

**NATUREZA DA CIÊNCIA E TECNOLOGIA: DUALIDADE DA C&T NA  
VISÃO DE ALUNOS DE UMA GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS BIOLÓGICAS**

**NATURE OF SCIENCE AND TECHNOLOGY: S&T DUALITY IN THE VIEWS  
OF BIOLOGICAL SCIENCE UNDERGRADUATE STUDENTS**

**Filipe Lima Malta<sup>1</sup>, Luís Fernando Marques Dorville<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>UERJ-FFP/PPGEAS/fillmalta@gmail.com

<sup>2</sup>UERJ-FFP/PPGEAS/ldorville@gmail.com

**RESUMO**

Este trabalho é parte resultante de uma dissertação de monografia defendida na UERJ-FFP e apresenta uma pesquisa qualitativa em que fazemos uso do método de grupo focal com o objetivo de investigar as visões de Ciência e Tecnologia (mais especificamente acerca de uma natureza ética da C&T) de uma turma de graduandos em ciências biológicas. A pesquisa foi realizada com um grupo de 12 alunos e alunas do quarto período de uma universidade pública e seu material foi coletado através de gravações de áudio. Os licenciandos apresentam noções inicialmente positivas da C&T, porém, em processo de constante construção de conhecimento, convergem para posturas mais conscientes ao longo da atividade; demonstram compreender uma dualidade ética nas questões relacionadas à Ciência e Tecnologia, bem como o papel de responsabilidade do ser humano no uso desse conhecimento.

**Palavras-chave:** natureza da ciência e tecnologia; formação docente; grupo focal.

**ABSTRACT**

This work is part of a graduation project performed at UERJ-FFP and presents a qualitative research in which we use the focal group methodology to investigate the views of Science and Technology (more specifically about their ethical nature) from a class of Biological Science undergraduate students. The research was carried out with a group of 12 students from the fourth period of a public university and their opinions were collected through audio recordings. The students initially presented a positive perspective about S & T, but later, in a process of constant construction of knowledge, converged towards more critical stances about these issues throughout the activity. They have shown an understanding about the ethical duality found in issues related to Science and Technology, as well as about the role of human responsibility in the use of this knowledge.

**Keywords:** Science and Technology; teacher education; focal group.

**INTRODUÇÃO**

Uma das metas da educação científica é fazer com que os alunos adquiram uma compreensão adequada da natureza da ciência (PETRUCCI; DIBAR URE, 2001). Segundo Lederman e Zeidler (1987) a natureza da ciência pode ser entendida como o conjunto de valores e pressupostos inerentes ao desenvolvimento científico. Deste

modo, obter concepções acerca de uma natureza ética da ciência; entender se seus produtos e conhecimentos produzidos são empiricamente fundamentados e parcimoniosos; compreender como a comunidade científica e o que ela produz se relaciona com a sociedade são alguns tópicos balizadores para se identificar concepções da natureza da ciência nos indivíduos. Para Acevedo Díaz (2005) isto envolveria ainda, compreender questões sociais internas e externas à ciência que influenciam as decisões tomadas pelos cientistas. No entanto, o autor menciona como as pesquisas em ensino de ciências vêm nos mostrando a pouca compreensão que os alunos possuem sobre a natureza hipotética do conhecimento científico, acreditando, por exemplo, que a maioria dos debates científicos poderiam ser resolvidos — com relativa facilidade — apenas com o fornecimento e apresentação massiva de dados.

Auler e Delizoicov (2001), ao defender a importância de um processo de alfabetização científico-tecnológica, apresentam a existência de linhas de pensamento, crenças potencialmente problemáticas para uma compreensão abrangente da natureza da ciência e da tecnologia; tal perspectiva é denominada reducionista. Os autores relacionam à perspectiva reducionista uma concepção de neutralidade da Ciência-Tecnologia, e a esta concepção de neutralidade associam o que eles denominam como mitos: perspectiva tecnocrática, perspectiva salvacionista e o determinismo tecnológico. A perspectiva salvacionista possui uma ideia linear, positivista, e dogmática da Ciência, onde a mesma existe para solucionar os problemas da sociedade e transformar nossas vidas sempre para melhor. Sendo assim, neste ponto de vista, a linguagem da Ciência seria a luz que a humanidade precisa para caminhar rumo ao progresso.

