, astronautas etc.; b) Cientista social: professor, jornalista, historiador etc.; c) Cientista tecnólogo: técnicos de laboratórios, engenheiros etc.	Caracteriza os principais tipos de cientista.	Cientista é a pessoa que <u>vai até a lua</u> e que <u>prevê o tempo</u> .
Gênero	a) Masculino; b) Feminino	Caracteriza o gênero do cientista.	Eu vejo um cientista como <u>um homem</u> que descobre várias coisas.
Características	a) Extrínsecas: casaco; óculos; barba; careca; cabelo para cima; cabelo comprido, vestido, sozinho/acompanhado etc. b) Intrínsecas: louco, inteligente etc.	Identifica as características físicas e traços de personalidade de um cientista	O povo fala que todos os cientistas são <u>malucos</u> ...
Atividade	Investigar/pesquisar; Descobrir; Conhecer; Explorar; Estudar; Experimentar; Inventar; Observar; Ensinar;	Identifica verbos de ação para caracterizar	O cientista <u>prevê</u> quando vai chover.

CATEGORIAS	INDICADORES	DESCRIÇÃO	EXEMPLOS
	Escrever; Reparar/concertar; Construir; Questionar; Comunicar informação – explicar; Pensar; Usar tecnologia da informação; Fazer Arte; Examinar; Ler; Prever etc.	as atividades dos cientistas.	
Símbolos	a) Símbolos de pesquisa: produto da ciência, material de laboratório e equipamentos (microscópio, tubos etc.); b) Símbolos de conhecimento: equações, computadores, livros, estantes, armários, escrivatinhas, canetas etc. c) Símbolos de perigo: explosões, proibições etc.	Identifica os principais símbolos que identifica a prática de um cientista.	O cientista usa <u>máscara</u> para fazer experiências.
Espaço de trabalho	a) Sem cena; b) Cena externa (Natureza, Planeta, Espaço etc.); c) Cena interna (Laboratório, Museu de Ciências, Fábrica, Sala de aula).	Identifica o cenário em que se encontra um cientista.	O cientista olha o planeta Terra <u>no espaço</u> .

A categoria “tipo” foi elaborada utilizando os trabalhos de Buldu (2006) e Scherz & Oren (2006). A categoria “características”, inicialmente, continha as orientações de Kosminsky & Giordan (2002) e Newton & Newton (1998) com as *características extrínsecas* do cientista, ou seja, eram características externas e presentes principalmente nos desenhos dos participantes do estudo piloto. A análise das respostas do teste piloto permitiu-nos identificar outras categorias. Verificamos também que surgiram algumas *características intrínsecas* nos textos escritos pelos participantes do piloto, como, por exemplo: “*Cientista é uma pessoa muito inteligente!* (Piloto- A02 – 12 anos)” ou “*Todo cientista é louco!* (Piloto - A13 – 10 anos)”.

Para a categoria “atividade”, utilizamos as orientações de Buldu (2006), mas novos verbos que caracterizam as atividades dos cientistas foram acrescentados após o piloto, por exemplo: descobrir, conhecer, explorar, estudar, construir, questionar etc.

Para a categoria “símbolos”, nos apoiamos no trabalho de Buldu (2006), porém acrescentamos, após a validação, o “*símbolo de indicação de perigo*” uma vez que se destacou em nosso piloto desenhos de explosões e caveiras. A última categoria, “espaço de trabalho”, explora os indicadores de Scherz & Oren (2006), porém, após a validação, tivemos necessidade de acrescentar novos indicadores como espaço de trabalho de um cientista: planeta, museu de ciência, fábrica e sala de aula. Estes espaços fazem sentido, uma vez que consideramos os cientistas sociais e tecnólogos como sujeitos de caracterização das concepções dos estudantes.

Concepções da natureza da ciência

A segunda dimensão de análise possui quatro categorias: 1) concepção técnica instrumental da ciência; 2) concepção empírica da ciência; 3) concepção epistemológica da ciência; 4) concepção social e cultural da ciência.

Segundo Lederman (2007), o

o conhecimento científico é experimental (sujeito às mudanças), baseado empiricamente (baseado em e/ou derivado de observações do mundo natural) e subjetivo (envolve antecedentes pessoais, preconceitos, e/ou é carregado de teoria); envolve necessariamente inferência humana, imaginação e criatividade (envolve a invenção de explicações); e é socialmente e culturalmente incorporado. (p. 834 – tradução nossa).

O nosso objeto de análise, apoiado por diversas concepções e pelo trabalho de Lederman (2007), inclui elementos que vêm caracterizar a NdC como: base empírica, moral e ética, criativa e imaginativa, influenciada pela cultura e sociedade, relacionada com a tecnologia e implicações direta com a epistemologia da ciência.

A Tabela 4 apresenta as descrições das categorias e alguns exemplos que surgiram durante a análise do questionário piloto.

Tabela 4 – Categorias para identificar as concepções sobre a natureza da ciência.

CATEGORIAS	DESCRIÇÃO	EXEMPLOS
Concepção empírica	Caracterizada pelo desenvolvimento de métodos; comprovação dos fatos, descrição de leis, teorias e descoberta de algo.	Ciência é uma forma de <u>descobrir</u> o mundo! Ciência é fazer <u>experimentos</u> .
Concepção epistemológica	Caracterizada como corpo de conhecimento (conteúdo científico, matéria de ensino, etc.); estudo de...; compreensão da realidade, aprendizagem, etc.	É o <u>estudo da natureza!</u> É uma <u>matéria</u> muito importante!
Concepção social e cultural	Caracterizada como não neutra; que existe influência de fatores políticos, econômicos, sociais e éticos; que melhora a qualidade de vida das pessoas e que existe uma relação socio científica.	Uma forma de <u>transformar o mundo</u> em algo melhor! Algo que <u>cura as doenças</u> das pessoas.
Concepção criativa e imaginativa da ciência	Caracterizada pela imaginação e criatividade humana para elaborar modelos teóricos funcionais em vez de cópias fiéis da realidade.	Ciência é saber o que existe no <u>interior do buraco negro!</u>
Concepção técnica e instrumental	Relaciona a ciência com aparatos tecnológicos.	Ciência para mim ajuda a desenvolver e a conhecer melhor a <u>tecnologia</u> . É <u>usar o telescópio</u> para descobrir novos planetas.

As três primeiras categorias da Tabela 4 estão, basicamente, presentes nos trabalhos de Akerson et al. (2011); Akerson & Abd-El-Khalick (2005); Gil-Pérez et al. (2001); Karakas (2011); Newton & Newton (1998); Park et al. (2009) e Teixeira et al. (2009) (ver Tabela 1). A *concepção criativa e imaginativa da ciência* aparece nos trabalhos de Akerson et al. (2011); Akerson & Abd-El-Khalick (2005); Lederman (2007) e Newton & Newton (1998). A *concepção técnica e instrumental* para a natureza da ciência foi fortemente evidenciada durante a realização do piloto e sentimos a necessidade de colocá-la no nosso sistema de análise. Por exemplo: “*Ciência é uma tecnologia avançada*” (Piloto – A3 – 11 anos) ou “*Para mim, a ciência ajuda desenvolver e conhecer direito a tecnologia*” (Piloto – A12 – 11 anos).

Concepções sobre a natureza da tecnologia

A última dimensão de análise refere-se às *concepções sobre a natureza da tecnologia* (Tabela 5) e que está caracterizada por quatro categorias: 1) *concepção instrumental*, 2) *cognitiva*, 3) *sistêmica*, e 4) *valores*.

Tabela 5 – Categorias para identificar as concepções sobre a natureza da tecnologia.

CATEGORIAS	DEFINIÇÃO	EXEMPLOS
Concepção instrumental	Caracterizada por coleção de ferramentas, artefatos e máquinas.	[Tecnologia] É o <u>computador</u> . O <u>celular</u> é uma tecnologia.
Concepção cognitiva	Caracterizada como resultado da aplicação de conhecimentos teóricos.	Tecnologia seria uma forma das pessoas <u>aprenderem</u> mais sobre as coisas.
Concepção sistêmica	Caracterizada como um sistema complexo e estruturado de componentes: instrumentos, habilidades, processos de produção e controle, questões organizativas, recursos legais, recursos naturais, aspectos científicos, repercussões sociais, meio-ambiente etc.	Tecnologia significa <u>ciência</u> . (científico-tecnológico) <u>Avanço</u> de muitas coisas, pois antes tinha que cozinhar no fogão a lenha e agora as pessoas têm fogão

		automático. (histórico-cultural) Tecnologia para mim seria uma forma de <u>descobrir</u> o mundo! (técnico-metodológico)
Concepção de valores	Caracterizada por opiniões baseadas num ponto de vista pessoal e/ou num juízo de valor em relação à ciência.	É uma <u>coisa boa!</u>

As três primeiras categorias estão presentes no trabalho de Ferreira Gauchía et al. (2006), sendo que a categoria “concepção sistêmica” refere-se aos *componentes da tecnologia* de Acevedo, Alonso, Massero, & Acevedo (2003). A Tabela 6 apresenta um resumo destes componentes e que são orientadores do nosso instrumento de análise (Tabela 2).

Tabela 6 – Componentes que caracterizam a *concepção sistêmica* para a natureza da tecnologia.

