



VISÕES DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA ENTRE LICENCIANDOS EM FÍSICA QUANDO UTILIZAM A ROBÓTICA EDUCACIONAL: UM ESTUDO DE CASO

Visions of science and technology between graduate in Physics when using educational robotics: A case study

João Paulo da Silva Santos [jppaulo.dssantos@gmail.com]
*Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE)
Rua Manoel de Medeiros, s/n, Recife - PE, Brasil*

Alexandro Cardoso Tenório [actenorio@gmail.com]
*Departamento de Educação
Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE)
Rua Manoel de Medeiros, s/n, Recife - PE, Brasil*

Michael Lee Sundheimer [mlsundheimer@gmail.com]
*Departamento de Física
Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE)
Rua Manoel de Medeiros, s/n, Recife - PE, Brasil*

Resumo

O presente trabalho teve o objetivo de analisar visões de ciência e tecnologia de licenciandos em Física da Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE), quando utilizam a robótica educacional. As atividades investigativas foram realizadas no Centro de Graduação das Exatas e da Natureza (CEGEN), em uma turma de sétimo período do curso de Licenciatura Plena em Física e contou com a participação de oito estudantes matriculados no sétimo período. Como metodologia para essa investigação foi utilizada a Teoria dos Construtos Pessoais (TCP), mais precisamente o Ciclo da Experiência de Kelly (CEK) composta por cinco etapas: A antecipação, o investimento, o encontro, a confirmação ou refutação e a revisão construtiva. Esse ciclo foi utilizado como ferramenta metodológica com o objetivo de identificar as visões de ciência e tecnologia antes (pré-teste) e após (pós-teste) o contato dos estudantes com a robótica educacional (evento). Foram utilizados como instrumentos de coleta de dados roteiro de entrevistas, gravações das mesmas e materiais elaborados pelos estudantes. Após a análise dos instrumentos de coleta de dados foram identificados os construtos apresentados pelos alunos. De oito estudantes que fizeram parte da pesquisa, sete deles tiveram pelo menos um de seus construtos alterados no fim do ciclo. Logo, houve evolução em pelo menos um dos construtos em 87,5% da amostra. A partir daí no pré-teste, foram apontadas algumas visões de ciência e tecnologia presentes nas falas dos estudantes, apresentando maior indicação, as visões descontextualizadas de ciência e tecnologia. No pós-teste, houve evolução das mesmas e os alunos apresentaram maior tendência para as visões menos tradicionais e mais contemporâneas de ciência e tecnologia.

Palavras-chave: Ciência; Tecnologia; Ciclo de Kelly; Construto; Robótica educacional.

Abstract

This study aimed to analyze visions of science and technology in graduate Physics Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE), using the educational robotics. The investigative activities were carried out in the Exact Graduate Center and Nature (CEGEN) in a class of seventh period of the course Full Degree in Physics and with the participation of eight students. The methodology for this research was used the Theory of Personal Constructs (TCP), the more accurately Kelly Experience Cycle (CEK) consists of five stages: anticipation, investment, meeting, the confirmation or refutation and constructive review. This cycle was used with the methodological tool in order to identify the and technology science views before (pre-test) and after (post-test) the contact of students with educational robotics (event). They were used as script data collection instruments

interviews, the same recordings and materials prepared by the students. After analyzing the data collection instruments were identified constructs presented by students. Eight who students were part of the survey, seven of them had at least one of its constructs changed at the end of the cycle. Therefore, there was an increase in at least one deconstructs in 87.5% of the sample. From there the pre-test, were identified some science and technology visions present in the speech of students, with greater indication, decontextualized views. Post-test, there was a change of the same and the students were more likely to less traditional and more contemporary views science and technology.

Keywords: Science; Technology; Kelly's Cycle; Construct; Educational robotics.

INTRODUÇÃO

Esse trabalho é parte de uma pesquisa de mestrado em ensino das ciências que investigou visões de ciência e tecnologia de licenciandos em Física durante o contato com a robótica educacional. Partimos do pressuposto de que as concepções dos professores sobre ciência e tecnologia podem influenciar sistematicamente as opiniões dos alunos da rede básica de ensino sobre esses dois termos. Assim, torna-se essencial identificar e analisar quais compreensões sobre essas duas vertentes tem os futuros professores, para que reflexões sejam realizadas na formação inicial, levando os graduandos a repensarem o ensino de conhecimentos científicos e tecnológicos nas escolas, de forma contextualizada, interdisciplinar e contemporânea.

Carvalho *et al.* (2010) e Cachapuz *et al.* (2011) identificaram visões de ciência e tecnologia presentes nas falas e práticas pedagógicas de professores da rede básica de ensino. Essas compreensões consolidaram, ao longo dos anos, paradigmas antigos que foram tomando espaço dentro das universidades, das escolas e que são potencialmente fortes no discurso e na prática dos professores. Entre esses paradigmas está a manutenção do sistema de ensino tradicional como pilar da educação científica em aulas de Física.