De forma similar, sob uma perspectiva tecnocrata temos uma postura positivista e cientificista, onde o conhecimento científico é superior aos demais, fazendo com que seja suficiente para solucionar os problemas sociais através de indivíduos especialistas/técnicos. Segundo Pacey (1990) apud Auler e Delizoicov (2001) a perspectiva tecnocrata apresenta um papel excludente da democracia em questões tecnológicas e científicas, fazendo com que somente o especialista, o cientista, seja autorizado a tomar as decisões relevantes para o futuro da sociedade no âmbito científico-tecnológico. Em relação ao determinismo tecnológico, Gómez (1997) o caracteriza segundo duas teses: uma de que a mudança tecnológica é a causa das mudanças sociais, uma vez que a tecnologia define os limites do que uma sociedade pode ou não fazer; e a segunda onde se assume que a tecnologia é autônoma e independente das influências sociais.

Além dos tópicos anteriormente mencionados, há ainda, a comum crença em uma ciência “acabada” e “pronta”, que, segundo Carvalho (2006) é um problema ainda existente nos dias atuais para as tentativas da educação científica. Segundo a autora supracitada, estudos têm mostrado como o ensino superior muitas vezes transmite visões empírico-indutivistas da ciência. De acordo com a pesquisa de Lederman e Zeidler (1987), as compreensões sobre a natureza da ciência dos alunos em uma classe, são diretamente influenciadas pelas crenças e compreensões da natureza da ciência de seus professores.

Sabendo estarmos tratando de um tema recorrente na literatura especializada e ainda bastante conflituoso no âmbito da educação científica, acreditamos ser importante compreender melhor que ideias estes futuros professores de Ciências e Biologia cultivam sobre a natureza da ciência e tecnologia, mais especificamente, que concepções acerca de uma natureza ética da C&T eles possuem no momento da pesquisa. Este trabalho tem como objetivos: (i) Analisar a concepção dos licenciandos acerca de Ciência e Tecnologia; (ii) Identificar possíveis visões críticas dos discentes sobre a natureza ética da Ciência e Tecnologia.

## **METODOLOGIA**

O método de pesquisa selecionado para a investigação é de caráter qualitativo, podendo também ser caracterizado como pesquisa idiográfica ou hermenêutica. Neste trabalho utilizamos a técnica de grupo focal. Segundo Morgan (1997) apud Gondim (2003), a técnica de grupo focal é definida como uma pesquisa de coleta de dados através da observação das interações de um grupo de pessoas que discutem um determinado tema proposto pelo pesquisador. Para isto, são utilizados determinados estímulos como: destaques de textos, entrevistas, vídeos, questões, entre outros. Os dados são geralmente coletados em forma de gravações de áudio, durando não muito mais que duas horas de gravação, a qual é posteriormente transcrita. A pesquisa é composta por pequenos grupos de discussão que abordarão uma série de tópicos propostos pelo pesquisador acerca de um tema (MORGAN; SPANISH, 1984).

Como sugerido por Barbour (2009), foi preparado um roteiro para a execução da atividade, o qual resultou em 15 etapas nas quais foram propostos alguns questionamentos e apresentados alguns tópicos de discussão que procuram estimular as discussões ligadas à natureza da ciência e tecnologia. Das 15 etapas pré-estabelecidas no roteiro, foram selecionadas, de forma que atendam aos objetivos do presente estudo,

as seguintes: **Etapa 1** – Leitura de história em quadrinhos. Comentários sobre a história, primeiras impressões; **Etapa 3** – O que é a Ciência para você? **Etapa 4** – O que é a tecnologia para você? **Etapa 5** – A Ciência e a Tecnologia são boas? São ruins? Ambas? Ou talvez neutras? Justifique. Foi utilizada uma apresentação em slides no PowerPoint contendo a descrição das etapas e as perguntas, sendo cada um dos slides apresentados somente em suas respectivas etapas.