COMPONENTES	DEFINIÇÃO
Componente científico-tecnológico	Realça as relações mútuas entre a ciência e a tecnologia respeitando suas próprias finalidades e objetivos. A tecnologia utiliza numerosos conhecimentos científicos que são reelaborados e adequados no contexto tecnológico, fazendo uso de alguns procedimentos metodológicos semelhantes aos empregados pela ciência. A ciência recebe também muitas contribuições da tecnologia, não somente instrumentos e sistemas, mas também métodos, conhecimentos teóricos, conceitos e modelos que se usam como analogias e metáforas, etc.
Componente histórico-cultural	Caracterizada pela relação entre as técnicas desenvolvidas pela humanidade e as mudanças que estas provocam no meio ambiente, na cultura e nas condições de vida das pessoas. Inclui-se técnicas artísticas como a arquitetura, a pintura, a escultura, a música, a fotografia, o cinema, etc.
Componente organizativo-social	Destaca a tecnologia como o fator que influencia decisivamente sobre as diversas formas de organização social.
Componente verbal-icongráfico	Destaca modos de expressão e comunicação próprios da tecnologia: símbolos, esquemas, vocabulário específico, etc.
Componente técnico-metodológico	Conjunto de capacidades e habilidades técnicas necessárias para manipular instrumentos e fabricar produtos e outros sistemas tecnológicos, assim como os procedimentos e estratégias que fazem falta para resolver problemas reais em situações concretas.

Fonte: adaptado de Acevedo et al. (2003)

Entender a tecnologia como um sistema complexo é buscar superar a concepção distorcida da NdT e inseri-la dentro de um contexto social, político, econômico e cultural, distanciando-a de seu caráter neutro.

Também damos destaque para a categoria *concepção de valores* que surgiu após a validação do instrumento de análise. Esta categoria representa as opiniões dos alunos sobre o papel da tecnologia nas suas vidas, por exemplo, a tecnologia “*É uma coisa boa*” (A13 – Piloto – 11 anos) ou “*Pra mim, a tecnologia é uma coisa muito importante*” (A04 – Piloto – 12 anos).

Com base nas categorias das Tabelas 3, 4 e 5 e das três dimensões de investigação, enfatizaremos a análise dos dados coletados pelos questionários e entrevistas para compreendermos os objetivos propostos deste trabalho. Trata-se de uma classificação situada no processo de compreensão das concepções da NdC&T por crianças e jovens, mas que pode ser utilizada para conhecer as concepções de outros sujeitos em seus contextos sociais. Em resumo, o objetivo destas categorias é ampliar a compreensão das concepções para além daquelas apontadas pelos participantes e da literatura, uma vez que as respostas são caracterizadas por um contexto social e cultural particular.

IDENTIFICANDO AS CONCEPÇÕES

Com base nas respostas dos questionários e das entrevistas, os resultados foram classificados em três grupos: 1) concepções sobre o papel do cientista; 2) concepções sobre a natureza da ciência; e 3) concepções sobre a natureza da tecnologia.

Concepções sobre o papel do cientista

Para compreender as concepções que os nossos participantes têm sobre o papel do cientista, analisamos as respostas dos questionários formadas por 03 textos, 09 desenhos e 08 desenhos acompanhados de textos. Contudo, a inserção dos textos nos desenhos apresenta funções diversas, além de haver diferentes níveis de complexidade de traços.

Utilizando o nosso sistema de análise, caracterizado na Tabela 3, verificamos que as respostas com mais informações foram aquelas com mais textos e desenhos. Primeiramente, apresentaremos a análise dos textos, depois a análise dos desenhos e finalizaremos com a análise dos desenhos seguidos de textos para descrever as concepções sobre o papel do cientista.

a) *Análise dos textos*: os textos são breves e com poucas orações (Tabela 7). De acordo com o nosso sistema de categorização, os alunos não especificam o gênero, as características extrínsecas, os símbolos e os espaços de trabalhos do cientista em suas frases. Estas categorias são mais evidenciadas nos desenhos ou desenhos seguidos de textos.

Tabela 7 – Categorias e indicadores dos textos sobre as “concepções do papel do cientista”.

Aluno(a)	Respostas	Categorias e indicadores
03	É uma pessoa <u>inteligente</u> que está sempre a <u>aprender</u> coisas novas (A03 – 11 anos, 5º ano).	Características intrínsecas: inteligente Atividade: aprender
14	A minha <u>professora</u> de ciência que está a <u>ensinar</u> tudo na <u>aula de ciência</u> (A14 – 11 anos, 6º ano).	Tipo: cientista social Gênero: feminino Atividade: ensinar Espaço de trabalho: sala interna (sala de aula)
20	A imagem que eu tenho de <u>um</u> cientista é que podemos fazer <u>experiências</u> (A20, 10 anos, 5º ano).	Gênero: masculino Atividade: experimentar

Neste primeiro grupo de respostas, os cientistas são identificados como pessoas que aprendem, ensinam e experimentam. Não encontramos nos textos dos alunos uma relação mais próxima com a sociedade e com o meio em que vivem. Os alunos apresentam em seus textos uma visão estereotipada do cientista (inteligente, técnico-experimental) e não podemos aferir que as suas percepções diferem com a idade. Buldu (2006) apresentou em seu estudo que crianças na idade de oito anos caracterizaram imagens menos estereotipadas dos cientistas do que as crianças mais jovens. Segundo este autor, isso pode ser devido ao nível intelectual e experiência educacional das crianças.

Verificamos ainda que um aluno mencionou como cientista social “a sua professora de Ciências” devido ao fato de ensinar Ciências. Aqui, temos duas características: a primeira é o fato de ser “a professora de Ciências”, um cientista do gênero feminino, e a segunda é que não foi evidenciado o papel da mulher em outros cenários que não fosse a sala de aula. No trabalho de Buldu (2006), quando as crianças foram comparadas em termos de gênero, não foram observadas diferenças significativas entre meninos e meninas. Nenhum dos meninos caracterizou o cientista como cientistas mulheres, e cinco meninas das 20 crianças, caracterizaram cientistas como sendo do sexo feminino. A caracterização do aluno sobre a “sua professora de Ciências” parece espelhar a sub-representação das mulheres em carreiras de ciência na sociedade (Buldu, 2006).

b) *Análise dos desenhos*: foram analisados 09 desenhos, sem textos explicativos ou descritivos. Verificamos que na maioria das concepções, o cientista é do sexo masculino (88,9%) (salvo um aluno que

relacionou o papel do cientista com a sua professora de Ciências), solitário (100%) (ausência de outros cientistas), é identificado fora de um contexto social (55,6%) e quando foi apresentado um cenário, este estava relacionado com o laboratório (33,3%).

Esta é uma evidência igualmente identificada no trabalho de Kosminsky & Giordan (2002) onde o cientista, caracterizado pelos estudantes, desenvolve experimentos dentro de um laboratório, “desconsiderando, aparentemente, a troca de informações entre os pares, as elaborações teóricas e as próprias Ciências experimentais” (Kosminsky & Giordan, 2002, p. 15). Os desenhos dos alunos estão caracterizados de acordo com a Tabela 8.

Tabela 8 – Categorias e indicadores dos desenhos sobre as concepções do papel do cientista.

Categorias	Indicadores	N	
Tipo (T)	Cientista	08	
	Cientista social	01	
	Cientista tecnólogo	00	
Gênero (G)	Masculino	08	
	Feminino	01	
Características	Extrínseca (CE)	Sozinho	09
		Vestido	04
		Sem roupa	03
		Óculos	03
		Cabelo para cima	06
		Cabelo comprido	01
		Careca	01
		Crachá	01
	Intrínseca (CI)	----	00
Atividades (A)	Explorar	01	
	Observar	01	
	Experimentar	02	
Símbolos (S)	Símbolo de pesquisa	01	
	Símbolo de perigo	01	
Espaço de trabalho (ET)	Sem cena	05	
	Cena interna	Laboratório	03
		Sala de aula	01
	Cena externa	Espaço/ universo	02

Alguns indicadores da Tabela 8 não foram contemplados na análise dos desenhos: o cientista tecnólogo, as características intrínsecas e algumas extrínsecas. Ao analisar os desenhos, importa destacar que a concepção dos participantes, em relação às *Atividades (A)* desenvolvidas pelos cientistas, é restrita somente a: explorar, observar e experimentar e não estão relacionadas aos outros contextos que não seja ao laboratório ou à sala de aula. Estas são visões estereotipadas da atividade científica, e que de acordo com Buldu (2006), podem afetar as atitudes dos alunos em relação à ciência. A concepção de um cientista sozinho no laboratório, com cabelos para cima e desenvolvendo algum experimento químico, físico ou biológico, ainda está presente no imaginário de muitas crianças (Figura 1).

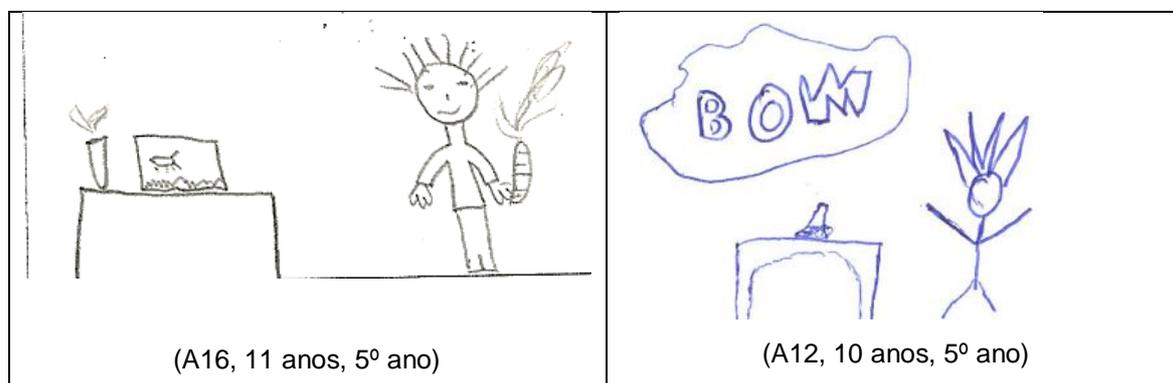


Figura 1 – Desenhos que caracterizam as concepções estereotipadas de cientistas.