A formação acadêmica dos professores é um fator decisivo para que paradigmas se tornem ou não presentes em suas práticas pedagógicas. Behrens (2005) aponta que o professor é influenciado pelo paradigma da sua própria formação, o que leva a ações que são inerentes a sua prática, uma vez que a mesma é produto da construção epistemológica do sujeito ao longo de sua formação acadêmica. Com as mudanças que ocorrem no ambiente escolar, a prática pedagógica do professor pode se tornar obsoleta, principalmente quando são considerados os avanços científicos e tecnológicos.

Uma das questões que interferem diretamente nas mudanças que vem ocorrendo é a formação inicial do professor em ciências. Essa formação tem sido fortemente discutida na academia, em especial na pesquisa em ensino de Física, principalmente a investigação dos problemas relativos ao ensino dessa ciência (Nardi, 2004). Entre esses problemas, podemos citar a falta de motivação dos alunos e conseqüentemente o desinteresse pela ciência (Pozo & Crespo, 2009).

A formação inicial em cursos de licenciatura tem exigido um perfil de professor diferenciado, que esteja atento a nova configuração de escola na forma de aprender ciência e tecnologia. Aparatos tecnológicos estão nas mãos de alunos e muitos nem sequer tem a mínima noção do conhecimento científico e tecnológico presente neles. Muitos professores por sua vez, ainda não sabem lidar com essa gama de tecnologia não aproveitando-as em processos de ensino-aprendizagem.

Segundo Behrens (2005) boa parte dos professores carregam fortemente em suas práticas pedagógicas, resquícios da sua formação acadêmica, às vezes bem tradicional. Muitos adquiriram seus graus acadêmicos em um período anterior à consolidação da tecnologia no ambiente escolar, e que, portanto, não tiveram contato direto em sua formação inicial com recursos tecnológicos para fins educacionais tais como: computador, *softwares* simuladores, jogos educacionais, robótica educacional e recursos da *web* que podem potencializar o aprendizado do estudante na escola.

Os problemas apresentados anteriormente têm motivado grupos de pesquisas em Ensino de Física espalhados em diversas universidades do Brasil como GoPEF (Grupo de Pesquisa em Ensino de Física da PUC- SP), LaPEF (Laboratório de Pesquisa e Ensino de Física – USP – SP), GEFIC (Grupo de Pesquisa em Ensino de Física e Contemporaneidades - UFRPE), a desenvolverem pesquisas em nível de mestrado e doutorado em diversas áreas. Entre elas, a formação inicial e continuada de professores de Física da rede básica de ensino e instrumentação para o ensino de Física. Esses grupos buscam alternativas metodológicas

com o intuito de tornar o saber desse campo do conhecimento acessível a todos os cidadãos em um processo de ensino e aprendizagem menos tradicional e mais reflexivo.

Entre alternativas está a robótica educacional, que por apresentar conhecimentos científicos e tecnológicos em sua constituição, tem sido bastante difundida a sua utilização em aulas de Física e Matemática. Miranda (2006); Pio (2006); Castro (2008); Curcio (2008); Frangou (2008); Morelato *et al.* (2010); Pinto (2011); Schivani (2014) e Diniz e Santos (2014), descrevem atividades que foram realizadas com estudantes e que mostram resultados satisfatórios com a utilização dessa ferramenta pedagógica interdisciplinar. Entre esses resultados, estão a maior dedicação dos estudantes na aprendizagem de conceitos da Física e Matemática e o trabalho cooperativo - colaborativo que surge a partir da necessidade de resolver o problema proposto pelo professor. Pensar em conceitos da Física utilizando robótica, pode despertar a curiosidade e consequentemente a motivação dos alunos para aprender ciência, levando-os a refletir sobre os conhecimentos científicos e tecnológicos que são necessários para a montagem dos robôs.

Conforme apresentado inicialmente, os paradigmas que os professores levam para a sala de aula podem ser determinantes em suas práticas pedagógicas. O que os estudantes da rede básica pensam sobre ciência e tecnologia nas aulas de Física poderá em grande parte ter influência desses paradigmas. Por isso, é importante uma boa formação acadêmica dos futuros professores principalmente no que concerne à formação científica e tecnológica.

Assim, para esse trabalho, surge o seguinte problema de pesquisa: Quais visões de ciência e tecnologia têm os licenciandos em Física da UFRPE quando utilizam a robótica educacional? E para respondê-lo foram elencados os seguintes objetivos: Geral - Analisar visões de ciência e tecnologia de licenciandos em Física quando utilizam a robótica educacional, e específicos: Identificar visões de ciência e tecnologia de licenciandos em Física; Analisar em atividades com robótica educacional visões de ciência e tecnologia; Analisar relações entre as visões de ciência e tecnologia identificadas em atividades realizadas com robótica educacional.

A CIÊNCIA CONTEMPORÂNEA NOS ESPAÇOS FORMAIS DE APRENDIZAGEM

A escola básica configurou-se ao longo dos anos apenas como um espaço formal de reprodução científica. No entanto, o perfil de aluno que ela tem absorvido, vem pouco a pouco rompendo esse paradigma conceitual, uma vez que a necessidade cada vez maior de comunicação e disseminação do conhecimento tem exigido mudanças drásticas na formação do estudante, bem como ações concretas que visem demonstrações de maturidade intelectual durante sua trajetória escolar.

