

**CONTROVÉRSIA SIMULADA CTS SOBRE ENERGIA NUCLEAR APLICANDO A  
CODOCÊNCIA E UTILIZANDO A TEORIA DA ATIVIDADE COMO REFERENCIAL**

STS SIMULATED CONTROVERSY ABOUT NUCLEAR ENERGY APPLYING CO-TEACHING AND USING  
THE ACTIVITY THEORY AS A THEORETICAL FRAMEWORK

CONTROVERSIA SIMULADA DE CTS SOBRE ENERGÍA NUCLEAR APLICANDO LA CODOCENCIA Y  
USANDO DE LA TEORÍA DE LA ACTIVIDAD COMO REFERENCIAL

**Carlos José Afonso Neto<sup>1</sup>, Glauco da Silva<sup>1</sup> & Glória Queiroz<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>CEFET/RJ - Centro Federal de Educação Tecnológica, Brasil

<sup>2</sup>UERJ - Universidade do Estado do Rio de Janeiro, CEFET/RJ - Centro Federal de Educação Tecnológica,  
Brasil  
caze58@gmail.com

**RESUMO** | Este artigo relata uma prática em Educação em Ciências que utilizou a codocência numa controvérsia simulada sobre Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS) aplicada a uma turma de Licenciatura em Física. O enfoque educacional CTS foi contemplado para discutir sobre a Ciência, evidenciando que esta é uma construção humana, estando sujeita a crenças, valores e interesses. Desta forma queremos enfatizar a potencialidade das controvérsias CTS no ensino de Ciências, que se mostraram importantes para proporcionar a reflexão acerca da produção do conhecimento científico. Recorremos à Teoria da Atividade como referencial teórico para entendimento de algumas ações implementadas.

**PALAVRAS-CHAVE:** Educação científica, Física, Ciência, Tecnologia e Sociedade.

**ABSTRACT** | This paper reports a practice in science education that used co-teaching in a simulated controversy about Science, Technology and Society (STS) applied to a Physics Teaching Program. The STS educational focus was contemplated to discuss Science, showing that this is a human construction, subjected to beliefs, values and interests. In this way, we want to emphasize the potential of STS controversies in science teaching, as well as which demonstrated to be important to provide reflection about the production of scientific knowledge. We used the Activity Theory as a reference for understanding some implemented actions.

**KEYWORDS:** Science education, Physics, Science, Technology and Society.

**RESUMEN** | Este artículo relata una práctica en Educación en Ciencias que utilizó la co-docencia en una controversia simulada sobre Ciencia, Tecnología y Sociedad (CTS) aplicada a una clase de Licenciatura en Física. El enfoque educativo CTS fue contemplado para discutir la Ciencia, mostrando que esta es una construcción humana, sujeta a creencias, valores e intereses. De esta forma, queremos enfatizar el potencial de las controversias CTS en la enseñanza de las Ciencias, que se mostró importante para propiciar la reflexión sobre la producción de conocimiento científico. Se recurrió a la Teoría de la Actividad como referencia para comprender algunas acciones implementadas.

**PALABRAS CLAVE:** Enseñanza de las Ciencias, Física, Ciencia, Tecnología y Sociedad.

## 1. INTRODUÇÃO

Este trabalho apresenta a narração de uma controvérsia simulada Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS) desenvolvida em um contexto educacional de um curso de graduação de formação inicial de professores. A atividade foi desenvolvida, durante o ano letivo de 2021 em uma turma regular de graduação em Licenciatura em Física de uma Instituição de Ensino Superior (IES) de uma cidade do interior do Estado do Rio de Janeiro, no Brasil. A atividade teve um caráter interdisciplinar, contemplando História e Física Nuclear.

Objetivou-se com esse trabalho contribuir com formas de inserção da abordagem CTS na formação inicial de professores de Ciências. Para atingir esse objetivo, desenvolvemos uma controvérsia simulada CTS que contemplou um debate sobre Ciência e Tecnologia entre os licenciandos, a respeito do lançamento dos artefatos nucleares pelos EUA sobre o Japão em 1945. Quisemos também avaliar as potencialidades do uso das controvérsias simuladas CTS no ensino-aprendizado de Ciências, bem como analisar o trabalho coparticipativo, com um tipo de Ensino Colaborativo (EC), a codocência. Para Abelha *et al.* (2008) entende-se codocência como a “leccionação de aulas em par pedagógico” (p. 1). Recorremos à Teoria da Atividade (TA) como referencial para a compreensão de algumas ações implementadas. A TA tem seu desenvolvimento atribuído a psicólogos russos. Duarte (2002) afirma que a TA surgiu no campo da psicologia, com os trabalhos de Vygotsky, Leontiev e Luria.

## 2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

### 2.1 Controvérsias CTS

Os desastres ambientais e eventos bélicos junto à crescente desigualdade social colocaram em dúvida a perspectiva inexorável e infalível da Tecnologia, da Ciência e a visão de que o progresso científico servia apenas para a melhoria de vida das pessoas (Gomes & Zanon, 2019). Neste cenário, surgiram críticas e debates sobre a melhor forma de superar a ingenuidade e despertar o senso crítico nos cidadãos para que participem das decisões no que concerne à Tecnologia e à Ciência, o que levou à criação do movimento e do campo de estudo CTS.