Alguns estudos atribuem o surgimento destas concepções às mídias em massa (televisão e computadores), revistas em quadrinhos ou pelo próprio livro texto de Ciências (Buldu, 2006; Newton & Newton, 1998; Scherz & Oren, 2006). Mudar a percepção das crianças sobre a ciência e o cientista é uma tarefa que cabe aos professores de Ciências e às escolas. Embora possa ser difícil de contrariar as imagens dos cientistas como retratado nos meios de comunicação de massa, o que acontece nas escolas também influencia como as crianças visualizam a ciência, a tecnologia e os cientistas (Buldu, 2006; Driver et al., 1996).

d) *Análise dos desenhos com textos*: no grupo de desenhos acompanhados de textos, as descrições sobre as concepções dos cientistas são mais detalhadas. A Tabela 9 apresenta as categorias com os principais indicadores e a frequência de citação. Nos desenhos acompanhados por textos, encontramos três tipologias de cientistas (Tabela 9), normalmente é do sexo masculino, vive sozinho no espaço de trabalho, usa óculos, com cabelos para cima (e/ou normais), inteligente, preocupado ou maluco (imagem estereotipada).

Tabela 9 - Categorias e indicadores dos textos e desenhos sobre as “concepções do papel dos cientistas”.

Categorias	Indicadores	N	f (%)	
Tipo (T)	Cientista	04	44,4	
	Cientista social	02	22,2	
	Cientista tecnólogo	02	22,2	
Gênero (G)	Masculino	04	44,4	
	Feminino	01	11,1	
Características	Extrínseca (CE)	Sozinho	05	55,6
		Acompanhado	01	11,1
		Vestido	04	44,4
		Sem roupa	00	0,0
		Óculos	03	33,3
		Cabelo para cima	03	33,3
		Cabelo baixo	03	33,3
		Careca	00	0,0
		Crachá	01	11,1
		Jaleco	01	11,1
	Intrínseca (CI)	Inteligente	02	22,2
		Preocupado	01	11,1
Maluco		01	11,1	
Atividades (A)	Explicar	02	22,2	
	Ensinar	01	11,1	
	Descobrir	02	22,2	

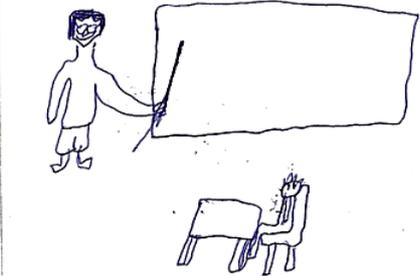
	Inventar	02	22,2	
	Conhecer	01	11,1	
Símbolos (S)	Símbolo de pesquisa	01	11,1	
	Símbolo de conhecimento	01	11,1	
Espaço de trabalho (ET)	Sem cena	04	44,4	
	Cena interna	Laboratório	00	0,0
		Museu de ciência	01	11,1
		Sala de aula	01	11,1
	Cena externa	Espaço/ universo	01	11,1
		Rua	01	11,1

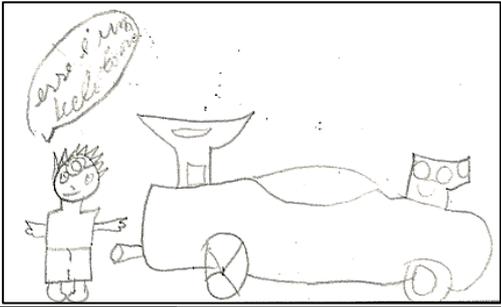
As principais atividades identificadas consistem em: explicar, ensinar, descobrir, inventar e conhecer. Em 44,4% dos desenhos, não foram caracterizados os espaços de trabalho, e quando o foram, o cientista se encontrava num museu de ciência, sala de aula (cientista social), espaço/ universo ou até mesmo na rua (cientista tecnólogo) (Tabela 10). A este propósito, Gil-Pérez et al. (2001) nos lembra que para superar esta visão distorcida do trabalho científico, deve-se inserir um diálogo constante entre aluno-professor evidenciando que o “trabalho de cada um é orientado pelas linhas de investigação estabelecidas, pelo trabalho da equipe de que fazem parte, não fazendo sentido a ideia de investigação completamente autônoma” (p. 137).

Um dado interessante é a presença de alguns desenhos que simboliza o cientista e a ciência. Por exemplo, o símbolo de conhecimento estava representado por um “quadro negro”, o de pesquisa são os “frascos e tubos nas bancadas de laboratório” e o de perigo são as “explosões das reações químicas”. A ausência de uma cena da atividade científica aparenta ser uma indicação de que as crianças se consideram fora do local, o que significa que elas não se sentem diretamente envolvidas no processo de construção do conhecimento científico.

Por fim, encontramos representações do cientista mais próximo da realidade social, que se caracteriza como um cientista que ensina (professor) ou preocupado com a sociedade (Tabela 10). Dados semelhantes foram encontrados no estudo de Buldu (2006), cerca de 35% das figuras desenhadas eram do tipo cientista social. As crianças do estudo de Buldu (2006), por exemplo, chamaram de cientistas os jornalistas que trabalham sobre uma máquina de escrever, em conjunto com romancistas/ poetas, artistas que pintam e professores universitários que ensinam em sala de aula, se opondo às imagens estereotipadas dos cientistas como desenhadas em estudos anteriores.

Tabela 10 - Exemplos dos principais tipos de cientistas.

Tipos de cientistas	Desenhos	Categorias/ Indicadores
Cientista social	<p>A minha <u>professora</u> (A7, 11 anos, 5º ano).</p> 	<p>G: feminino CE: cabelos baixos, vestido, acompanhado Cl: - AT: ensinar, explicar S: símbolo de conhecimento (quadro negro) ET: cena interna (sala de aula)</p>
Cientista tecnólogo	<p>O <u>cientista inventa</u> as coisas (A11, 11 anos, 6º ano).</p>	<p>G: masculino CE: cabelo para cima, sozinho, vestido Cl: - AT: inventar</p>

		<p>S: - ET: cena externa</p>
<p>Cientista e cientista social</p>	 <p>Um cientista é uma pessoa que se <u>preocupa em saber</u> como é o cotidiano de um ser e <u>conhecer</u> tudo o que existe no planeta Terra <u>inventando</u> máquinas e outras coisas que lhe possa ajudar (A18, 12 anos, 6º ano)</p>	<p>G: masculino CE: cabelos baixos, óculos, jaleco, gravata, sozinho. CI: preocupado AT: conhecer, inventar S: - ET: sem cena</p>

Concepções sobre a natureza da ciência

Durante a revisão da literatura para este trabalho, vimos que a NdC tem sido definida de muitas maneiras (Abd-El-Khalick et al., 2001; Akerson et al., 2011; Bell & Lederman, 2003; Lederman, 2007). Apesar dos diversos estudos que buscam caracterizar a ciência, não existe uma única definição e caracterização para a NdC (Karakas, 2011) e sempre existirá um amplo debate a nível filosófico, social e educacional sobre a sua compreensão (Gil-Pérez et al., 2001; Karakas, 2011).

As discussões das concepções de crianças e jovens sobre a NdC estiveram evidenciadas, tanto no processo analítico como nas categorias descritas na Tabela 4. As concepções epistemológicas, empíricas e técnicas foram citadas consideravelmente, mais do que as concepções socioculturais e criativas.

Concepção epistemológica da ciência

Para esta primeira categoria, obtivemos 11 respostas sendo três em forma de texto e oito desenhos. Consideramos nesta categoria as respostas relacionadas aos aspectos cognitivos e pedagógicos, por exemplo, ao estudo da natureza e suas relações (73%), à construção do conhecimento (18%) e conteúdos disciplinares (9%). No exemplo a seguir, as crianças caracterizam a *concepção epistemológica da ciência* por termos como: “forma de ver o mundo”, “aprender”, “estudo da natureza” ou “estudo da vida”:

- 1) Para mim, a ciência é uma forma nova de ver o mundo, e com a ciência posso aprender muito (A1, 12 anos, 6º ano).
- 2) É a natureza (A9, 12 anos, 6º ano).
- 3) Ciência para mim é o estudo da vida, dos seres orgânicos e inorgânicos (A18, 12 anos, 6º ano).

Essa visão aproxima-se do trabalho de Praia et al. (2002) quando descrevem os ‘novos objetivos do ensino de Ciências’ para superar a visão distorcida ou estereotipada da ciência: 1) aprendizagem das Ciências: como a aquisição e o desenvolvimento de conhecimentos teóricos através de conteúdos científicos (falas dos alunos A18 e A1); 2) aprendizagem sobre a natureza da ciência: o desenvolvimento da natureza e dos métodos da ciência, tomando consciência das interações complexas entre ciência e

sociedade (fala do aluno A9); e 3) a prática da ciência: desenvolvimento dos conhecimentos técnicos, éticos, entre outros, sobre a investigação científica e a resolução de problemas (fala do aluno A1).

Também encontramos desenhos que caracterizam a ciência como o “estudo da natureza”, ou simplesmente, a relaciona com um “conteúdo estudado na aula de Ciências”. A Figura 2 exemplifica estas concepções, quando o participante caracteriza o estudo da “astronomia”, das “plantas” e “animais”.

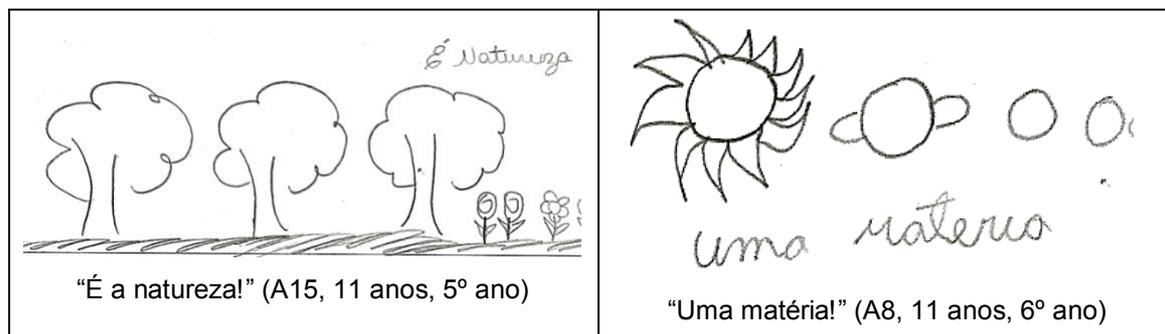


Figura 2 – Desenhos referentes à concepção epistemológica para a NdC.