A atividade de grupo focal foi realizada com 12 licenciandos e licenciandas em Ciências Biológicas, todos cursando o 4º período da graduação da Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Faculdade de Formação de Professores (UERJ-FFP), campus de São Gonçalo. A atividade foi realizada em uma sexta-feira, dia 12 de Maio de 2017, a gravação do áudio foi realizada com o uso de dois gravadores Panasonic, modelo RR-US571 e teve duração total de duas horas e 22 minutos. Toda a atividade de grupo focal foi transcrita, e em sua transcrição os alunos e alunas foram indicados pela letra A e por um número individual, sendo mantido assim seu anonimato.

## **ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS**

Assim como esperado, já nos primeiros momentos da atividade de grupo focal, os alunos expuseram opiniões que transmitiam uma ideia de credibilidade à Ciência:

*A3: A ciência, ela explica como aconteceram as coisas, e não como “Ah, pode ter sido isso, pode ter sido aquilo”. A gente tem como comprovar.*

Entretanto, um dos participantes reage à ideia de uma completa positividade na ciência, fornecendo comentários que vão em caminho oposto ao do problema de uma ciência pronta e acabada:

*A1: Mas tem sempre aquela linha de raciocínio de a ciência tá sempre melhorando o que tá acontecendo. Contrapõe com o século XIX, século XIX não, século XX com as guerras, que a galera deu aquela pensada diferente, sabe.*

Em seguida, o orador apresenta ainda um argumento que pode ser comparado com a teoria das Revoluções Científicas de Kuhn. Embora o indivíduo não tenha especificado, a explicação coincide com a teoria dos paradigmas kuhnianos, que segundo Chalmers (1993) pode ser resumida no seguinte esquema: pré-ciência → ciência normal → crise-revolução → nova ciência-normal → nova crise.

*A1: O legal do conhecimento científico é que ele tá sempre mudando, então a verdade que é hoje pode não ser a verdade amanhã.*

Sobre Tecnologia, é importante antecipar que as concepções dos participantes foram quase restritas à ideia de artefatos tecnológicos:

Mediador: *Vocês conseguem dar algum exemplo de Tecnologia?*

A1: *A própria roda.*

A2: *É, tem da roda, alavanca, até coisas complexas por que são coisas que não existem naturalmente e é alguma mudança no ambiente.*

A8: *A internet.*

A1: *Os próprios óculos (riso).*

A2 acima mantém a ideia de artefato tecnológico para uma definição de tecnologia, porém chega mais perto de uma concepção mais abrangente:

A2: *É, tecnologia pode ser considerada qualquer inovação. Então a Tecnologia é algo que não existe naturalmente, é criada pela capacidade humana de inventar, de modificar o seu ambiente.*

A Tecnologia é resultante de uma série de revoluções técnicas. Segundo Barbosa (2011), a técnica e seus produtos — desde tempos pré-históricos — inicia um ciclo autoconstrutivo que viabiliza a construção de novas técnicas, conhecimentos e produtos. Com o passar do tempo e fases da história da humanidade, surge a necessidade de perpetuação dos conhecimentos técnicos, e com isso, a relação mestre-aprendiz. Fica implícita a importância que o homem dá à técnica e sua constante evolução. Teremos na revolução industrial um marco para nosso conceito de tecnologia. Abbagnano (2007) define a tecnologia como o “**estudo dos processos técnicos** de determinado ramo da produção industrial ou de vários ramos” (p.942, grifos meus).

Embora tenha surgido uma noção de interdependência entre Ciência e Tecnologia ao serem questionados, houve um sutil destaque para uma ideia de regência da Tecnologia para com a Ciência:

A3: *Então, eu acho que, assim. A Ciência e a Tecnologia, uma depende da outra. Um exemplo, o microscópio. Antigamente a gente não tinha conhecimento sobre as células. Então assim, teve o cara lá que foi criando, criou uma lente, foi evoluindo, por que anos atrás você não tinha a quantidade de aparelhos que você tem hoje, tecnologia, que foi aumentando pra você avançar nos estudos. Hoje em dia você pode até ver um átomo. Então acho que uma depende da outra. A Ciência depende da evolução da Tecnologia.*

A6: *A Tecnologia facilita o estudo da Ciência.*

A3: *É, isso aí.*

A concepção inicial para Tecnologia foi positiva, mas as reflexões de alguns integrantes do grupo levam os demais a concluir que há uma dualidade também na Tecnologia, ou seja, concluem que sua concepção sobre ela depende da sua utilização. Segundo Collins e Pinch (2008), a distância do tema faz com que, através do senso comum, não percebamos suas malícias, porém quando se está inserido na roda de discussões, elas se tornam mais visíveis.