No Ensino de Ciências tem sido propício a utilização da concepção CTS em questões sociais e essa perspectiva tem trazido resultados promissores (Pires *et al.*, 2022). De acordo com Marsya *et al.* (2020), para muitos educadores a compreensão da natureza da Ciência e da Tecnologia, ajudará aos professores a serem mais eficazes em seu trabalho. Segundo Adarlo *et al.* (2022), para muitos educadores de Ciências o descontentamento dos alunos com a área pode contribuir para um mau desempenho em Ciências, enquanto tomar parte de uma aula interessante e envolvente pode motivar o aprendizado. “A compreensão da Ciência e Tecnologia decorrente dos estudos CTS questiona o estilo determinista, neutro e apenas benfeitor da Tecnologia para a Sociedade evidenciando que ocorrem, também, conflitos sociais negativos no desenvolvimento da Ciência e Tecnologia” (Soares *et al.*, 2019, p. 1061). Concordamos com Hunsche e Nicoletti (2022) que compreendem o enfoque CTS como sendo fundamental para que as pessoas sejam capazes de entender questões centrais que contemplam toda a coletividade e possam agir pelo bem comum. Estes mesmos autores entendem que neste sentido a escola e, em particular a formação inicial de professores exercem papel imprescindível para que os futuros professores tenham, já durante

a formação inicial, discussões e vivências teórico-práticas que contemplem a abordagem CTS (Hunsche & Nicoletti, 2022). De acordo com Santos *et al.* (2019):

(...) uma das dificuldades de implementação da abordagem CTS está relacionada à pouca aceitação e envolvimento dos professores, uma vez que sua formação inicial não contempla, de um modo geral, os vários aspectos desta abordagem para o Ensino das Ciências (p. 402).

Buscando inserir os licenciandos numa abordagem CTS, recorreremos a uma técnica da controvérsia simulada CTS como uma estratégia didática. A controvérsia controlada é um exercício de construção de consenso a partir do debate planejado baseado em posições conflitantes (Chrispino & Santos, 2011). Para o seu desenvolvimento, deve-se eleger um problema importante relacionado aos papéis dos estudantes na sociedade e, sobre tal base, selecionar e estruturar o conhecimento científico-tecnológico necessário para que o estudante possa entender um equipamento, tomar uma decisão ou entender um problema social relacionado com a Ciência ou a Tecnologia (López Cerezo, 2002).

Para García-Carmona (2022), qualquer plano de alfabetização científica cidadã deve incluir entre seus principais objetivos a obtenção de uma compreensão básica do que é ciência, como ela funciona e seus limites. Segundo Al Sultan *et al.* (2021), para que um indivíduo tome decisões embasadas sobre questões pessoais e cientificamente relacionadas, é esperado um entendimento sobre a Natureza da Ciência (NdC), enquanto para Waks (1992), o propósito da educação CTS é promover a alfabetização em Ciência e Tecnologia.

Em uma controvérsia CTS os alunos podem representar diversos *atores sociais*, que são pessoas físicas ou jurídicas, entidades governamentais ou não-governamentais cujas vidas serão afetadas de diferentes formas por uma decisão política (Souza & Chrispino, 2021).

## 2.2 A codocência

O Ensino Colaborativo (EC) pode ser compreendido como um processo no qual dois ou mais professores interagem de forma mais ou menos estruturada e interdependente (Tractenberg, 2011). Entre as várias formas que o EC pode assumir, destacamos a codocência (do inglês *co-teaching*), termo utilizado por Silva (2013) para se referir, de forma geral, a uma prática docente compartilhada e coparticipativa na sala de aula. Abelha *et al.* (2008) apresentam uma experiência de codocência em que professores de Ciências desenvolveram uma aula sobre chuvas ácidas numa perspectiva CTS.

Corrêa *et al.* (2018) pesquisaram uma estrutura de estágio supervisionado com base em relações horizontais estabelecidas entre os sujeitos da universidade e da escola de educação básica (EB). Enquanto Silva (2021) descreve a codocência entre um coordenador de estágio curricular supervisionado da IES e um professor supervisor da EB. Procuramos aplicar a codocência como a que foi preconizada por Corrêa *et al.* (2018) e por Silva (2021) que descrevem a codocência como uma atividade colaborativa e reflexiva que envolve diversos atores sociais, e que busca a horizontalidade nas relações entre os participantes. Este modelo de codocência, envolve o compartilhamento de tarefas em todas as etapas docentes, desde o co-planejamento, passando pelo co-ensino nas aulas, avaliações em conjunto e as análises pós atividades. Tal processo se dá em ciclos e é pautado pelo diálogo. Como resultado ocorre a cogeração de propostas educacionais – os chamados *diálogos cogenerativos (cogen)* (Corrêa *et al.*, 2018). De

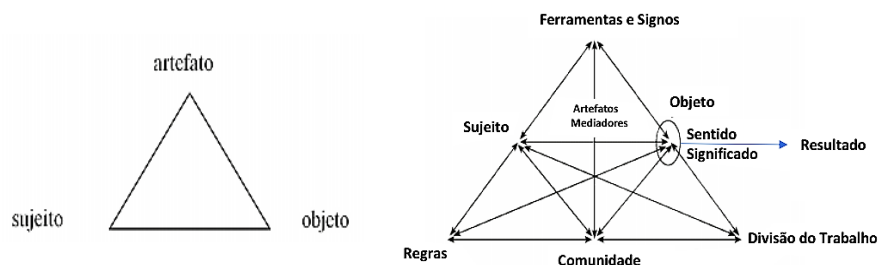
acordo com o mesmo autor, diálogos cogerativos são reuniões onde todos os sujeitos participantes olham retrospectivamente para as ações pedagógicas com vistas a transformar a atividade, buscando seu aprimoramento. Neste sentido, a prática educativa apresentada neste trabalho tem relação com esses autores uma vez que foram realizadas atividades similares, tais como reuniões de planejamento e ocorreram diálogos cogerativos no momento das avaliações das ações pedagógicas que foram implementadas.