As crianças desenharam cenas que incluem aspectos do seu trabalho recente nas aulas de Ciências, tais como o estudo da ‘astronomia’ e o ‘meio ambiente’(Figura 2). As concepções construídas através dos programas de televisão, do livro texto de Ciências e das concepções de professores também reforçam essas visões populares sobre a ciência. Segundo Teixeira et al. (2009), para que as concepções sobre a NdC estejam de acordo com as tendências contemporâneas da epistemologia, é preciso introduzir nas aulas de Ciências uma abordagem histórica e filosoficamente contextualizada dos conteúdos e do trabalho científico; entender alguns aspectos do conteúdo científico; a abordagem científica que se utiliza no processo investigativo; e entender a ciência como empreendimento social (Driver et al., 1996; Teixeira et al., 2009).

Concepção empírica da ciência

Esta categoria tem uma relação direta com a anterior, porém preferimos caracterizá-la separadamente, uma vez que os aspectos que a compõem possuem elementos que caracterizam o desenvolvimento de métodos, comprovação dos fatos, descrição de leis, teorias e descoberta de algo. Gil-Pérez et al. (2001) já assinalaram que esta é a deformação mais estudada e criticada na literatura, originada nos anos 60 com as tentativas de renovação do ensino de Ciências, numa visão centrada no suposto “método científico”, esquecendo os conteúdos científicos e suas relações com a sociedade.

Encontramos cinco respostas nos questionários que caracterizam as concepções empíricas da ciência e que estão representadas por expressões do tipo: descobrir, explorar, procurar, experimentar etc.

- 1) *Ciência para mim é descobrir coisas, ir a procura de seres diferentes e fazer coisas novas (A2, 12 anos, 6º ano).*
- 2) *É explorar mais sobre as coisas e os animais (A4, 11 anos, 5º ano).*
- 3) *Para mim a ciência é descobrir e fazer experiências (A5, 11 anos, 6º ano).*
- 4) *Ciências para mim é descobrir coisas sobre o ambiente, sobre nós próprios e sobre a evolução das pessoas e animais (A19, 12 anos, 6ºano).*
- 5) *Ciências para mim é fazer ciência, é descobrir (A20, 10 anos, 5ºano).*

Verificamos nestas respostas dos alunos uma concepção originada no paradigma positivista, cujas bases são apoiadas no empirismo aristotélico, enfatizando a observação e a experimentação como fonte de conhecimento. Percebemos nas respostas dos participantes que a NdC tem uma relação direta com a ‘exploração’, ‘fazer experiências’ e a ‘descoberta’. Essas concepções são exemplos de que existe uma regra estabelecida pelo método científico, apresentando uma sequência que inicia na coleta dos dados,

passando pela observação, à experimentação, à análise dos dados, com a posterior formulação das leis e teorias. Vimos que esta concepção também esteve presente na análise sobre o *papel do cientista*.

Nas respostas dos participantes, existe uma aproximação da NdC com o processo científico, isto é, com as “atividades relacionadas à coleta e interpretação de dados, e à derivação de conclusões” (AAAS, 1990; Karakas, 2011; NRC, 1996). Por exemplo: observar, fazer experiências e descobrir são processos científicos.

De fato, numerosos estudos têm mostrado as discrepâncias entre a ciência vista por meio das epistemologias contemporâneas e a ciência das concepções de crianças, jovens e professores de Ciências, amplamente difundida e marcada por um empirismo extremo (Driver et al., 1996; Lederman, 2007; Karakas, 2011). Convém assinalar que esta ideia, que atribui a atividade científica à experimentação, coincide com a de “descoberta” científica, transmitida, por exemplo, pelas histórias em quadrinhos, pelo cinema e, em geral, pela televisão (Buldu, 2006; Karakas, 2011; Lederman et al., 2002; Newton & Newton, 1998). Dito de outra maneira, parece que a visão dos estudantes não é muito diferente, no que se refere ao papel atribuído à experiência, daquilo que temos denominado de imagem “ingênua” da ciência, socialmente difundida e aceita (Ferreira-Gauchía et al., 2012; Gil-Pérez et al., 2001).

Concepção técnica e instrumental da ciência

Encontramos três respostas que relacionam a concepção da NdC com aparatos tecnológicos (duas respostas escritas e um desenho). A identificação da NdC com instrumentos e artefatos técnicos é outra concepção que também necessita ser aprofundada e foi classificada por desenhos e expressões do tipo: computador, tecnologia, máquina etc.

- 1) *A ciência para mim é ensinar as pessoas sobre a maneira de utilizar o computador. (A3, 11 anos, 5º ano)*
- 2) *Para mim a ciência ajuda desenvolver e a conhecer direito a tecnologia. (A10, 11 anos, 5º ano)*

O primeiro aluno relaciona a ciência diretamente com o computador. Trata-se da perspectiva instrumental da ciência e que é potencializada pela crescente integração de artefatos técnicos no dia a dia destes jovens e das tecnologias de informação e comunicação (TIC) no ensino de Ciências (Beauchamp, 2011; Park et al., 2009). Para o segundo aluno, a tecnologia se subordina à ciência e pode reduzir-se a ela. Esta posição do aluno se origina numa concepção que considera a tecnologia como ‘ciência aplicada’. Segundo Constantinou et al. (2010, p. 145), “uma perspectiva comum sobre a relação entre os dois concebe a ‘tecnologia como ciência aplicada’. Essa visão implica uma relação unidirecional, segundo a qual os desenvolvimentos na ciência fornecem a base para a invenção de novas tecnologias”. Esta visão da tecnologia como ‘ciência aplicada’ é fonte de diversos debates na educação científica e que, segundo Ferreira-Gauchía et al. (2012), constitui uma visão distorcida, mas muito atual. Sobre esta concepção técnica da ciência, iremos aprofundar melhor na categoria ‘concepção da natureza da tecnologia’.

Por fim, tivemos um aluno que relacionou a ciência com um aparato tecnológico: ‘*Um telescópio*’ (Figura 3).



Figura 3 – Desenho de um Telescópio (A12, 10 anos, 5º ano).

Podemos pensar que se trata não de uma concepção que concebe a ciência como contribuição para o desenvolvimento tecnológico, mas como algo que ocorre no sentido inverso. A história da ciência fornece inúmeros exemplos que ilustram como as invenções tecnológicas podem contribuir para o progresso científico. Um destes exemplos diz respeito ao aparelho concebido e usado por Galileu e a forma como o telescópio foi desenvolvido por artesãos, muito mais cedo do que o surgimento de nossa compreensão sobre os fenômenos ópticos. Este artefato possibilitou aos cientistas a capacidade de realizar observações mais detalhadas e a desenvolver uma melhor compreensão do sistema solar (Constantinou et al., 2010).

Concepção social e cultural da ciência

Verificamos que, a partir do nosso sistema de categorias, somente um aluno manifestou a visão social e cultural da ciência, onde, para Gil-Pérez et al. (2001), trata-se de 'compreender o caráter social do desenvolvimento científico', ou seja, de que a ciência é algo que transforma o mundo. Esta afirmação de Gil-Pérez et al. (2001) é representada na resposta do questionário do participante A6:

- 1) *Uma forma de transformar o mundo [em algo] melhor e conhecer coisas novas e coisas da natureza. (A6, 10 anos, 5º ano).*

A perspectiva sobre a NdC, deste aluno, parece aproximar-se das visões romantizadas da ciência, uma vez que já sabemos que o trabalho científico é influenciado pelos problemas e circunstâncias do momento histórico (Akerson et al., 2011; Gil-Pérez et al., 2001; Karakas, 2011). Da mesma forma, as ações científicas influenciam de forma constante os aspectos políticos, econômicos e sociais dos contextos correspondentes. Esses pontos de vista são indicadores de que o desenvolvimento da ciência não pode ser caracterizado como uma visão individualista e elitista da ciência, apoiada implicitamente pela ideia empirista de "descoberta" e que contribua, além do mais, para uma leitura descontextualizada e socialmente neutra da atividade científica, realizada por pesquisadores solitários e do sexo masculino (Buldu, 2006; Gil-Pérez et al., 2001; Karakas, 2011; Newton & Newton, 1998; Scherz & Oren, 2006). Desenvolver uma concepção da NdC, dentro da educação científica atual, significa buscar aspectos *sócio construtivistas*, que apoia aspectos sociais e culturais da ciência (Karakas, 2011; Lederman et al., 2007).

Concepção criativa e imaginativa da ciência

Durante a análise das respostas dos questionários, buscou-se identificar as opiniões dos participantes sobre a concepção criativa e imaginativa da NdC, porém, não conseguimos evidenciar respostas que traziam esta concepção. Segundo Akerson & Abd-El-Khalick (2005), o problema estaria no fato de os alunos não compreenderem os conceitos de "imaginação" e "criatividade". Para estes pesquisadores, a maioria dos alunos apresentam definições inadequadas para a "imaginação científica" e "criatividade" e muitos alunos não acreditam que os cientistas possam ser imaginativos e criativos em seu trabalho. Assim, na pesquisa de Akerson & Abd-El-Khalick (2005), os alunos só tiveram uma definição científica mais clara dos termos "imaginação" e "criatividade" quando verificaram que os cientistas usam estes aspectos em seu próprio trabalho. Nossa suposição é que isso poderia acontecer no futuro com os participantes desta pesquisa.