Na ciência e na tecnologia, assim como no amor, “a distância leva ao encantamento”. Em outras palavras, os debates científicos e tecnológicos parecem ser muito mais simples e diretos quando são vistos à distância. Quando estamos separados da pessoa amada, lembramos apenas por que a amamos; as falhas são esquecidas. (COLLINS; PINCH, 2008, p. 3-4).

A3: *Acho que tudo que serve pra ajudar a gente, né. Por que antes, você vai estudar ali, uma máquina pode ajudar a gente mais do que... Então assim, é uma Tecnologia que tá ajudando a gente, tá influenciando. Tá deixando a gente fazer um esforço físico às vezes, uma máquina, um carro, é uma tecnologia que a gente mesmo inventou. Então é isso que eu falei, às vezes a gente depende da Tecnologia, a Ciência depende da Tecnologia e ambas são feitas por nós.*

A1: *Mas aí a Tecnologia não serve também só pra ajudar, por que da mesma forma que você pode pegar um carro e ir ao supermercado pra comprar sua comida, você também pode atropelar uma pessoa.*

A3: *Depende de como você usa também, né.*

A8: *É por que a Tecnologia, ao mesmo tempo em que ela foi criada pra facilitar, ela também pode atrapalhar.*

A7: *Tem Tecnologia, que é usada pra gente se comunicar e hoje em dia já é um vício que você só vive nisso aqui (mostra o celular) e as pessoas não se comunicam mais.*

Em determinado momento da atividade, os participantes são instigados a manifestar um posicionamento sobre a natureza ética das atividades/utilidades científico-tecnológicas, de modo que poderiam opinar sobre serem neutras, boas, ruins ou ambas (boas e ruins).

A1: *Neutra, porque a Ciência em si ela não é um ser vivo, ela não pode escolher por ela mesma, é a gente que escolhe por ela. Tipo, é a gente que faz, a gente que escolhe o que faz com ela, assim como com a tecnologia pra fazer o que a gente quer. Não ela escolhe, então... a escolha é nossa, ela não tem escolha.*

O comentário do participante muito se assemelha à concepção de “Golem”, de Collins e Pinch (2000), em que afirmam que a Ciência:

[...] não é uma criatura diabólica, mas sim um tanto boba. A ciência do golem não pode ser responsabilizada pelos seus erros; **os erros são nossos**. Um golem não pode ser culpado se está dando o melhor de si. Mas não devemos esperar demais. O golem, mesmo poderoso, **é uma criatura da nossa arte e habilidade**. (COLLINS; PINCH, 2000, p.20, grifos meus).

Ou seja, na ideia do autor: como pode a Ciência ter intenções (boas e ruins), se ela não tem vida? Se a Ciência for um constructo da humanidade e pela humanidade for controlada não caberá, portanto, à ciência ou à tecnologia essa definição de qualidade (boa ou má). A resposta do participante foi interessante, demonstrando um bom nível crítico de consciência sobre o assunto. Já outros(as) participantes optaram por uma definição dual da natureza da C&T.

*A5, A9: Acho que ambas.*

*A7: Eu também acho que ambas. Foi o que a gente tinha falado, tem tanto pro lado positivo, quanto pro lado negativo.*

O caráter ético da Ciência e Tecnologia na visão dos participantes começou parcialmente dividido. Entretanto, acabaram convergindo para uma noção de relatividade. Dizer que a C&T são totalmente “boas” ou “más” ficou fora de questão já desde a segunda etapa do grupo focal, em que os participantes compreendem que existe uma dualidade nos acontecimentos científicos e tecnológicos. Entretanto, ficaram confusos ao se deparar com o problema de definir o que, de fato, é “bom” e “ruim”, uma vez que, após um longo diálogo no grupo, constata-se que é impossível alguma inovação ser positiva para todos. Começam então a buscar um critério para compreender o que seria bom e ruim no âmbito das inovações científico-tecnológicas.