### 2.3 A Teoria da Atividade como referencial

A Teoria da Atividade (TA) se deve aos trabalhos de Vygotsky, Leontiev e Engeström, entre outros, se constituindo como uma teoria que parte da perspectiva sócio-histórico-cultural em que o sujeito e a dimensão social são considerados na elaboração da consciência (funções psicológicas superiores) e do desenvolvimento humano (Santos & Santade, 2012). De acordo com Engeström (2001) são cinco os princípios que fundamentam a Teoria da Atividade: um *sistema de atividade coletivo*; a *voz múltipla* dos sistemas de atividade (*multivocalidades*); a *historicidade dos sistemas*; as *contradições* (que são tensões estruturais acumuladas dentro e entre sistemas de atividade) e as *transformações expansivas* nos sistemas de atividade.

Como dispositivo metodológico, Engeström (2001) propõe que esses cinco princípios podem ser articulados com quatro perguntas básicas, centrais em uma teoria de aprendizagem: (1). Quem são os sujeitos da aprendizagem, como são definidos e localizados? (2). Por que eles aprendem, o que os faz fazer esforço? (3). O que aprendem, quais são os conteúdos e os resultados da aprendizagem? (4). Como eles aprendem, quais são as principais ações ou processos de aprendizagem? O mesmo autor realizou um estudo sobre o que chamou de aprendizagem expansiva num hospital na Finlândia – para resolver problemas a respeito do tratamento de crianças (teria que haver uma espécie de “expansão” da atividade para a criação/aquisição de conhecimentos). Ele criou uma matriz (4 x 5): as *quatro perguntas básicas* articuladas com os *cinco princípios da TA*. Seu objetivo foi estruturar a Teoria da Aprendizagem Expansiva fundamentada nas respostas dessa matriz.

Para podermos criar futuramente uma matriz semelhante à de Engeström (2001) precisamos compreender a mediação da atividade na perspectiva da Teoria da Atividade. Este autor expandiu a representação gráfica da mediação de Vygotsky em um modelo de mediação para um sistema de atividade coletiva, que veremos a seguir.



**Figura 1** Mediação. Vygotsky e Engeström, nessa ordem. Elaboração de Engeström (2001).

A mediação das atividades na perspectiva da TA transcende uma *díade* da relação *sujeito* (licenciando) – *objeto* (aprendizado), (da *díade*: *Estímulo* (E) – *Resposta* (R)), para uma *triade*: *Sujeitos* (licenciandos e professores codocentes) – *Artefatos mediadores/Ferramentas e signos* – *Objeto* (aprendizado de Ciências da Natureza, suas Tecnologias e a técnica da Controvérsia Simulada CTS) (figura 1). Engeström (2001) apresenta mais alguns elementos como: *regras*, *comunidade* e *divisão do trabalho*.

### 3. ASPECTOS METODOLÓGICOS: DESCRIÇÃO DA PRÁTICA EDUCATIVA E SUA IMPLEMENTAÇÃO

#### 3.1 Procedimentos metodológicos

De acordo com Silva *et al.* (2004), procedimento metodológico (ou metodologia) representa a escolha do método a ser utilizado em uma pesquisa. O método pode ser dedutivo ou indutivo bem como a tipologia pode ser experimental, quantitativa, qualitativa etc.

Para analisar os resultados obtidos recorreremos à metodologia qualitativa. Para Silva e Menezes (2001) a pesquisa qualitativa:

Não requer o uso de métodos e técnicas estatísticas. O ambiente natural é a fonte direta para coleta de dados e o pesquisador é o instrumento-chave. É descritiva. (...) O processo e seu significado são os focos principais de abordagem (p. 20).

Lüdke e André (2008) sintetizam a pesquisa qualitativa dizendo que: o ambiente natural torna-se fonte direta dos dados e o pesquisador o instrumento principal; os dados têm uma característica descritiva; preocupa-se mais com o processo do que com o produto; a interpretação do pesquisador dos significados que as pessoas dão as coisas e a sua vida são focos especiais de atenção.

A metodologia de pesquisa qualitativa empregada foi útil aos nossos objetivos que visavam também a reflexão. Não estávamos preocupados com resultados mesmo porque o número de licenciandos investigados era mínimo, porém, nosso fito era despertar para o fato de que há uma construção social da Ciência e da Tecnologia. E nesse modo de pensar não há respostas certas, erradas ou melhores do que outras. Encontrando alguns consensos e aproximações, esperamos contribuir para o amadurecimento dos licenciandos a respeito das relações entre a Ciência, a Tecnologia e a Sociedade.

#### 3.2 Contexto e apresentação da proposta de controvérsia

O título escolhido para a controvérsia foi “*Fat Man e Little Boy*. É realmente necessário lançá-las sobre o Japão?”. Os professores explicaram sobre consenso e a diferença entre a controvérsia e júri simulado. O mote inicial foi a apresentação de um jornal estadunidense fictício do dia 12/04/1945, “*The New York Tribune*” (figura 2) que, juntamente com a apresentação de um filme temático sobre a 2ª Guerra Mundial (“O Início do Fim” – “*Fat Man and Little Boy*” – 1989 – EUA/Roland Joffé), deu o contexto necessário para um debate a ser organizado na turma.

O jornal foi confeccionado de modo a contextualizar aquele *espaço-tempo* do ano de 1945, sendo duas as manchetes principais: *a morte de Roosevelt* (por isso a data escolhida pois ele realmente morreu neste dia) e a *não* rendição do Japão. Todos os elementos para o debate foram mencionados. De acordo com Chrispino (2017), entre os materiais didáticos requeridos a

uma controvérsia controlada CTS figura um jornal real ou fictício de onde se parte para o desenvolvimento do trabalho. A notícia em qualquer caso deve ser verossímil.