Concepções sobre a natureza da tecnologia

Vimos, a partir da Tabela 1, que a NdT também assume diferentes visões: artefatos e máquinas, processo de criação, práticas humanas, promoção da qualidade de vida (Constantinou et al., 2010; DiGironimo, 2011; Ferreira Gauchía et al., 2006) e a tecnologia vista como "ciência aplicada" é a principal distorção (Constantinou et al., 2010; Ferreira-Gauchía et al., 2012). Ao analisar as concepções dos participantes desta pesquisa, através da Tabela 2, verificamos que as suas concepções não aparentam ser muito diferentes das que surgem na literatura e a principal delas é a concepção instrumental da tecnologia.

Concepção instrumental

Esta categoria faz referência à tecnologia vista como coleção ou grupo de ferramentas, artefatos e máquinas (Ferreira Gauchía et al., 2006). Esta é a concepção mais presente no dia a dia dos participantes desta pesquisa, pois caracteriza a tecnologia como um conjunto de produtos.

Dos 20 alunos que responderam ao questionário, treze (54,2%) deram uma resposta que foi codificada como *concepção instrumental* para a tecnologia. Deste total, 69,2% estão relacionados ao uso direto do computador, *tablets*, celulares e videogames. A Figura 4 apresenta algumas representações para esta concepção e na escrita dos participantes também encontramos elementos que caracterizam esta categoria.

- 1) *A tecnologia para mim é mexer no computador, telemóvel [celular] e coisa e tal.* (A3, 11 anos, 5º ano)
- 2) *É uma coisa muito importante, que é computador e internet, etc.* (A11, 11 anos, 6º ano)
- 3) *PC, Playstation, tablet. Para mim é como um livro digital.* (A12, 10 anos, 5º ano)

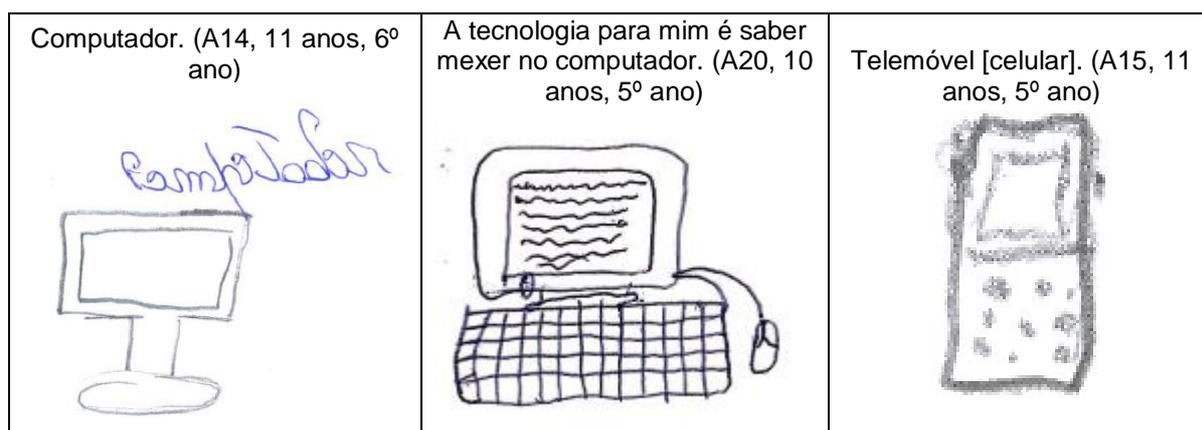


Figura 4 - Desenhos para a 'concepção instrumental' da tecnologia.

Dois alunos (15,4%) relacionaram a tecnologia com aparatos tecnológicos que usam a eletricidade.

- 1) *A tecnologia para mim é só fios de eletricidade.* (A1, 12 anos, 6º ano)
- 2) *Objetos que levam eletricidade.* (A5, 11 anos, 6º ano)

Também, como '*concepção instrumental*', encontramos representações com tendências de caracterizar o futuro ou elementos de ficção científica, com 15,4% (e que também foi classificada como aplicação do conhecimento), para máquinas e equipamentos (Figura 5).

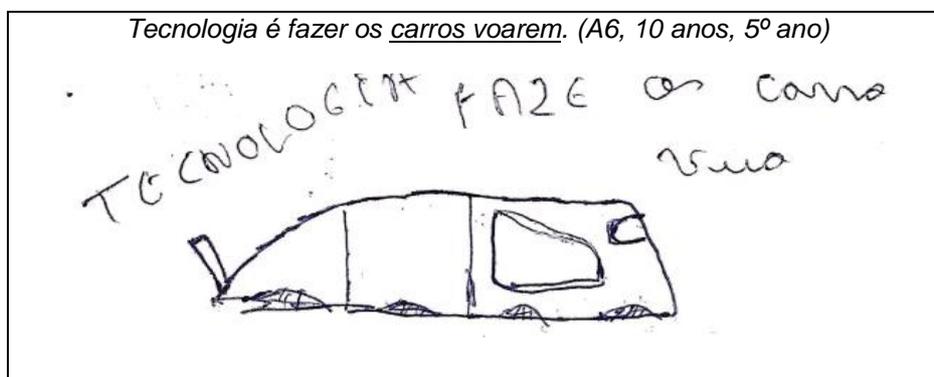


Figura 5 - Representação futurística para a concepção instrumental da tecnologia.

As respostas dos alunos, para esta categoria, apresentam tendências de uma "visão reducionista", puramente instrumental da tecnologia. Este enfoque instrumental traz consigo algumas consequências que devemos ter certa atenção. A primeira é referente a visão da tecnologia como um conjunto de instrumentos, fora do seu contexto social, político, econômico e cultural, se assumindo com caráter neutro e distante da realidade. A segunda consequência, e que também aparece na pesquisa de Constantinou et al. (2010), diz

respeito à construção do conceito de ‘tecnologia’ pelos alunos. Em particular, os alunos geralmente têm uma vaga ideia do que este termo significa e que, muitas vezes, está associado com artefatos do seu cotidiano, principalmente os eletrônicos (computadores, celulares, tablets, videogames etc.). Esta concepção instrumental da tecnologia leva-os a exprimir um raciocínio incompleto, por exemplo, eles deixam de reconhecer os remédios, as vacinas também como outras construções tecnológicas (Constantinou et al., 2010).

A última consequência desta categoria é que os alunos veem a tecnologia como instrumentos e artefatos técnicos e têm dificuldade em estabelecer outras relações, por exemplo, processos de produção, controle e manutenção, questões organizativas, aspectos científicos, assuntos legais, recursos naturais e artificiais etc. (Acevedo et al., 2003). Eles não veem a tecnologia como um sistema heterogêneo, com componentes que se relacionam entre si, com as pessoas e com o meio ambiente. Estas relações só surgem a partir do momento que os alunos começam a refletir sobre o contexto em que vivem dentro de uma educação científica mais próxima da sua realidade, mas isso só é possível quando é discutido, refletido e trabalhado pelo professor ou outros sujeitos sociais.

Concepção cognitiva da natureza da tecnologia

Esta é uma das concepções mais discutida em diversas pesquisas da educação científica (Acevedo et al., 2003; Constantinou et al., 2010; DiGironimo, 2011; Ferreira Gauchía et al., 2006; Ferreira-Gauchía et al., 2012).

A partir das respostas dos 20 participantes do estudo, tivemos cinco respostas que foram codificadas como ‘*concepção cognitiva para a tecnologia*’. As respostas a seguir, buscam caracterizar a tecnologia como aplicação de conhecimentos teóricos. Para as três primeiras respostas dos alunos (A6, A8 e A9), a tecnologia é aplicação direta do conhecimento (DiGironimo, 2011; Ferreira-Gauchía et al., 2012; Gil-Pérez et al., 2005; Scherz & Oren, 2006). As duas últimas respostas expressam a tecnologia como instrumento que auxilia o processo de aprendizagem, justificando assim o nome da categoria (Acevedo et al., 2003; Jonassen, 2000).

- 1) *Tecnologia é fazer os carros voarem. (A6, 10 anos, 5º ano)*
- 2) *Para mim tecnologia é inteligência e estudo para criar máquinas e outros. (A9, 12 anos, 6º ano).*
- 3) *É uma ciência que estuda as coisas. (A8, 11 anos, 6º ano)*
- 4) *A tecnologia ajuda a aprender melhor. (A18, 12 anos, 6º ano)*
- 5) *A tecnologia para mim é saber mexer no computador. (A20, 10 anos, 5º ano)*

A imagem convencional da tecnologia, apresentada na categoria anterior, é aquela que tem como resultado os produtos industriais de natureza material, manifestada nos artefatos tecnológicos (máquinas), cuja elaboração tenha seguido regras fixas ligadas às teorias e leis científicas. O resultado desta elaboração está caracterizado nesta segunda categoria, isto é, a tecnologia numa concepção convencional como uma *ciência aplicada*. As falas dos alunos caracterizam que a aplicação tecnológica se produz debaixo do amparo do conhecimento teórico.

Vimos no quadro teórico deste estudo, que existe uma hipótese de que a atual educação científica e tecnológica não consegue desenvolver nos alunos concepções contemporâneas sobre a natureza da ciência e da tecnologia (Constantinou et al., 2010; Ferreira Gauchía et al., 2006; Ferreira-Gauchía et al., 2012; Lederman, 2007). Como parte desta dificuldade, está o fato de a tecnologia ser apresentada como um conjunto de técnicas e artefatos, geralmente como produto de um conhecimento científico, desconectada dos aspectos históricos, sociais e culturais, tornando-se, assim, o que chamamos de ‘*ciência aplicada*’ (Ferreira-Gauchía et al., 2012).