*Mediador: [...] Qual é o critério que deve ser usado pra definir o que é bom? Porque bom pra todo mundo é impossível.*

*Turma: sim*

*A6: A maneira como cada um usa.*

*A2: Você vai fazer o melhor possível pra você, desde que não faça mal pra ninguém.*

*A6: Mas como você vai saber que você vai fazer o bem pra você, mas não vai fazer o mal pra ninguém?*

*A2: É quase impossível. Mas não quer dizer que não seja a meta.*

Mediador: *Melhor possível, que beneficia a maior parte, o maior número de pessoas. Então o critério é numérico, certo?*

A2: *Tem que ser numérico. Qual critério mais preciso que o numérico?*

Mediador: *Não, não estou dizendo que está errado. [...] Bem, o critério que eu acho convenceu a maior parte das pessoas é a ideia do critério numérico. O que for melhor para a maioria, pro bem da maioria é o critério de “bom”. E se a gente pender pra uma sociedade de um grupo minoritário, por exemplo, indígenas. O critério da maioria nunca vai beneficiar esse grupo, por que é um grupo numericamente muito menor do que o resto da sociedade.*

A5: *É... No caso da população indígena, é importante. Se for pela maioria...*

A1: *Se você parar pra analisar, todo o processo que a gente tinha usado pra avaliar vai ter prós e contras.*

Turma: *Sim, é verdade.*

A1: *É questão de escolher, né. Mas aí é a parte mais difícil.*

Os participantes em geral demonstraram dificuldades não só em opinar sobre a natureza ética da Ciência, como até mesmo em definir, simplesmente, “bom” e “ruim”. Foi uma etapa conflituosa e de bastante movimento com diversas tentativas de explicação. Ficou clara a complexidade do tema para os alunos. Alguns alunos entram em um consenso de que “algo é ‘bom’ quando beneficia um maior número de pessoas”, entretanto esta concepção também foi descreditada por outros participantes ao longo da discussão. Apesar da sensação dos alunos de “não chegar a lugar algum” por não encontrar uma resposta, todo o debate demonstra um importante nível de capacidade crítica ao discutir sobre questões relacionadas à natureza da C&T.

A relação entre Ética e Ciência, vem sendo cada vez mais abordada por pesquisadores do âmbito da educação científica, em especial, pesquisadores que tem como escopo o enfoque CTS — Ciência, Tecnologia e Sociedade. Segundo Cardoso (1998), a Ética e a Ciência travam uma relação conflituosa na segunda metade do século XX, sendo este um dos motivos para o crescente interesse em abordar as variadas facetas da Ciência e Tecnologia, bem como verificar como são compreendidas por professores e alunos nos dias atuais.

A relação ética e ciência é um dos desafios colocado a nós nessa segunda metade de século. A partir da hecatombe de Hiroshima, a ambiguidade do



progresso científico-tecnológico passou do plano teórico para o existencial, ou seja, começamos a perceber na vida cotidiana a deterioração galopante do ambiente físico e social ao lado do mundo estonteante e maravilhoso da tecnologia. As conquistas tecnológicas nos campos da comunicação, transporte, alimentação, moradia, saúde e lazer convivem ao lado do desequilíbrio ecológico, da miséria, da fome, dos sem-emprego, sem-terra, sem-teto, enfim ao lado de toda sorte de violência que destrói dignidade humana dos excluídos. (CARDOSO, 1998, p.1).

## CONCLUSÃO

A visão geral de Ciência apresentada pelos alunos é a de um conhecimento que possui embasamento e veracidade. Todos apresentaram concepções bem positivas de Ciência, entretanto, demonstraram compreender a existência de uma dualidade ética em assuntos científicos sob a perspectiva de que a Ciência é, antes de tudo, um constructo humano. Compreendem que a Ciência não é linear, e que nem todas as informações ditas “científicas” são totalmente confiáveis ou eticamente corretas. Para os participantes, a Ciência e a Tecnologia são interdependentes, porém ficou mais explícita a ideia de dependência da Tecnologia por parte da Ciência sob a justificativa de que sem avanços tecnológicos a Ciência não poderia progredir. Entende-se, também, que os participantes cultivam muito ainda, a ideia de tecnologia enquanto artefato tecnológico o que pode sugerir uma carência de abordagem a respeito do tema nas salas de aula. A atividade de grupo focal possibilitou um fluxo de informações entre os participantes de modo a acontecer uma constante reelaboração de diferentes pontos de vista, representando assim um excelente recurso didático para a discussão de questões relacionadas ao ensino de ciências durante a formação inicial dos futuros docentes.