Entre as ações, está a participação ativa dos estudantes enquanto cidadãos nas decisões coletivas da sociedade em temas como a poluição e agressões ao meio ambiente, e o uso racional dos recursos naturais com a responsabilidade partilhada na manutenção de um ambiente necessário a sobrevivência humana. Assim, a escola vem contemplando questões emergenciais na formação do estudante, que visam torná-lo um ser pensante e crítico em decisões coletivas.

Apesar das mudanças que vem ocorrendo, não podemos esquecer-nos das resistências que existem entre os professores à introdução das tecnologias educacionais em sala de aula. Isso se deve ao medo que os docentes sentem ao confrontar a realidade com sua formação inicial disciplinar e cartesiana, percebendo assim a fragilidade e a necessidade de atualização.

O cartesianismo tão presente na ciência tradicional foi determinante para o surgimento da escola, principalmente pela necessidade de agregar o conhecimento em diversas disciplinas o que configurou a especialização e a divisão em áreas. Essa ideia recebeu várias críticas ao longo dos anos por apresentar uma distância entre os conhecimentos e principalmente pelo isolamento de diversas áreas de pesquisa. No entanto é importante reconhecer que a especialização do conhecimento foi importante durante um período da história, mas, hoje não responde a necessidade do mundo atual cedendo espaço ao desenvolvimento do estudante no que tange as suas habilidades e competências.

Aos poucos o paradigma cartesiano tem dado lugar ao sistêmico, e por que não dizer, ao complexo nos ambientes de formação. Para exemplificar devemos lembrar que durante a formação dos estudantes na rede básica, as escolas exigiam a repetição de conceitos e regras pré-determinadas. O mesmo modelo era seguido nas universidades, principalmente nos cursos de "ciências exatas" e da natureza. O erro era tratado com punição, mascarando assim o fracasso escolar, e quem não atingisse o mínimo de acertos poderia ser punido com a reprovação.

Hoje, isso tem mudado um pouco nas escolas e universidades, e o erro tem sido visto como uma nova oportunidade de acertar e de corrigir o que não fora aprendido no momento adequado. Além disso, novas técnicas e metodologias de ensino têm sido incorporadas em sala de aula, pelos docentes dos diversos níveis, desenvolvendo e melhorando as competências dos estudantes. Assim, a pluralidade metodológica tem se tornado essencial no desenvolvimento pedagógico não só de estudantes da rede básica, mas também daqueles que serão os futuros professores nas escolas.

Outra característica importante a ser considerada é a possibilidade de problematização. Na escola tradicional, a problematização pode não acontecer devido a vários fatores, entre eles, o fato do currículo ser fixo e normatizado pelos órgãos de ensino, que muitas vezes não permite que o professor possa gerenciar suas aulas sem está atrelado ao conteúdo que tem que ministrar. Pozo e Crespo (2009) definem bem que o problema em questão, não é a repetição exaustiva de exercícios tradicionais, mas a competência que o estudante deve desenvolver para ser capaz de solucionar uma situação, que *a priori*, não dispõe de uma resposta imediata e que estratégias devem ser traçadas para sua resolução.

As características apresentadas anteriormente estão presentes em diversas instituições de ensino e como consequência, a demanda por profissionais aptos para atuar como professores com essa dinâmica tem aumentado em várias escolas. As universidades, através das reformas curriculares nos cursos de licenciatura plena, vêm pouco a pouco adequando seus currículos para atender a expectativa das mudanças exigidas pela sociedade, esperando com elas, uma adequação a realidade e também uma expectativa maior de aprendizagem através da problematização do ensino.

Alinhada a essa discussão, não pode ser esquecido aqui a contribuição da tecnologia, que de certa forma, tem uma função importante no desenvolvimento científico. As grandes descobertas da Física entre elas a Relatividade e a Mecânica Quântica, só foram possíveis devido à produção tecnológica de artefatos que permitiram experiências complexas propostas pela teoria. Sem a tecnologia, possíveis conjecturas, teoremas e leis da natureza não seriam generalizadas e, tampouco, os diversos artefatos tecnológicos que fazem parte do cotidiano da maioria das pessoas talvez não existissem. No próximo item, será discutida a importância da tecnologia nos tempos atuais bem como a sua interação com a educação em ciências.

A TECNOLOGIA DOS PRIMÓRDIOS AOS TEMPOS ATUAIS

A tecnologia, até pouco tempo, era compreendida apenas por ser um produto da ciência. Se atentarmos para a história da humanidade vamos encontrar vestígios de que o homem pré-histórico fez uso de técnicas para melhorar sua qualidade de vida e mesmo sem relacioná-las com qualquer conhecimento científico produziu materiais que, progressivamente, foram transformados em objetos para as suas necessidades (Veraszto, *et al.* 2008). Dessa forma a tecnologia faz parte do desenvolvimento humano, muito antes de qualquer possibilidade de relacioná-la às práticas orientadas pelo conhecimento científico. Quando o homem pré-histórico desenvolveu ferramentas para a caça e o cultivo, a tecnologia já estava presente mesmo inconscientemente.