Figura 2 Jornal fictício para a controvérsia. Elaboração dos autores.

Foram criados grupos de alunos, chamados de *atores sociais*, baseado em Souza e Chispino (2021) (ver Tabela 1). A turma, então, foi dividida em seis grupos de atores sociais que teriam papéis previamente traçados do debate: contra ou a favor do lançamento das bombas. Todos os atores sociais foram orientados pelos professores para procurarem seguir determinadas regras durante o debate. O objetivo foi visar o saber ouvir as argumentações dos interlocutores buscando contra-argumentos, mas sempre de maneira educada e organizada, respeitando-se os colegas e o tempo destinado a cada fala.

Tabela 1- Atores sociais. Elaboração dos autores.

Grupo	Quantidade de alunos	Objetivo
Ator social 1 (Governo)	2 alunos	A favor do lançamento
Ator social 2 (Direitos humanos)	2 alunos	Contra o lançamento
Ator social 3 (Governo)	1 aluno	Contra
Ator social 4 (Indústria bélica)	1 aluno	A favor
Ator social 5 (Exército dos EUA)	1 aluno	A favor
Ator social 6 (Grupo mediador)	1 aluno	Neutro

Os atores sociais encenaram um debate, representando segmentos da sociedade estadunidense no contexto da 2ª Guerra Mundial, porém, como indica a data do jornal fictício, antes do lançamento das bombas atômicas. Ao se apresentar o jornal explicou-se que haveria cinco aulas sobre o estudo do tema numa abordagem CTS. Uma investigação e consultas deveriam ser realizadas pelos alunos para criar e formar argumentos para um debate final, na

última aula, para se buscar, se possível, um consenso sobre a pertinência do lançamento das bombas sobre o Japão ao final da Segunda Grande Guerra. O objetivo era levar os licenciandos à análise e à reflexão de um dos momentos da história mundial considerado icônico e trágico, até mesmo pelo movimento CTS, discutindo a ingenuidade sobre o fato de que no avanço da Ciência e Tecnologia necessariamente sempre advém o bem-estar.

### 3.3 Descrição das aulas

A controvérsia foi desenvolvida junto aos licenciandos de uma disciplina chamada “Introdução à Física Nuclear” que faz parte da matriz curricular do 7º período da Licenciatura em Física da IES. A turma era composta por oito licenciandos, na faixa etária de 21 a 35 anos, sendo quatro homens e quatro mulheres. Para a implementação da prática educativa, houve codocência entre dois experientes professores de Física que já haviam trabalhado juntos anteriormente. Os professores apresentaram as aulas e compartilharam todas as tarefas, alternando-se na liderança das falas e das explanações. Os alunos representaram os atores sociais durante o debate sobre o lançamento das bombas atômicas e também participaram das reuniões onde foram estabelecidos os diálogos cogerativos.

Essa prática educativa foi ao encontro dos objetivos de aprendizagem da disciplina do curso. Na ementa da mesma estão previstos diversos tópicos, entre eles: reações nucleares e aplicações da física nuclear; questões ambientais (possíveis danos e benefícios ao ser humano). Por outro lado, o objetivo da controvérsia era o de contribuir para despertar o senso crítico nos cidadãos no que se refere à Tecnologia e à Ciência para participarem das tomadas de decisão em questões sociais.

A implementação do projeto se deu de forma remota em função da pandemia da Covid - 19 e ocorreu em março e abril de 2021. Na última aula do mês de março – 25/03/21 - o professor da turma apresentou o projeto e um questionário com o pré-teste aos alunos e indicou um *link* do filme sobre o projeto Manhattan. A atividade da controvérsia CTS foi desenvolvida nas cinco aulas subsequentes até o fim do mês de abril. Todos ficaram com a tarefa de assistir ao filme em *sites* de serviços de *streaming* por assinatura da preferência de cada indivíduo. Foram indicados pelos professores artigos e outros vídeos para pesquisa (ver anexo). Criamos uma tabela (Tabela 2) com a cronologia e a descrição das aulas dadas.

**Tabela 2-** Descrição das aulas. Elaboração dos autores.

AULA - DATA	ATIVIDADES – DURAÇÃO - INTERVENIENTES
1 – 01/04/21	Apresentação: o que é CTS; C&T como produções humanas. A Técnica da Controvérsia Controlada CTS. Atores Sociais: o que são Atores Sociais? Apresentação do cronograma. Apresentação do jornal fictício “The New York Tribune”. Link dos artigos e dos vídeos indicados para pesquisa. Duração da atividade: duas (02) aulas. Apresentação: professor da disciplina e professor interveniente. Reunião ( <i>cogen</i> ): professores e os alunos da turma.
2 – 08/04/21	Discussão sobre a Educação e o Ensino CTS. Natureza da Ciência (NdC); Natureza da Tecnologia (NdT); Natureza da Ciência e Tecnologia (NdC&T). Acompanhamento da pesquisa dos alunos. Duração da atividade: duas (02) aulas. Apresentação: professor da disciplina e professor interveniente.

---

3 – 15/04/21	A nossa Controvérsia Controlada CTS. Relendo e discutindo as notícias do jornal “The New York Tribune”. Os seis Atores Sociais. Quem é ator social contra? E a favor? E quem pode mudar? Regras para o debate. Acompanhamento da pesquisa dos alunos. Duração da atividade: duas (02) aulas. Apresentação: professor da disciplina e professor interveniente. Reunião ( <i>cogen</i> ): professores e os alunos da turma.
4 – 22/04/21	Os Atores Sociais. Os Mediadores e as Regras para o Debate. Acompanhamento da pesquisa dos alunos. Duração da atividade: duas (02) aulas. Apresentação: professor da disciplina e professor interveniente.
5 – 29/04/21	Debate. Consenso sobre o lançamento das bombas. Recolhimento e apresentação do pós-teste. Encerramento das atividades. Duração da atividade: duas (02) aulas. Apresentação: alunos da turma; Reunião ( <i>cogen</i> ) de avaliação final: professores e os alunos da turma.