Reafirmamos a importância de discussões acerca da natureza da ciência que compreendam uma relação Ética-Ciência nos dias atuais. Para Chassot (2003) o cientificismo é uma marca presente ainda nos dias atuais, seja no âmbito popular, nas salas de aula ou mesmo no meio acadêmico, dentro de nossas universidades. Não é tão incomum encontrar quem, nesses meios, pense a Ciência como unilateralmente boa. Em oposição a esta persistência do viés positivista da ciência na sociedade, explica que a linguagem científica é “um construto humano, logo mutável e falível” (p.37). Segundo Granger:

A Ciência é uma das mais extraordinárias criações do homem, que lhe confere, ao mesmo tempo, poderes e satisfação intelectual, até pela estética que suas explicações lhe proporcionam. No entanto, ela não é lugar de certezas absolutas e [...] nossos conhecimentos científicos são necessariamente parciais e relativos (GRANGER, 1994, p.113).

## REFERÊNCIAS

- ABBAGNANO, N. **Dicionário de Filosofia – Edição revista e ampliada**. Martins Fontes, São Paulo – SP, 2007.
- ACEVEDO DÍAZ, J.A. Reflexiones sobre las finalidades de la enseñanza de las ciencias: educación científica para la ciudadanía. **Eureka**, Vol. 1, n.1, p.3-16, 2005.
- AULER, D.; DELIZOICOV, D. Alfabetização científico-tecnológica para quê?. Belo Horizonte - MG. **Revista Ensaio** – Pesquisa em Educação em Ciências, v.03, n.02, p.122-134, 2001.
- BARBOSA, R.E.P.L. Um olhar histórico sobre a tecnologia: interferências na natureza da tríade CTS. **Atas do VIII ENPEC**, 2011.
- BARBOUR, R. **Grupos Focais**. Editora Artmed, Coleção Pesquisa Qualitativa. Porto Alegre, 2009.
- CARDOSO, C. M. Ciência e Ética: Alguns Aspectos. **Revista Ciência e Educação**, 5(1), p.1-6, 1998.
- CARVALHO, A. M. P. Ensinar ciências para promover a enculturação científica. **Revista Direcional Escolas**. Edição 19, p 18-20, 2006.
- COLLINS, H.; PINCH, T. **O Golem: o que você deveria saber sobre ciência**. Editora UNESP, 2000.
- COLLINS, H.; PINCH, T. **O Golem à Solta: o que você deveria saber sobre tecnologia**. Editora FABREFACTUM, 2008.
- CHALMERS, A.F. **O que é ciência afinal?** Editora Brasiliense. 1993.
- CHASSOT, A. **Alfabetização científica: questões e desafios para a educação**. 3. Ed. Ijuí, Editora Unijuí, 2003b.
- GÓMEZ, R. J. Progreso, determinismo y pesimismo tecnológico. **Redes**, vol.4, n.10, p.59-94, Buenos Aires, 1997.
- GONDIM, S. M. G. Grupos focais como técnica de investigação qualitativa: desafios metodológicos. **Paidéia**, 12(24), 149-161, 2003.
- GRANGER, G.G. **A ciência e as ciências**. Editora UNESP, São Paulo – SP, 1994.
- LEDERMAN, N. G. y ZEIDLER, D. L. Science teachers' conceptions of the nature of science: Do they really influence teacher behavior? **Science Education**, 71(5) p. 721-734, 1987.
- MORGAN, D. L.; SPANISH, M. T. **Focus Groups: A New Tool for Qualitative Research**. *Qualitative Sociology*, 7(3), p. 253-270, 1984.
- PETRUCCI, D.; DIBAR URE, M. C. Imagen de la Ciencia en alumnos universitarios: una revisión y resultados. **Enseñanza de las Ciencias**. Barcelona, Vol. 2, n. 19, p. 217-229, 2001.