Para compreendermos a origem da concepção de tecnologia como “ciência aplicada” por crianças e jovens, Gil-Pérez et al. (2005) apontam indícios. Para estes autores, os professores de Ciências também fazem referência à tecnologia como “ciência aplicada”. Esta concepção se origina muitas vezes em alguns textos referentes à tecnologia, nos livros textos de ciência e até mesmo durante o processo de formação de

professores (Acevedo et al., 2003; DiGironimo, 2011; Ferreira Gauchía et al., 2006; Ferreira-Gauchía et al., 2012).

Já a imagem da tecnologia, como um sistema para produzir conhecimento (respostas dos alunos A18 e A20), é caracterizada principalmente pelo uso das tecnologias de informação e comunicação (TIC) e que estão presentes no dia a dia destes alunos. Esta imagem tem uma concepção filosófica construtivista que considera a tecnologia como ‘ferramenta cognitiva’ (Jonassen, 2000). Jonassen (2000) define conceitualmente *ferramentas cognitivas* como “ferramentas informáticas adaptadas ou desenvolvidas para funcionarem como parceiros intelectuais do aluno, de modo a estimular e facilitar o pensamento crítico e a aprendizagem de ordem superior” (p. 21).

Esta visão ‘instrumental’ e de ‘ferramenta cognitiva’ também foram evidenciadas nas nossas entrevistas. Trazemos um exemplo das falas de dois participantes.

Turnos	Falas
21	P: Vocês falaram que às vezes sentem que aprendem melhor com uma tecnologia digital. Quando falo tecnologia digital, vocês sabem o que significa? Às vezes, acho que vocês sabem e no fundo não sabem.
22	A1: É o computador...
25	P: Quando vocês usam o computador, vocês sentem que aprendem mais e melhor? O que vocês pensam?
26	A1: Não aprende tudo, mas aprende alguma coisa.
27	P: E você, o que você pensa?
28	A2: Na internet, às vezes, tem mais informação.

Neste exemplo, o turno 22 apresenta a visão ‘instrumental’ da tecnologia. Os turnos 26 e 28 apresentam a visão ‘cognitiva’ da tecnologia quando o aluno A1 diz ‘*que não se aprende tudo na internet, mas aprende alguma coisa*’ e para A2 a internet ‘*tem mais informação*’. Existe certa tendência dos professores de ignorar a presença da tecnologia ou de não utilizá-la no ensino de Ciências (Acevedo et al., 2003; Cachapuz et al., 2011). A exclusão da NdT no currículo de Ciências dificulta a compreensão dos alunos entre ciência, ciência escolar e a sua experiência diária com a tecnologia.

Concepções de valores da natureza da tecnologia

Baseado num ponto de vista pessoal, em vez de racional ou científico, as concepções de valores dadas pelos estudantes à Tecnologia podem ser usadas num sentido positivo, ou, num sentido depreciativo. Tivemos três respostas nesta categoria (12,5%), com características positivas sobre a ‘concepção de Tecnologia’ e que estão caracterizadas a seguir:

- 1) *É uma coisa importante. (A4, 11 anos, 5º ano)*
- 2) *É muito fixe [legal]! (A13, 10 anos, 5º ano)*
- 3) *É uma coisa muito importante, que é computador e internet, etc. (A11, 11 anos, 6º ano).*

Para os alunos, a tecnologia é algo importante, interessante, legal! Os alunos A4 e A13 não especificam de qual tecnologia estão falando e como eles apropriam dela para ter um ‘valor positivo’. O aluno A11 especifica o ‘*computador e internet*’ como tecnologia (concepção instrumental) e que é algo “*muito importante*”. Por que, afinal, o computador e a internet fazem tanto sucesso? Segundo Pérez Gomez (2012), porque existem relações sociais, mesmo que sejam virtuais, e interações mais ou menos lúdicas com a tela do computador, por exemplo, aprendizagem por descoberta, indagações, soluções de problemas de maneira autônoma, aquisição rápida de habilidades técnicas, compartilhamento de desafios, tarefas e objetivos, como ocorre na maioria dos jogos em rede e que tanto os entusiasma.

Encontramos também este posicionamento durante a entrevista com o aluno A03 – 11 anos.

Turno	Fala
87	P: Você me disse que tem celular e que usa o computador aqui no CID [Centro de Inclusão Digital] e lá no shopping. Quando você usa o computador, o que você mais gosta de fazer?
88	A: Acessar o Facebook.
89	P: Tem mais alguma coisa que você gosta?
90	A: Do Youtube.
91	P: E quando você acessa o Youtube, o que você faz?
92	A: Ouço música.
93	P: E quando você está no computador, existe alguma coisa que você não tem paciência, que você não gosta de fazer?
94	A: Às vezes eu fico nervoso quando eu estou jogando um jogo, quase passando para o próximo nível e o computador desliga.

Nas falas anteriores existe uma relação do aluno com as TICs, preferencialmente para comunicar, ouvir música e jogar. A vida cotidiana das novas gerações, principalmente dos jovens, se configura mediatizada pela internet e pelas redes sociais, “induzindo novos estilos de vida, de processamento de informação, de intercâmbio, de expressão e de ação” (Pérez Gomez, 2012, p. 65). Se para as crianças e jovens a tecnologia é algo “legal”, para os sistemas educativos (escolas, currículo, docentes, processos de ensino e aprendizagem) a tecnologia demanda desafios, já que estamos vivenciando uma “explosão exponencial e acelerada da informação na era digital e que necessita reconsiderar, de maneira substancial, o conceito de aprendizagem e os processos de ensino” (Pérez Gomez, 2012, p. 69).

Concepção sistêmica da natureza da tecnologia

Esta categoria busca evidenciar, de acordo com Acevedo et al. (2003) e Ferreira-Gauchía et al. (2012), concepções menos estereotipadas para a NdT e que pode ser caracterizada por cinco componentes: organizativo-social, técnico-metodológico, científico-tecnológico, histórico-cultural e verbal-iconográfico.

Nas respostas que se seguem, identificamos dois alunos que manifestaram o ‘componente organizativo-social’ para a concepção sistêmica da tecnologia:

- 1) *A tecnologia para mim é para melhorar a forma de fazer as coisas, mas também gastar muita energia. (A2, 12 anos, 6º ano)*
- 2) *A tecnologia para mim é algo que trabalha para o ser humano, como por exemplo: computadores, máquinas fotográficas, fogões etc. (A19, 12 anos, 6º ano)*

Mesmo que o aluno A19 apresente também uma ‘concepção instrumental’ da tecnologia, constatamos que na primeira parte da sua definição, a tecnologia também é um fator que influencia decisivamente sobre as diversas formas de organização social. Segundo Acevedo et al. (2003), considerar a tecnologia como um sistema, levando em consideração também as implicações éticas e ambientais, permite situá-la em seu contexto social ampliando o seu próprio conceito. A partir destas considerações, muitos autores sugerem que o desenvolvimento das relações Ciência-Tecnologia-Sociedade (CTS) daria aos estudantes uma visão mais contextualizada da Ciência e da Tecnologia (Abd-El-Khalick et al., 2001; Acevedo et al., 2003; Ferreira Gauchía et al., 2006; Ferreira-Gauchía et al., 2012), tendo como resultado uma *alfabetização científica e tecnológica* (Lederman, 2007).

Somente um aluno manifestou a ‘componente técnico-metodológico’ para a concepção sistêmica da tecnologia:

- 1) *É uma forma de descobrir coisas. (A10, 11 anos, 5º ano).*

Para este aluno, parece estar presente uma concepção de ciência onde existe uma aproximação entre a tecnologia e a aquisição de competências técnicas para ‘desvendar e descobrir algo que se constitua como novidade, ou seja, existe implicitamente a ideia de um conjunto de procedimentos e estratégias que são necessários para resolver problemas reais em situações concretas. É a partir desta

visão que temos, como exemplo, a ‘luneta de Galileu’ no século XVII. A partir deste instrumento óptico, Galileu pôde *descobrir* diversos fenômenos celestes, iniciando assim uma nova fase da observação astronômica na qual este instrumento deu base para o desenvolvimento de estudos que resultou na evidência do sistema heliocêntrico de Copérnico e na utilização de superfícies cônicas em lentes e espelhos por Johannes Kepler.

Por fim, não foram evidenciadas, neste grupo de estudantes, respostas que contemplassem os componentes: científico-tecnológico, histórico-cultural e verbal-iconográfico. Talvez os estudantes, que responderam o nosso questionário, não tiveram a oportunidade de estudarem alguns ofícios antigos e que geraram ciência baseada na técnica, modificando o modo de viver e as relações de diversas sociedades (Acevedo et al., 2003). A própria história da ciência, apresenta diversos exemplos a fim de compreender a visão científico-metodológica, histórico-cultural e verbal-iconográfico da tecnologia e que muitas vezes é negligenciada na educação científica e tecnológica.

Em resumo, a partir dos dados apresentamos e em busca de uma alfabetização científica e tecnológica das crianças e jovens que vivem num mundo contemporâneo e independente de seu estatuto econômico, sugerimos que a educação atual parta do interior do ambiente escolar, para além do espaço de educação formal. Resultados são mais positivos, em relação aos avanços da compreensão da ciência e tecnologia, quando se combinam estratégias de aprendizagem com questionamentos e reflexões das visões deformadas como as que analisamos neste trabalho (Driver et al., 1996).

CONCLUSÃO

Este estudo considerou a necessidade de se investigar o que pensam os estudantes acerca do que vêm a ser a ciência e a tecnologia e como se caracterizam as ações dos cientistas no seu dia a dia. Desta forma, levantamos informações gerais sobre as visões da natureza da Ciência e Tecnologia desses estudantes, analisamos e avaliamos as possibilidades de utilizá-las em situações de ensino, onde se privilegiem os modos de agir e pensar destes estudantes a partir de uma perspectiva científica.