---

Para assistir ao debate, foram convidados outros quatro professores e cerca de vinte alunos, todos da mesma IES. O debate foi dividido em quatro sessões de 10 min., sendo que na primeira rodada foram apresentados os argumentos a favor do lançamento das bombas; em seguida foram apresentados os argumentos contra com direito a réplicas de 5 min. Foi ressaltado que ao final, para o consenso, na hora de votar, cada licenciando (a) poderia ter opinião própria, independente do ator social que interpretou. A culminância se deu em 29/04/21 com o debate final. Conseguiu-se estabelecer um *consenso* e constatou-se que a turma de forma geral se posicionou *contra o lançamento* das bombas sobre o Japão.

O processo dessa prática educativa começou com uma primeira reunião de planejamento na qual foram discutidos o tema, os objetivos, a forma do co-ensino e a co-avaliação, tarefas que ficaram a cargo dos professores. Num segundo momento, em um diálogo cogerativo, foi sugerido pelos alunos uma autoavaliação da atividade. Durante as aulas houve revezamento na liderança da apresentação da controvérsia. Por fim realizou-se uma reunião geral de avaliação da prática educativa. Nesta reunião final procurou-se perceber como os discentes avaliaram a codocência e a técnica da controvérsia simulada CTS e também a receptividade por parte dos alunos.

### 3.4 Questionário sobre a atividade.

Todos os licenciandos participantes da controvérsia simulada foram convidados a responder a um mesmo questionário antes e depois da implementação da atividade. O questionário foi aplicado digitalmente por meio da plataforma *Microsoft Teams*. A aplicação ocorreu de modo assíncrono e individualmente. Todos os alunos responderam ao questionário. O questionário apresentava sete questões e o discente teve que responder no início da atividade, antes do início da controvérsia e, depois de concluído o debate, no final. As perguntas foram: (1) A energia atômica, em todas as suas aplicações, é algo benéfico ou maléfico ao ser humano? (2) Houve impactos (físicos e sociais) sofridos pela sociedade devido às bombas atômicas? (3) Foi positivo o fato de os cientistas terem desenvolvido a energia atômica? E a bomba atômica? (4) Alguns cientistas foram contra e outros a favor da bomba. Você entende isso como incoerência? (5) Se a Alemanha tivesse construído a bomba antes dos EUA? Eles não a lançariam? É possível admitir que a bomba atômica seria inevitável? (6) Ao desenvolver a Física, na relatividade especial, Albert Einstein possibilitou a criação da bomba atômica e ele a princípio, foi favorável à sua construção. Depois se arrependeu. Você considera correto do ponto de vista científico o



posicionamento dele? E do ponto de vista humano? (7) Você considera que é realmente necessário o lançamento das bombas atômicas no Japão? (Adaptado de Espírito Santo, 2011).

Para facilitar o planejamento das ações e o posicionamento dos alunos durante o debate, foram elaborados outros papéis que chamamos de *protocolos de intenções*. Em tais protocolos os discentes deveriam anotar/registrar as esquipas de atores sociais com seus nomes, os principais motivos da defesa dos seus argumentos e pontos de vista etc. Esses protocolos foram baseados em Espírito Santo (2011).

#### 4. DISCUSSÕES SOBRE A CONTROVÉRSIA

##### 4.1 Avaliação da implementação da prática e principais resultados

Como citado, para dinamizar a participação dos licenciandos, foram apresentados questionários pré e pós controvérsia nos quais alguns estudantes apontaram mudanças de concepções. A resposta ao questionário, a participação no debate e nos diálogos cogerativos (*cogens*), contribuiu para a reflexão e para indicar a possibilidade na mudança de alguns dos conceitos dos licenciandos sobre as relações entre a Ciência, a Tecnologia e a Sociedade.

Para ilustrar algumas das ponderações desenvolvidas junto aos licenciandos, apresentamos exemplos de respostas ao questionário. Ver tabela 3 a seguir.

*Tabela 3- Respostas ao questionário. Elaboração dos autores.*

PERGUNTAS	RESUMO DAS RESPOSTAS (ANTES)	RESUMO DAS RESPOSTAS (DEPOIS)
A energia atômica em todas as suas aplicações é algo benéfico ou maléfico ao ser humano?	Aluno A1: benéfico.	Aluno A1: maléfico. Não em todas as aplicações.
	Aluno A2: benéfico.	Aluno A2: depende. Não é bom nos artefatos nucleares.
	Aluno B1: benéfico.	Aluno B1: maléfico.
	Aluno B2: Depende. Pode ser bom ou ruim.	Aluno B2: depende sempre do uso.
	Aluno C1: benéfico.	Aluno C1: maléfico.
	Aluno C2: benéfico.	Aluno C2: benéfico.
	Aluno D1: benéfico.	Aluno D1: maléfico.
Alguns cientistas foram contra e outros a favor da bomba. Você entende isso como incoerência? (A ciência deve ser neutra? E a tecnologia?)	Aluno D2: depende. Em armas não é benéfico, mas sim em medicina.	Aluno D2: depende do uso.
	Aluno A1: Não é incoerência. Cada um tem a sua visão.	Aluno A1: Eles são pessoas e cada um tem o seu ponto de vista. Ciência não é neutra.
	Aluno A2: Não.	Aluno A2: A Ciência deve ser neutra.
	Aluno B1: Não.	Aluno B1: Ciência neutra é inalcançável.
	Aluno B2: Não.	Aluno B2: Sim. Incoerência e a Ciência deve ser neutra.
	Aluno C1: Não.	Aluno C1: Não há Ciência neutra.
	Aluno C2: Não.	Aluno C2: Não existe neutralidade da Ciência e Tecnologia.
	Aluno D1: Não.	Aluno D1: Não. A Ciência nunca é neutra.
	Aluno D2: Não.	Aluno D2: A Ciência não deve ser neutra.