Na idade da pedra lascada talvez essa atribuição de utilização da tecnologia não fosse tão evidente, bem diferente da idade da pedra polida onde o homem pré-histórico produziu de forma inteligente artefatos para melhorar a qualidade de vida da coletividade. Logo, a relação entre o homem e o instrumento produzido, é evidente por questão notável de sobrevivência, de forma que um não existe sem o outro, mantendo uma relação de completude. Veraszto *et al.* (2008) aponta ainda, outros elementos importantes que contribuíram nesse momento histórico do homem, que foi a descoberta e a manipulação do fogo, além da criação da linguagem. Para ele, esses elementos podem ser considerados tecnologias, uma vez que o homem dotado de Inteligência para a sua sobrevivência cria e manipula a linguagem facilitando assim a organização do seu espaço coletivo.

Anos mais tarde, a humanidade progride em um ritmo acelerado, alinhando agora conhecimentos científicos a tecnologia. A revolução industrial do século XIX mostrou claramente o potencial que o homem desenvolveu em tecnologia, rompendo com um período onde a manufatura era o pilar do desenvolvimento e progresso da humanidade, dando espaço a outro período, o industrial. Sem dúvida, o conhecimento tecnológico pôs a humanidade em um novo ritmo de desenvolvimento e abriu espaço para que a ciência e tecnologia fossem as portas para o progresso econômico e social.

Do início do século XX, até hoje, diversos progressos foram alcançados em um ritmo nunca visto antes no campo da Física, da Engenharia, da Medicina etc. Em um processo interdisciplinar e por que não

dizer transdisciplinar, ciência e tecnologia se complementam e resultam em conhecimentos que visam unir todos os cantos da Terra em tempo real. As informações viajam em frações de segundo, encurtando grandes distâncias e permitindo um maior grau de resolução de problemas. Mesmo com todo o progresso alcançado ao longo dos anos, ciência e tecnologia se confundem a ponto de criar-se o paradigma de que só existe tecnologia se houver ciência. Essa imagem convencional decorre da produção industrial que cria constantemente materiais e artefatos tecnológicos úteis à coletividade, utilizando-se da Física, Química e engenharia para sua criação.

Nessa limitação de conceito, é possível perceber duas ideias básicas para a consideração habitual de tecnologia. A primeira assume a tecnologia dependente totalmente da ciência, como se a primeira não existisse sem a segunda. A outra ideia assume tecnologia como sendo apenas um conhecimento utilizado industrialmente no fabrico de materiais.

Na visão tradicional a técnica e tecnologia também se confundem. Sannmartín (1990) cita que a técnica pode ser compreendida como um conjunto de procedimentos e habilidades necessários para a realização de uma determinada tarefa, sem ater-se a existência do conhecimento científico. Enquanto o termo tecnologia seria utilizado para fazer menção aos sistemas desenvolvidos, utilizando-se do conhecimento científico.

Quando se observa a relação entre ciência e tecnologia, percebe-se que as duas vertentes se confundem, gerando compreensões errôneas. Uma delas afirma que ciência e tecnologia são sinônimos, enquanto outra acredita que a ciência seria redutível a tecnologia e vice-versa. Ainda existem aqueles que acreditam que as duas são independentes.

O pensamento amplamente aceito na academia enxerga tecnologia como ciência aplicada. Essa visão pode ser compreendida, quando se analisa as políticas públicas que dão maior ênfase a ciência e aos avanços que ocorrem em diversos ramos do conhecimento, como se fossem tecnologias criadas pelo conhecimento científico. Essas ideias têm suas raízes no positivismo, corrente filosófica onde o conhecimento científico é concebido como leis que explicariam de forma racional e satisfatória o mundo natural. Nele, percebe-se que o conhecimento é progressivo e cumulativo, sendo essa, uma das visões distorcidas de ciência e tecnologia que será tratada mais adiante.

Assim é importante que os sujeitos envolvidos no processo de ensino e aprendizagem vejam a ciência e a tecnologia pela ótica contemporânea onde os conhecimentos conduzam os aprendentes a uma consciência crítica fundamentada não apenas na experiência, mas na reflexão. Isso equivale a dizer, que é importante que a escola estimule em seus alunos a possibilidade de discussão sobre quais os benefícios e os malefícios que toda essa gama de informações proporciona a cada cidadão (Cachapuz, et al. 2011).

A pluridimensionalidade assumida por esses dois conceitos, em uma visão complexa, leva-nos a perceber que as relações entre ciência e tecnologia não são tão triviais, pois pensar nelas implica em uma análise da importância das mesmas na sociedade. Assim a ciência e a tecnologia estabelecem hoje uma relação muito íntima com a sociedade que as produziu, não cabendo, portanto, uma separação dos dois conceitos através de um reducionismo de uma a outra.

Dessa forma, apontar visões de ciência e tecnologia na contemporaneidade, implica na percepção das dimensões desses dois conceitos de forma a compreendê-los holisticamente, necessitando assim de uma inserção social e ao mesmo tempo reconhecer os valores históricos construídos ao longo do tempo que constituíram as duas.