No que diz respeito à análise dos desenhos sobre os cientistas, vale a pena notar que as concepções dos participantes sobre a "atividade científica" eram simples exploração, observação e experimentação, que não foram atribuídas a qualquer configuração que não seja o laboratório (ou a sala de aula). A imagem de um cientista sozinho em um laboratório, com cabelos para cima, usa óculos, realizando algum experimento químico, inteligente e preocupado esteve presente na imaginação dos participantes. Essas são visões estereotipadas da atividade científica, que, de acordo com Buldu (2006), podem influenciar as atitudes dos estudantes em relação à ciência.

Entre os aspectos sobre a NdC, encontramos visões estereotipadas caracterizadas por concepções empíricas (caracterizada pelo desenvolvimento de métodos; comprovação dos fatos, descrição de leis, teorias e descoberta de algo) e técnica-instrumental da ciência (relação com aparatos tecnológicos). Também foram evidenciadas visões menos estereotipadas, ou seja, identificamos uma tendência de jovens e crianças a olharem para a ciência como algo que leva em consideração ‘aspectos cognitivos e pedagógicos’ (caracterizados como corpo de conhecimento – conteúdo científico, matéria de ensino etc.; compreensão da realidade, aprendizagem etc.). Aspectos como ‘concepção social e cultural’, ‘criativa e imaginativa’ da ciência, praticamente, não foram evidenciadas. Estes aspectos apresentam uma tendência de diminuir a visão estereotipada da ciência, uma vez que leva em consideração aspectos políticos, econômicos, sociais e éticos ou aspectos relacionados à imaginação e criatividade humana para elaborar modelos teóricos funcionais.

Entre os aspectos que caracterizam a NdT, podemos destacar a visão ‘instrumental’ e como ‘ciência aplicada’, ou seja, aplicação direta ou um processo de aplicação da tecnologia. Se a primeira visão é caracterizada como ‘ferramenta instrumental’ a segunda torna-se ‘ferramenta cognitiva’; no entanto, a ideia relacionada aos "aspectos negativos da tecnologia" está ausente nas respostas dos participantes.

Para que os professores consigam construir, juntos com seus alunos, concepções de NdC&T menos distorcidas e que estejam em consonância com currículos contemporâneos de Ciências, espera-se que ele consiga primeiramente entender o que os alunos já sabem sobre a NdC&T (Akerson & Abd-El-Khalick, 2005; Constantinou et al., 2010; Lederman, 2007), isto é, que sejam capazes de compreender as

concepções existentes para, a seguir, conhecer as concepções dos seus alunos. Conhecer as concepções dos alunos permite aos professores um melhor planejamento de um ensino mais próximo da educação científica e tecnológica.

A partir do levantamento realizado na primeira parte deste texto, pode-se dizer que existem semelhanças entre as concepções de tecnologia, ciência e cientista das crianças que participaram das investigações publicadas. E, em muitos estudos, percebemos que já existe uma discussão sobre um currículo emergente no qual a educação científica e tecnológica tem um lugar significativo, onde se espera que os professores desenvolvam um ensino mais completo e estruturado da ciência e da tecnologia, discutindo, principalmente, a superação das visões estereotipadas. Espera-se que tal ensino seja iniciado, pelo menos, com as crianças mais jovens.

Uma vez que, os resultados da nossa pesquisa procuraram indicar as principais visões sobre o papel do cientista, NdC e NdT, apresentamos algumas possibilidades para que alunos e professores superem essas concepções e que são orientadoras para futuras reflexões. Por exemplo, Gil-Perez et al. (2001) apresenta algumas características essenciais e que são orientadoras para o desenvolvimento da *alfabetização científica*: a) recusa da ideia do “Método Científico”; b) recusa da ideia de um empirismo que concebe os conhecimentos como resultados da inferência indutiva a partir de “dados puros”; c) destacar o papel atribuído pela investigação ao pensamento divergente; d) procurar coerência global dos resultados; e e) compreender o caráter social do desenvolvimento científico. Estas características podem ser resumidas a partir do trabalho de Driver et al. (1996) que descrevem três aspectos que auxiliam o entendimento da ciência: a) entender alguns aspectos do conteúdo científico; b) entender a abordagem científica utilizada no processo de investigação; e c) entender a ciência como empreendimento social.

A revisão de Scherz & Oren (2006) também aponta alguns caminhos: a) a introdução de questões sociocientíficas para discutir a natureza da ciência, da tecnologia e do trabalho do cientista; b) a introdução de atividades temáticas para mudar as atitudes dos estudantes sobre a relevância da ciência e da tecnologia na sociedade; c) compreensão realista do que a ciência e a tecnologia podem e não podem fazer, em conjunto com uma visão sobre a motivação dos cientistas; d) desenvolvimento de um programa interdisciplinar, que envolve as disciplinas de Ciências e as pesquisas relevantes sobre ciência, tecnologia e inovação; e e) criação de encontros diretos entre estudantes e cientistas com o objetivo de debater sobre o papel do cientista na sociedade.

Neste sentido, Acevedo et al. (2003) destacam que para melhorar a compreensão da NdC&T dos estudantes, não basta que o professor reconheça que as atividades científicas envolvam diversas tecnologias e que para resolver os problemas contemporâneos sejam utilizados conceitos e teorias científicas, é preciso que avancem mais na compreensão do significado da NdC&T, incluindo, em suas características, os aspectos sociais da natureza já que se tratam de construções humanas. É necessário também provocar a reflexão do professor sobre os impactos que a ciência e a tecnologia exercem na sociedade e como influencia o seu desenvolvimento.

Estas são somente algumas reflexões sobre a NdC&T no contexto escolar que merecem ser aprofundadas durante o ensino de Ciências (em espaços formais ou não formais) e que se podem tornar um importante instrumento para continuarmos a compreender as concepções de alunos e professores de Ciências.

Por fim, temos plena consciência de que a construção do instrumento de análise das concepções dos participantes, a partir das categorias da Tabela 1 e do processo de validação em um teste piloto, pode ser uma limitação deste trabalho por perder alguns estudos potenciais publicados noutros periódicos. Estudos futuros podem se concentrar em um tópico da revisão especial e expandir a pesquisa de modo a complementar o sistema de categorização apresentado nas Tabelas 3, 4 e 5.

REFERÊNCIAS

AAAS. (1990). *Science for all Americans*. New York, Oxford University Press.

Abd-El-Khalick, F., Lederman, N. G., Bell, R. L., & Schwartz, R. S. (2001). Views of Nature of Science Questionnaire (VNOS): Toward Valid and Meaningful Assessment of Learners' Conceptions of Nature of

Science. Recuperado de

<http://eric.ed.gov/?q=Views+of+nature+of+science+questionnaire%3a+Toward+valid+and+meaningful+a+assessment+of+learners%27+conceptions+of+nature+of+science&id=ED472901>

- Acevedo, J. A., Alonso, Á. V., Massero, M. A., & P. Acevedo, R. (2003). Creencias sobre la tecnología y sus relaciones con la ciencia. *Revista Electrónica de Enseñanza de Las Ciencias*, 2(3), 353–376. Disponível em http://reec.uvigo.es/volumenes/volumen2/REEC_2_3_9.pdf
- Akerson, V., Buck, G., Donnelly, L., Nargund-Joshi, V., & Weiland, I. (2011). The Importance of Teaching and Learning Nature of Science in the Early Childhood Years. *Journal of Science Education and Technology*, 20(5), 537–549. DOI: [10.1007/s10956-011-9312-5](https://doi.org/10.1007/s10956-011-9312-5)
- Akerson, V. L., & Abd-El-Khalick, F. S. (2005). “How should i know what scientists do?—I am just a kid”: fourth-grade students’ conceptions of nature of science. *Journal of Elementary Science Education*, 17(1), 1–11. DOI: [10.1007/BF03174669](https://doi.org/10.1007/BF03174669)
- Beauchamp, G. (2011). Interactivity and ICT in the primary school: categories of learner interactions with and without ICT. *Technology, Pedagogy and Education*, 20, 175–190. DOI: [10.1080/1475939X.2011.588408](https://doi.org/10.1080/1475939X.2011.588408)
- Bell, R. L., & Lederman, N. G. (2003). Understandings of the nature of science and decision making on science and technology based issues. *Science Education*, 87(3), 352–377. DOI: [10.1002/sce.10063](https://doi.org/10.1002/sce.10063)
- Buldu, M. (2006). Young children’s perceptions of scientists: a preliminary study. *Educational Research*, 48(1), 121–132. DOI: [10.1080/00131880500498602](https://doi.org/10.1080/00131880500498602)
- Cachapuz, A., Gil-Pérez, D., Carvalho, A. M. P. de, Praia, J., & Vilches, A. (2011). *A necessária renovação do ensino das ciências*. São Paulo: Cortez Editora.
- Cardoso, G., Espanha, R., & Lapa, T. (2007). E-Generation: Os Usos de Media pelas Crianças e Jovens em Portugal. Lisboa: CIES/ISCTE. Disponível em <http://cies.iscte.pt/destaques/documents/E-Generation.pdf>
- Chang, C., & Tsai, C. (2005). The interplay between different forms of CAI and students’ preferences of learning environment in the secondary science class. *Science Education*, 89(5), 707–724. DOI: [10.1002/sce.20072](https://doi.org/10.1002/sce.20072)
- Constantinou, C., Hadjilouca, R., & Papadouris, N. (2010). Students’ Epistemological Awareness Concerning the Distinction between Science and Technology. *International Journal of Science Education*, 32(2), 143–172. DOI: [10.1080/09500690903229296](https://doi.org/10.1080/09500690903229296)
- DiGironimo, N. (2011). What is Technology? Investigating Student Conceptions about the Nature of Technology. *International Journal of Science Education*, 33(10), 1337–1352. DOI: [10.1080/09500693.2010.495400](https://doi.org/10.1080/09500693.2010.495400)
- Dixon-Woods, M. (2010). Systematic Reviews and Qualitative Methods. In *Qualitative research: theory, method and practice* (3rd ed., pp. 331–346). London: SAGE Publications Ltd.
- Driver, R., Leach, J., Millar, R., & Scott, P. (1996). *Young People’s Images Of Science*. Buckingham: Open University Press.
- Ferreira Gauchía, C., Gil Pérez, D., & Vilches, A. (2006). Imagen de la tecnología transmitida por los textos de educación tecnológica. *Didáctica de Las Ciencias Experimentales Y Sociales*, (20), 23–46. Recuperado de <https://ojs.uv.es/index.php/dces/article/view/2436/1981>
- Ferreira-Gauchía, C., Vilches, A., & Gil Pérez, D. (2012). Concepciones docentes acerca de la naturaleza de la tecnología y de las relaciones Ciencia, Tecnología, Sociedad y Ambiente en la educación tecnológica. *Enseñanza de las Ciencias*, 30(2). DOI: [10.5565/rev/ec/v30n2.557](https://doi.org/10.5565/rev/ec/v30n2.557)
- Gil-Pérez, D., Montoro, I. F., Alís, J. C., Cachapuz, A., & Praia, J. (2001). Para uma imagem não deformada do trabalho científico. *Ciência & Educação (Bauru)*, 7(2), 125–153. DOI: [10.1590/S1516-73132001000200001](https://doi.org/10.1590/S1516-73132001000200001)