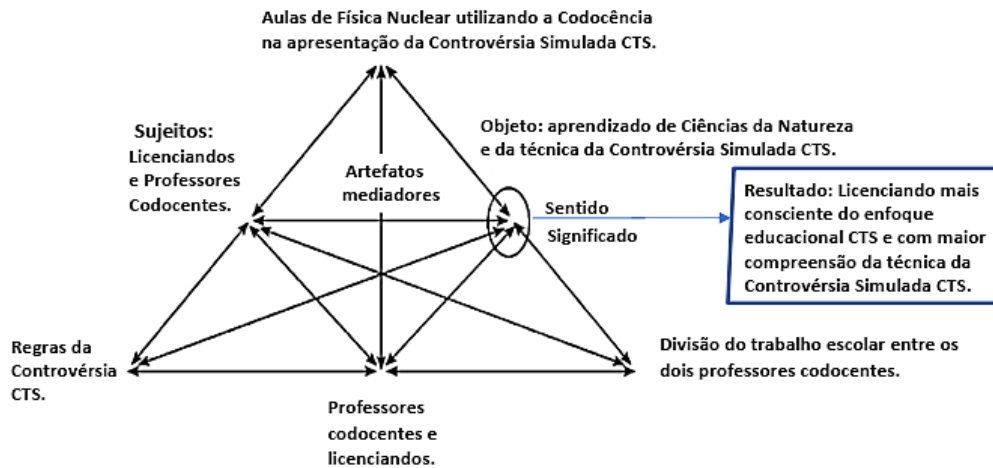
Os resultados obtidos citados aqui são apenas indicativos das possibilidades de mudanças na forma de pensar dos estudantes da Licenciatura. Como relatado a nossa pesquisa era de natureza qualitativa e alguns dos resultados indicam que houve discussão, análise e reflexão sobre as questões CTS trazidas para o debate.

#### 4.2 Considerações a partir da Teoria da Atividade

Como vimos na TA, segundo Vygotsky, a mediação das atividades ultrapassa uma díade (estímulo – resposta) que seria a relação direta sujeito – objeto. Na aprendizagem seria licenciando (sujeito) – aprendizado (objeto). O que ocorre é uma tríade porque existe uma mediação: sujeito – instrumento (artefatos mediadores) – objeto. Em nosso caso a mediação se deu com as aulas de introdução à Física Nuclear onde foi implementada a simulação da controvérsia CTS.

As respostas dos licenciandos indicam que foi criado um ambiente de reflexão devido às aulas e à atividade implementada, o que sugere ter surgido algum sentido e ter sido dado significado às ações ocorridas. A disciplina, se tivesse sido cursada de modo convencional, poderia ter levado ao entendimento das reações nucleares como as que ocorrem nas bombas atômicas (de fissão nuclear), porém, ter refletido sobre as consequências do uso de uma Tecnologia (no caso a bomba atômica) trouxe uma nova perspectiva aos licenciandos.

A *divisão do trabalho* neste caso, apresentou algo bem importante: o licenciando como protagonista tanto na pesquisa, quanto na encenação dos diversos atores sociais da controvérsia CTS e, por outro lado, os dois professores que apresentaram e implementaram a controvérsia trabalhando como codocentes. O licenciando assumiu, ao menos em parte, a liderança de seu próprio aprendizado. Se não o tempo todo, pelo menos durante as apresentações dos argumentos na *encenação (durante o debate)*, o licenciando se tornou (e se percebeu) parte do processo de ensino-aprendizagem. A *comunidade* no caso foi composta pelos licenciandos e licenciandas da sala de aula, os professores codocentes e as *regras* foram criadas de maneira dialógica com os discentes pelos professores da turma. Apresentamos na figura 3, a mediação de nossa controvérsia CTS na qual desenvolvemos a codocência. Os *sujeitos* dessa atividade foram os dois professores de Física juntos com os licenciandos e o *objeto* era o aprendizado de Ciências da Natureza e da técnica didática da Controvérsia Simulada CTS. Os graduandos ficaram mais conscientes: o *resultado* indicou que o licenciando se tornou mais consciente dos objetivos do enfoque CTS; da técnica didática da controvérsia simulada CTS e da pertinência de se desenvolver esta atividade com os seus futuros alunos (o resultado ficou claro pelas falas e posicionamento dos discentes nos diálogos cogerativos realizados).



**Figura 3** Mediação - controvérsia simulada CTS. Elaboração dos autores.

Ao participar da controvérsia simulada CTS o licenciando também tomou parte em uma atividade que pode ser compreendida como a aquisição ou apropriação de conhecimento. Porém, não se trata de uma tarefa individual nem direta, do tipo: licenciando  $\Rightarrow$  conhecimento (o modelo da díade: estímulo (E)  $\Rightarrow$  resposta (R); uma ligação direta, sem mediação). No caso, ocorreu uma atividade *mediada* pela *aula de Introdução à Física Nuclear com a codocência praticada* pelos professores apresentadores e utilizando-se da *controvérsia CTS*. Por outro lado, o graduando tem certo roteiro, i. e., tem que seguir determinadas *regras*. Regras da escola e da própria controvérsia CTS (com seus atores sociais). Da *comunidade* que praticou a atividade fizeram parte os alunos e professores da turma. A *divisão do trabalho* ocorreu entre os professores que se alternaram e que co-planejaram, co-apresentaram e co-avaliaram a atividade; e os próprios alunos quando tomaram parte na simulação da controvérsia CTS no papel dos atores sociais. Todas essas ações acabaram ganhando *sentido e significado*, o que contribuiu para um *resultado*: o licenciando ou licencianda ficou mais consciente da alfabetização científica e tecnológica e com uma visão [do futuro] de como abordar o estudo CTS quando exercer o magistério. Prosseguindo e avançando nesta linha de investigação é possível tecer outras considerações, porém, uma reflexão e análise com maior amplitude e profundidade das questões da TA e da codocência foge aos objetivos do presente trabalho e fazem parte de outro estudo ainda em andamento, cujos resultados serão publicados posteriormente.