POSSÍVEIS VISÕES DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA

Durante um bom tempo ciência e tecnologia foram apresentadas na academia e no ambiente escolar de forma bem fragmentadas gerando uma compreensão não holística, apenas reducionista de seus conceitos. Essas concepções ainda permanecem fortes na estrutura curricular das escolas, e colaboram para a existência de uma visão, por vezes equivocada, do que vem a ser ciência e tecnologia e sua relação com o mundo.

Pérez *et al.* (2001) e Cachapuz *et al.* (2011), apontam que as possíveis visões deformadas de ciência e tecnologia são frutos de preconceitos concebidos durante o desenvolvimento do conhecimento. Elas fragmentam e reduzem completamente em si, as mesmas ideias do que é ciência e tecnologia, ignorando as possíveis relações com o meio ambiente e a sociedade.

Entre essas visões, destacam-se:

- a) Descontextualizada: Caracterizada pela ausência de elementos sociais na ciência e tecnologia, bem como as relações estabelecidas entre elas. Entende-se tecnologia como mera aplicação dos conhecimentos científicos;
- b) Empirista e atórica: Desprezam-se as possíveis relações entre a experimentação e observação imersos em um contexto social. O papel das hipóteses é esquecido nessa visão;
- c) Rígida: A ciência e a tecnologia são produzidas a partir de um método rigoroso de testes sequencialmente pré-estabelecidos pelo pesquisador;
- c) Aproblemática e aistórica: São desprezadas as relações sociais na qual aquele conhecimento foi produzido, ou seja, esquecem-se os problemas que deram origem as pesquisas e os processos de investigação.
- d) Exclusivamente analítica: São esquecidas as relações entre o conhecimento produzido com as fronteiras que existem, impedindo, portanto, uma compreensão holística do fenômeno em observação;
- e) Visão acumulativa linear: Concebe o conhecimento linear, sem levar em consideração as crises existentes e as principais discussões no contexto histórico, que permitiram ou não a aceitação de modelos;
- f) Visão individualista, “velada”, elitista: A ciência e a tecnologia aparecem apenas como obra de gênios isolados em laboratórios. São esquecidos outros segmentos da sociedade que produzem conhecimentos. A figura do pesquisador (sexo masculino) é forte nessa visão.

ROBÓTICA EDUCACIONAL NO ENSINO DE FÍSICA

A pesquisa em ensino de Física vem aumentando nesses últimos vinte anos. Pesquisadores apontam problemas na formação inicial e continuada do professor, na prática docente, nos processos de significados da Física para os estudantes e de políticas públicas que causam um distanciamento entre a Física e os aprendentes no processo de aprendizagem.

A Física tornou-se uma disciplina mal compreendida por estudantes da rede básica devido às distorções que foram realizadas ao longo da história do ensino, que consolidaram paradigmas que não privilegiaram uma formação crítica que permitisse despertar a curiosidade dos alunos em aprender conceitos físicos imersos em seu contexto. Tais paradigmas refletem um problema maior, que podem apontar falhas na formação inicial de professores (Rezende & Ostermann, 2005). Dessa forma, o ensino de Física em diversos lugares do Brasil, passou a privilegiar a abordagem conteudista em detrimento do ensino proposto por investigação (Carvalho, 2010).

Um dos fatores que contribuiu de forma significativa para o distanciamento entre um ensino teórico aliado a prática, foi à ausência de laboratórios em várias escolas espalhadas pelo Brasil que mobilizassem a investigação, culminando em uma prática docente conteudista fundamentada no conhecimento teórico do professor e do livro didático.

Carvalho *et al.* (2010); Carvalho e Pérez (2011); Cachapuz *et al.* (2011) têm mostrado que é possível superar o senso comum pedagógico, caracterizado pela prevalência de paradigmas consolidados há anos no ambiente escolar que privilegiam apenas a memorização de conteúdo, sem uma ação reflexiva para a resolução de problemas cotidianos (Delizoicov, Angotti, & Pernambuco, 2002). Entre as mudanças necessárias, destaca-se a reorientação epistemológica do professor, o que não é fácil de acontecer, pois requer a quebra de paradigmas e como consequência, a utilização de novas metodologias que conduzam a práticas inovadoras.

Entre as práticas inovadoras que visam à superação do senso comum pedagógico, está a utilização da robótica educacional como ferramenta metodológica para a ação concreta no mundo através de um processo colaborativo que vai além dos muros da escola, e também a corresponsabilidade dos participantes no desenvolvimento do processo de ensino e aprendizagem.

A robótica educacional foi introduzida na educação há quatro décadas a partir das pesquisas realizadas pelo matemático Seymour Papert (Curcio, 2008). Durante anos, Papert investigou de que forma o uso de computadores, que por sinal eram muito limitados na época, poderiam contribuir para o aprendizado de crianças. No entanto, a sua popularização fora da educação remonta a década de 50 através de Isaac Asimov em seu livro intitulado “*I, Robot*”, “*Eu Robô*” (Martins, 2006). Após a Segunda Guerra Mundial diversos países investiram em tecnologias robóticas na tentativa de superar as dificuldades econômicas, fomentando políticas voltadas para o desenvolvimento científico e tecnológico.