- Gil-Pérez, D., Vilches, A., Fernández, I., Cachapuz, A., Praia, J., Valdés, P., & Salinas, J. (2005). Technology as “Applied Science”: A Serious Misconception that Reinforces Distorted and Impoverished Views of Science. *Science & Education*, 14(3-5), 309–320. DOI: [10.1007/s11191-004-7935-0](https://doi.org/10.1007/s11191-004-7935-0)
- Jonassen, D. H. (2000). *Computadores, Ferramentas Cognitivas: desenvolver o pensamento crítico nas escolas* (2nd ed.). Porto: Porto Editora.
- Karakas, M. (2011). Science Instructors’ Views of Science and Nature of Science. *Qualitative Report*, 16(4), 1124–1159.
- Kosminsky, L., & Giordan, M. (2002). Visões de Ciências e sobre cientista entre estudantes do ensino médio. *Química Nova Na Escola*, 15(1), 11–18. Disponível em <http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc15/v15a03.pdf>.
- Lederman, N. G. (1992). Students’ and teachers’ conceptions of the nature of science: A review of the research. *Journal of Research in Science Teaching*, 29(4), 331–359. DOI: [10.1002/tea.3660290404](https://doi.org/10.1002/tea.3660290404)
- Lederman, N. G. (2007). Nature of Science: Past, Present, and Future. In *Handbook of Research on Science Education* (pp. 831–879). Mahwah, N.J: Routledge.
- Lederman, N. G., Abd-El-Khalick, F., Bell, R. L., & Schwartz, R. S. (2002). Views of nature of science questionnaire: Toward valid and meaningful assessment of learners’ conceptions of nature of science. *Journal of Research in Science Teaching*, 39(6), 497–521. DOI: [10.1002/tea.10034](https://doi.org/10.1002/tea.10034)
- Lee, S. W., Tsai, C., Wu, Y., Tsai, M., Liu, T., Hwang, F., ... Chang, C. (2011). Internet-based Science Learning: A review of journal publications. *International Journal of Science Education*, 33(14), 1893–1925. DOI: [10.1080/09500693.2010.536998](https://doi.org/10.1080/09500693.2010.536998)
- Newton, L. D., & Newton, D. P. (1998). Primary children’s conceptions of science and the scientist: is the impact of a National Curriculum breaking down the stereotype? *International Journal of Science Education*, 20(9), 1137–1149. DOI: [10.1080/0950069980200909](https://doi.org/10.1080/0950069980200909)
- NRC. (1996). *National Science Education Standards* (DC: National Academy Press). Washington. Disponível em http://www.nap.edu/catalog.php?record_id=4962
- NRC. (2000). *Inquiry and the National Science Education Standards: A Guide for Teaching and Learning* (DC: National Academy Press.). Washington. Disponível em http://www.nap.edu/catalog.php?record_id=9596
- Park, D.-Y., & Lee, Y. B. (2009). Different Conceptions of the Nature of Science among Preservice Elementary Teachers of Two Countries. *Journal of Elementary Science Education*, 21(2), 1–14.
- Park, H., Khan, S., & Petrina, S. (2009). ICT in Science Education: A quasi-experimental study of achievement, attitudes toward science, and career aspirations of Korean middle school students. *International Journal of Science Education*, 31(8), 993–1012. DOI: [10.1080/09500690701787891](https://doi.org/10.1080/09500690701787891)
- Pérez Gomez, Á. I. (2012). *Educarse en la era digital* (1nd ed.). Madrid: Ediciones Morata, S.L.
- Ponte, C. (2012). Acesso, usos e competências: resultados nacionais do inquérito “EU Kids Online.” In C. Ponte, A. Jorge, J. A. Simões, & D. S. Cardoso, *Crianças e internet em Portugal* (pp. 21–39). Coimbra: Edições MinervaCoimbra.
- Praia, J., Cachapuz, A., & Gil-Pérez, D. (2002). A hipótese e a experiência científica em educação em ciência: contributos para uma reorientação epistemológica. *Ciência & Educação (Bauru)*, 8(2), 253–262. DOI: [10.1590/S1516-73132002000200009](https://doi.org/10.1590/S1516-73132002000200009)
- Scherz, Z., & Oren, M. (2006). How to change students’ images of science and technology. *Science Education*, 90(6), 965–985. DOI: [10.1002/sce.20159](https://doi.org/10.1002/sce.20159)

- Silverman, D. (2001). *Interpreting Qualitative Data: Methods for Analysing Talk, Text and Interaction* (2nd ed.). London: SAGE Publications Ltd.
- Silverman, D. (2010). *Qualitative research: theory, method and practice* (3rd ed.). London: SAGE.
- Sousa, A. B. (2009). *Investigação em Educação* (2nd ed.). Lisboa: Livros Horizonte.
- Teixeira, E. S., Freire Jr., O., & El-Hani, C. N. (2009). The influence of contextual approach on the conceptions about the nature of science among physics undergraduate students. *Ciência & Educação (Bauru)*, 15(3), 529–556. DOI: [10.1590/S1516-73132009000300006](https://doi.org/10.1590/S1516-73132009000300006)
- Yin, R. K. (2003). *Case study research: design and methods*. Thousand Oaks, Calif.: Sage Publications.

Recebido em: 29.04.2018

Aceito em: 11.07.2018

APÊNDICE A

Caro aluno (a),

Este questionário tem o objetivo de identificar a tua compreensão sobre o ensino de Ciências e o uso de algumas Tecnologias no teu dia a dia.

Solicitamos a tua participação preenchendo este questionário. Os dados recolhidos serão anônimos e confidenciais em todo o processo de tratamento.

COMPREENSÃO SOBRE O ENSINO DE CIÊNCIAS

1. Para você, o que é Ciências? (Pode escrever ou desenhar).
2. Qual a imagem que você tem do cientista? (Pode escrever ou desenhar).

COMPREENSÃO SOBRE O USO DO COMPUTADOR E DE OUTRAS TECNOLOGIAS DIGITAIS

3. O que é Tecnologia para você? (Pode escrever ou desenhar)
4. Indique as tecnologias digitais que existem na tua casa:

<input type="checkbox"/> Celular	<input type="checkbox"/> Aparelho de DVD
<input type="checkbox"/> Computador	<input type="checkbox"/> DVDs educativos
<input type="checkbox"/> Internet	<input type="checkbox"/> CD-ROM educativos
<input type="checkbox"/> Televisão	<input type="checkbox"/> Aparelho para jogos
<input type="checkbox"/> Rádio	<input type="checkbox"/> Jogos digitais
<input type="checkbox"/> Aparelho de som	<input type="checkbox"/> Telefone fixo
<input type="checkbox"/> Tablet	<input type="checkbox"/> Outros: _____
5. No quadro abaixo, indique a frequência das tuas ações para utilizar o computador conectado à internet.

Nº	AÇÕES COM COMPUTADOR	NUNCA	RARA-MENTE	ÀS VEZES	MUITAS VEZES	SEMPRE
1	Eu uso computador.					
2	Eu uso computador para fazer as atividades da escola.					
3	Eu uso computador para estudar outros assuntos que não estejam relacionados à aula.					
4	Eu uso computador para ler temas diversos.					
5	Eu uso computador para jogar.					
6	Eu uso computador para enviar e-mail.					
7	Eu uso computador para conversar com amigos e familiares.					
8	Eu uso computador para instalar e desinstalar programas.					
9	Eu uso computador para ouvir músicas da internet.					
10	Eu uso computador para descarregar músicas e áudios da internet.					
11	Eu uso computador para ver vídeos da internet.					
12	Eu uso computador para baixar vídeos da internet.					
13	Eu uso computador para entrar em redes sociais (ex. facebook).					
14	Eu uso computador para conhecer novas pessoas por chat.					
	Existem outras ações que tu fazes com o computador e que não foram indicadas?					

Muito obrigado pela tua colaboração.

APÊNDICE B

ROTEIRO PARA ENTREVISTA SEMIESTRUTURADA

- 1) Dúvidas sobre o questionário.
- 2) Sobre a escola: a) caracterização das aulas; b) experimentação; c) uso do livro texto de ciências; d) trabalhos para casa; e) atividades em grupo.
- 3) Sobre as TIC: a) principais TIC que tem em casa; b) uso do celular; c) uso do computador; d) principais recursos acessados no computador; e) o computador na escola.