## 5. CONCLUSÕES E IMPLICAÇÕES

Nosso objetivo foi despertar para as questões da tríade Ciência, Tecnologia e Sociedade e apresentar uma disciplina utilizando a codocência. Desejava-se por um lado que o aluno alcançasse entendimentos sobre a natureza da Ciência e da Tecnologia, refletisse como isso interfere e pode causar impactos na Sociedade e, por outro lado, despertasse para sua futura atuação como docente, passando a conhecer, na prática, a abordagem da controvérsia simulada CTS como uma possibilidade para sua futura aula.

A prática educacional aqui apresentada parece ter contribuído para mostrar aos licenciandos como desenvolver e apresentar um tema de CTS em aulas de Física (não fizemos uma investigação formal, mas alguns licenciandos nos relataram que não conheciam a técnica da controvérsia CTS e que após terem participado, gostariam de implementá-la em suas salas de aula

no futuro). Essa perspectiva vai ao encontro do pensamento de muitos autores que veem a Ciência e a Tecnologia como elementos culturais e parte da construção humana. O enfoque CTS pode ajudar na formação inicial do professor de Ciências a fim de superar algumas metodologias transmissivas de ensino e avançar para um modelo investigativo, dinâmico, motivador e atraente aos pequenos, se tornando assim um professor mais criativo (Gomes & Zanon, 2019).

Acreditamos que esse trabalho contribuiu para ajudar a quebrar uma “barreira a ser transposta no que se refere à implementação dos/nos currículos e nas atividades em sala aula, uma vez que a educação CTS [geralmente] é tratada no ensino de forma reducionista ou apenas como enxerto dos conteúdos” (Santos *et al.*, 2019, p. 1071). A resposta dada, não só ao questionário, mas num sentido lato, a resposta da turma de licenciandos à atividade como um todo, mostra que houve a transposição dessa barreira para além de um simples “enxerto de conteúdos” e que teve significado para os discentes. O trabalho aqui relatado indicou também que a controvérsia simulada CTS é parte da abordagem CTS, que é algo maior e vai muito além de uma simples técnica didática. É uma compreensão, um amplo entendimento educativo que contribui para ajudar ao estudante, futuro cidadão, a decidir sobre questões importantes que podem afetar a toda a sociedade. Entendemos que o próprio tema CTS é de difícil consenso, mas o objetivo era o de despertar para a possibilidade dos licenciandos, futuros professores de Ciências, desenvolverem atividades com enfoque CTS em sala de aula e mostrar a real possibilidade do uso das controvérsias simuladas CTS. É evidente que a abordagem CTS não é a única via, mas é um dos caminhos que pode contribuir para a sociedade superar a complexidade do mundo contemporâneo, cujo avanço científico e tecnológico é cada vez mais patente.

## REFERÊNCIAS

- Abelha, M., Martins, I. & Costa, N. (2008). Colaboração docente na área das Ciências Físicas e Naturais: uma aula em regime de co-docência sobre chuvas ácidas. *Revista Ciência em Tela*, 1 (2), 1- 10.
- Adarlo, G., De Leon, M. & Favis, A. M. (2022). Exploring Students' Attitudes Toward Science and Course Engagement as Predictors of Science Literacy. In N. Callaos, J. Horne, B. Sánchez, M. Savoie (Eds.), *Proceedings of the 16th International Multi-Conference on Society, Cybernetics and Informatics: IMSCI 2022*, pp. 39-44. International Institute of Informatics and Cybernetics. <https://doi.org/10.54808/IMSCI2022.01.39>
- Al Sultan, A., Henson Jr., H. & Lickteig, D. (2021). Assessing Preservice Elementary Teachers' Conceptual Understanding of Scientific Literacy. *Teaching and Teacher Education*, 102 (2021) 103327.
- Chripino, A. & Santos, T. C. dos (2011). Política de ensino para a prevenção da violência: técnicas de ensino que podem contribuir para a diminuição da violência escolar. *Revista Ensaio: Avaliação e Políticas Públicas em Educação*, 19 (70), 57 - 80.
- Chripino, A. (2017). Introdução aos Enfoques CTS – Ciência, Tecnologia e Sociedade – na educação e no ensino. Madrid: OEI – Iberciencia e Consejería de Economía, Innovación, Ciencia y Empleo de la Junta de Andalucía. *Documentos de Trabajo de Iberciencia*, 4, 5 – 175.
- Corrêa, M., Silva, G. S. F. & Martins, I. (2018). Codocência e estágio supervisionado: um processo horizontal de formação de professores de ciências. *Revista Tecnê, Episteme y Didaxis*, Número Extraordinário, 1091 – 1097.
- Duarte, N. (2002). A teoria da atividade como uma abordagem para a pesquisa em educação. *Revista Perspectiva*, Florianópolis, 20 (2), 279 - 301.
- Engeström, Y. (2001). Expansive Learning at Work: toward an activity theoretical reconceptualization. *Journal of Education and Work*, 14 (1), 133 – 156.