Em 1967, após diversas pesquisas, Papert compôs a base de uma teoria que chamou de construcionismo. Utilizou-se do construtivismo cognitivo de Jean Piaget para fundamentar o processo de construção do conhecimento a partir da utilização do computador (exploração de um *software*). O construcionismo recebeu no campo da tecnologia um sistema de códigos voltados à comunicação com os modelos computacionais (linguagem LOGO), que oferecia de forma simples o fazer.

Em seguida, a robótica passou a fazer parte da vida da população em indústrias e em centros de pesquisas, como meio tecnológico para acelerar a produção. Na pesquisa aeroespacial, não são poucos os artefatos robóticos utilizados com fins científicos para explorar o universo com a produção de telescópios e robôs não tripulados.

No ensino de Física, a robótica tem se tornado um meio importante para a construção de competências necessárias ao estudante do ensino médio. Vários locais do Brasil, já a utilizam em suas escolas nas aulas de disciplinas como Física e Matemática. O estado de Pernambuco, no Brasil, adotou em 2012, um total 2.646 *kits* de robótica LEGO *mindstorms nxt*, para 226 escolas da rede estadual, contemplando 84 mil estudantes. (Assessoria de Comunicação - secretaria de educação de Pernambuco, 2014). Nas escolas da rede pública estadual, alguns professores de Física e Matemática, participaram de uma formação continuada para discutir teorias e práticas na utilização da robótica em sala de aula. Apesar da medida adotada pelo governo, vários problemas surgiram com essa política. Entre eles, destacam-se: 1) Ausência de *kits* de robótica em toda rede (apenas as de referência em tempo integral foram contempladas); 2) formação continuada insuficiente para aqueles que receberam os *kits*; 3) não adesão de vários professores da rede; 4) Falta de manutenção nos *kits* recebidos pelas escolas, o que fez alguns professores desistirem de utilizá-los.

Apesar de todos os problemas relatados anteriormente, a dimensão que esse processo de introdução da robótica tomou em ambientes de aprendizagem, tem levado a publicação de diversos trabalhos científicos. Entre eles, Schivani (2014) mostra os resultados de análises de sequências didáticas aplicadas a estudantes do ensino médio em uma escola pública, utilizando a Teoria Antropológica do Didático (TAD) como referência. No trabalho, ele faz uma análise praxeológica e entre os resultados, destacam-se os limites e as possibilidades no uso de atividades com robótica que necessitam de conhecimentos de conceitos da Física. Também, o trabalho de Rabelo (2016), aponta melhorias significativas na compreensão de conceitos da Física Newtoniana quando se utiliza sequências didáticas com a robótica educacional.

A inserção da robótica educacional na escola pode potencializar a aprendizagem de conceitos científicos e tecnológicos, uma vez que a construção do protótipo envolve conhecimentos que serão necessários no momento do planejamento das atividades. De acordo com Frangou *et al.* (2008, tradução livre), a utilização do *kit* de robótica desenvolvido pela LEGO *zoom* é um recurso interessante para ser utilizado em atividades que necessitam identificar ou testar leis que explicam fenômenos naturais, ou mesmo para fazer levantamentos estatísticos utilizando gráficos e demais informações sobre um experimento.

Nas pesquisas citadas anteriormente, as atividades com a robótica educacional têm se mostrado satisfatória em sala de aula, potencializando diversas competências necessárias ao estudante do ensino fundamental e médio. Entre essas competências estão o trabalho em equipe, as relações interpessoais, a capacidade argumentativa e a problematização, além do desenvolvimento de pequenas pesquisas. Os objetivos de realizar atividades com robótica educacional vão mais além da montagem dos robôs, pois, espera-se despertar entre os estudantes o trabalho de cooperação, a tomada de decisão, a análise dos procedimentos a serem seguidos na montagem dos robôs de acordo com o problema proposto, seja pelo professor, ou pelos estudantes em todas as etapas de elaboração do protótipo.

CARACTERIZAÇÃO DO CENÁRIO E DOS SUJEITOS PARTICIPANTES DA PESQUISA

A pesquisa que originou esse artigo foi realizada na cidade do Recife, Estado de Pernambuco, mais precisamente nas dependências do Centro de Graduação das Exatas e da Natureza (CEGEN) na Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE), localizado no bairro de Dois Irmãos. Esse prédio congrega os departamentos de Física e Matemática, que são responsáveis pelos cursos de Licenciatura Plena em Física e Matemática, os programas de Pós-graduação em Física Aplicada (mestrado acadêmico), o Mestrado Profissional em Matemática em Rede Nacional (PROFMAT) e o Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física (MNPEF) além de diversos grupos de pesquisas.

Através do Departamento de Matemática, o pesquisador teve acesso ao Laboratório Interdisciplinar de Formação de Educadores (LIFE), criado por intermédio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES). O laboratório constitui espaço de uso comum das licenciaturas nas dependências

da UFRPE, promovendo a interação entre diferentes cursos de formação de professores, de modo a incentivar o desenvolvimento de metodologias voltadas para a inovação das práticas pedagógicas; a elaboração de materiais didáticos de caráter interdisciplinar; o uso de tecnologias da informação e comunicação (TIC's) e a articulação entre os programas da Capes relacionados à educação básica.

O laboratório supracitado adquiriu *kits* de robótica educacional LEGO Ev3 *mindstorms*, com o objetivo de disseminar a prática de atividades de robótica entre licenciandos das mais diversas áreas. Esses *kits* básicos são utilizados por estudantes de graduação em Física, Matemática e Computação, em atividades do Programa Institucional de Bolsas de Iniciação à Docência (PIBID) e alunos do Programa de Educação Tutorial (PET), que desenvolvem trabalhos em escolas públicas municipais e estaduais, em Recife e no interior de Pernambuco.

As atividades dessa pesquisa foram realizadas durante o estágio em docência, no qual o pesquisador cursou a disciplina de Estágio em Docência em Ensino de Ciências I oferecida pelo Programa de Pós-graduação em Ensino das Ciências (PPGEC), em uma turma de sétimo período do curso de Licenciatura Plena em Física. Os estudantes estavam cursando a disciplina de Prática do Ensino da Física I, no segundo semestre de 2015, e conseqüentemente foi uma ótima oportunidade para refletir sobre novas técnicas e métodos de ensino na área da Física.

O pesquisador estabeleceu um contato direto com estudantes e em comum acordo com o professor da disciplina supracitada, elaborou um plano de estágio em docência que contemplasse os temas relacionados a ciência, tecnologia e robótica educacional. Foi apresentado para os estudantes um plano de estágio em docência, bem como o convite para participar da pesquisa. Todos os presentes concordaram em contribuir com a mesma.

Assim, dessa pesquisa participaram oito estudantes (faixa etária varia de vinte e dois a quarenta e cinco anos) do curso de Licenciatura Plena em Física, matriculados no sétimo período. Desses, dois atuam em escolas da rede particular do Recife em turmas de ensino fundamental. Foram propostos oito encontros compostos por dezoito aulas (uma hora cada), o que totalizou dezoito horas de atividades no LIFE. Desses encontros participaram também o professor da disciplina de Prática de Ensino da Física I, um professor do Departamento de Educação (Métodos e técnicas de Ensino) e um aluno colaborador do décimo período do curso de Licenciatura Plena em Física da instituição.

A turma de alunos supracitada foi escolhida para a pesquisa, seguindo o seguinte critério: Todos os estudantes participantes deveriam ter conhecimento básico em linguagem de programação. Para que esse critério fosse atendido, o pesquisador obteve essa informação junto ao professor da disciplina que averiguou se os mesmos haviam cursado no quinto período, uma disciplina básica da área de informática (disciplina denominada de Introdução à computação), que contempla em sua ementa conceitos iniciais em linguagem algorítmica.

Também foi realizada uma sondagem nessa turma, para saber se os estudantes têm ou tiveram contato direto com a robótica educacional. Assim, sete de um total de oito, não haviam ainda realizado qualquer atividade que tivesse relação com práticas em sala que utilizassem a robótica. Apenas um aluno já havia tido contato com a plataforma de prototipagem Arduino em atividades do PIBID da universidade.

Logo, essas informações permitiram que o pesquisador elaborasse um plano de ensino. Nesse plano, as atividades foram estruturadas seguindo o Ciclo da Experiência de Kelly (CEK) levando os estudantes a vivenciarem um novo evento que até então, a maioria deles, não tinham explorado a tecnologia educacional no contexto de sua formação acadêmica.

METODOLOGIA

A metodologia proposta para o estudo de caso em questão foi organizada em várias etapas, que teve como objetivo observar possíveis mudanças nos construtos relativos às ideias de ciência e tecnologia de licenciandos em Física. O construto deve ser compreendido aqui como uma hipótese, que normalmente todos nós elaboramos para explicar os eventos da vida. Para Kelly (1963) eles são dicotômicos, ou seja, apresentam dois polos, exemplo: alto e baixo; quente e frio.

Para esse estudo, foi utilizado o Ciclo da Experiência de George Kelly (CEK), por caracterizar bem as mudanças ocorridas nos construtos das pessoas. Kelly (1963) afirma que, a capacidade de ressignificar a própria vida a partir da Experiência, caracteriza o Alternativismo Construtivo, ou seja, a ideia das diferentes

representações do mundo real mediante contato com o evento. Ferreira (2003); Rocha (2005); Rocha (2006) e Lima (2008), apontaram em seus trabalhos resultados positivos em suas pesquisas mediante a inserção do CEK. Assim, partimos da hipótese de que é possível haver mudanças nos construtos que o sujeito construiu ao longo de sua vida, mediante contato com o evento.

Na tentativa de confirmar ou refutar hipóteses, as pessoas adequam seus comportamentos mediados pelos construtos e avaliam os efeitos. Kelly (1963) afirma que, todas as pessoas são capazes de interpretar comportamentos e eventos e utilizar essa compreensão para orientar o seu comportamento e prever os de outras. Elas percebem o meio em que vivem e organizam o seu mundo de experiências da mesma forma como fazem os cientistas, ou seja, formulando hipóteses sobre o meio que o cerca e testando-as a luz da realidade, confirmando-as ou não. Caso o seu construto não seja validado, considerando que para Kelly eles não são fixos em contato com situações novas, os mesmos deverão ser revistos e até modificados. Essa adaptação chamada de alternativismo construtivo lembra que todas as pessoas são controladas por construtos, e por isso, eles podem ser substituídos por outros alternativos.