- Espírito Santo (2011). Petróleo: Herói ou Vilão? SEDU – Secretaria Estadual. *Curso de formação de docentes da área de ciências da natureza (matemática, ciências, química, física e biologia)*, 9, 1 – 40.
- García-Carmona, A. (2022). Improving Preservice Primary Teachers' Understanding of the Nature of Methods of Science Through Reflective Reading of New Articles. *Science & Education*, 2022. <https://doi.org/10.1007/s11191-022-00338-y>
- Gomes, B. C. C. & Zanon, D. A. V. (2019). A educação através da ciência, tecnologia e sociedade (CTS) para os anos iniciais do ensino fundamental: a terra e o universo em foco. *ACTIO, Curitiba*, 4(3), 146 – 164.
- Hunsche, S. & Nicoletti, E. R. (2022). Perspectiva CTS na formação inicial de professores: reflexões acerca de ações pedagógicas. *Caminhos da Educação Matemática em Revista (online)/IFS*, 12 (1), 288 – 302.
- López Cerezo, J. A. (2002). Ciência, Tecnologia e Sociedade: O estado da arte na Europa e nos Estados Unidos. In: Santos, Lucy W. et al. (orgs.) *Ciência, tecnologia e sociedade: O desafio da interação*. Londrina: IAPAR.
- Lüdke, M. & André, M. E. D. A. (2008). *Pesquisa em Educação: Abordagens qualitativas*. São Paulo: EPU, 11a Reimpressão. (Trabalho original publicado em 1986)
- Marsya, R. F., Mudzakir, A. & Khoerunnisa, F. (2020). Investigating pre-service chemistry teachers' view of the nature of science and technology for organic light-emitting diodes learning. *Journal of Physics: Conference Series*, 1521, 042071.
- Pires, E. A. C., Costa, E. P. S. & Moreira, A. L. O. R. (2022). Abordagem CTS no Ensino de Ciências: o que dizem as Publicações Acadêmicas sobre a Formação Inicial Docente para os anos iniciais do Ensino Fundamental. *Investigações em Ensino de Ciências*, 27 (2), 176-196.
- Santos, J. O. C. & Santade, M. S. B. (2012). A teoria da atividade sócio-histórico-cultural: uma proposta para a prática de produção de textos escritos pela argumentação. *Caderno Seminal Digital*, 18 (18), 53 – 63.
- Santos, M., Prudêncio, C. A. V., Silva, M. D., Dias, I. R. & Correia, E. L. P. (2019). A perspectiva CTS na formação inicial de professores de Ciências e Biologia: o que dizem especialistas da área. *Indagatio Didactica*, 11 (2), 401 – 413.
- Silva, E. L. & Menezes, E. M. (2001). *Metodologia da pesquisa e elaboração de dissertação*. 3a ed. ver. atual. Florianópolis: laboratório de Ensino a Distância da UFSC.
- Silva, G. S. F. (2013). *A formação de professores de Física na perspectiva da Teoria da Atividade: análise de uma disciplina de Práticas em Ensino e suas implicações para a codocência*. 327 f. Tese (Doutorado em Ensino de Ciências), Universidade de São Paulo, USP, Instituto de Física, São Paulo, SP.
- Silva, M. C. da, Chacon, M. J. M., Pederneiras, M. M. M. & Lopes, J. E. de G. (2004). Procedimentos Metodológicos para a Elaboração de Projetos de Pesquisa Relacionados a Dissertações de Mestrado em Ciências Contábeis. *Revista Contabilidade & Finanças – USP, São Paulo*, 36, 97 – 104.
- Silva, M. C. (2021). *Codocência e Estágio Curricular Supervisionado: uma abordagem discursiva da articulação entre Universidade e Escola na Formação de professores*. Tese de doutorado, Universidade Federal do Rio de Janeiro, UFRJ, Núcleo de Tecnologia Educacional para a Saúde, NUTES, Rio de Janeiro, RJ.
- Soares, K. A. O., Lopes, W. P., Campos, F. V. & Araújo, H. C. M. P. (2019). CTS NA EDUCAÇÃO: uma análise da produção acadêmica disponível na plataforma scielo 2014 a 2018, *II Congresso Nacional de Ensino de Ciências e Formação de Professores*, 2, 1060 – 1074.
- Souza, P. S. de & Chrispino, A. (2021). A aplicação da técnica da controvérsia controlada para a construção do pensamento crítico sobre as relações CTSA de alunos do ensino médio. *Revista Experiências em Ensino de Ciências*, 16 (2), 164 – 184.
- Tractenberg, L. F. (2011). *Colaboração docente e ensino colaborativo na educação superior em ciências, matemática e saúde – contexto, fundamentos e revisão sistemática*. Tese de doutorado em Educação em Ciências e Saúde, Universidade Federal do Rio de Janeiro, UFRJ, Núcleo de Tecnologia Educacional para a Saúde, NUTES, Rio de Janeiro, RJ.
- Waks, L. (1992) The Responsibility Spiral: A Curriculum Framework for STS Education. *Theory into Practice*, 31 (1), 13 – 19.

**Anexo A:** artigos e vídeos indicados.

Artigos

- 1) As bombas atômicas podem dizimar a humanidade - Hiroshima e Nagasaki, há 70 anos.  
Autor: Okuno Emico.
- 2) Ganhamos a Guerra, não a paz.  
Autora: Leilane Serratine Grubba.

Vídeos

- 1) A História das Bombas Atômicas – Canal Consumidores de CO2.
- 2) Hiroshima – O Dia Seguinte – FULL HD Documentários (natgeotv.com).