O CEK é composto de cinco etapas conforme figura 1:



Figura 1. Ciclo da Experiência de Kelly (CEK)

Fonte: Cloninger, 1999, p.427.

Segundo Barros e Bastos (2007), a antecipação é o momento em que o indivíduo recebe o convite para participar de um determinado evento, onde é motivado a explicitar suas réplicas e concepções sobre algum conhecimento. Elas são trazidas pelas pessoas através dos construtos adquiridos na interação com a sociedade que o cerca.

Nessa pesquisa, procuramos identificar quais visões de ciência e tecnologia apresentavam os alunos no momento de aplicação do CEK. Foram realizadas duas entrevistas com perguntas previamente estabelecidas conforme apêndices A e B, que tinham o objetivo de obter as impressões dos estudantes sobre ciência e tecnologia. As perguntas foram elaboradas tomando o cuidado metodológico para não influenciar nas respostas dos discentes. Bauer e Gaskell (2007) lembram que o uso da entrevista, se dá no tipo de pesquisa em que se pretende conhecer de forma detalhada os sujeitos envolvidos no processo em estudo. É uma forma de descrever, de desenvolver conceitualmente e de testar conceitos. As perguntas elaboradas consolidaram o que chamamos de pré-teste, e serviram de base para uma entrevista realizada com todos os participantes.

Essas entrevistas foram realizadas no segundo encontro de forma individual, e tiveram como objetivo descobrir quais os construtos relativos à ciência e tecnologia tinham os licenciandos em Física naquele momento. Esses construtos permitiram que enquadrássemos as informações obtidas em dois polos opostos com o objetivo de categorizá-los. Esses polos dicotômicos foram nomeados de ciência e tecnologia convencionais e ciência e tecnologia contemporâneas.

O investimento é a segunda etapa do ciclo e acontece quando o indivíduo é preparado para interagir no evento de forma ativa, ou seja, é o momento de melhorar as construções de suas réplicas pelo contato com novos elementos referente ao conhecimento antes antecipado. Assim, o indivíduo será posicionado em situações onde poderá refletir sobre seus construtos iniciais. Na pesquisa, os alunos realizaram leituras de periódicos que abordam o ensino científico e tecnológico por investigação, a resolução e problemas e a importância do laboratório aberto. Essa etapa constou basicamente de três fases:

- a) Discutir a importância da problematização e do laboratório escolar aberto no ensino de Física;
- b) Apresentar a robótica educacional dentro do contexto histórico-social, bem como os limites e possibilidades da sua utilização no ambiente escolar;
- c) Entrevista com os estudantes de acordo com as perguntas do apêndice C.

O encontro é a terceira etapa do CEK. É o momento em que o indivíduo realizará as atividades propostas pelo pesquisador encontrando-se com o evento que antecipou. Nessa etapa são preparadas atividades, que objetivam colocar o estudante frente a frente com situações de conflito, que visam testar se seus construtos continuam ou não válidos. Os estudantes foram postos em contato com a robótica educacional, onde em grupos, planejaram e programaram robôs com a intenção de aplicá-los em uma aula de Física que ficasse evidente os conhecimentos científicos e tecnológicos presentes neles.

Essa etapa foi dividida em três fases: a), b) e c) (apêndice D) com o objetivo de preparar os estudantes para as atividades práticas que seriam realizadas ao longo dos encontros. A seguir será descrita cada fase bem como os objetivos das mesmas:

a) Essa fase foi iniciada a partir de uma explanação do contexto histórico e social em que surge a robótica e os caminhos percorridos até chegar à educação. Para isso foi realizada uma apresentação com recursos de mídia (computador e *datashow*), com o objetivo de apresentar para os estudantes a presença da robótica em atividades cotidianas;

b) Composta por dois encontros, apresentamos alguns robôs montados e programados para realizar determinada tarefa. Os licenciandos tiveram contato com o manual didático pedagógico da LEGO e os manuais de montagem dos *kits* de Robótica LEGO Ev3;

c) Os estudantes foram divididos em três grupos e conheceram a *interface* da LEGO, bem como a realização de pequenos programas. Cada grupo teve que montar um robô pensando nas possibilidades de utilizá-lo em aulas de Física e após a construção do protótipo, elaboraram a programação seguida de uma culminância com apresentação das atividades. Durante a programação foram utilizados manuais de instruções com os principais comandos, além de discussões entre estudantes e pesquisador.

A quarta etapa chamada de confirmação ou desconfirmação é caracterizada por gerar um conflito cognitivo, que levará o indivíduo a validar ou não seus construtos mediante a experimentação. Essa etapa aconteceu no nono encontro e foi caracterizada pela retomada das perguntas iniciais da pesquisa. A ideia principal foi perceber se as hipóteses iniciais antecipadas pelos estudantes se mantiveram ou foram refutadas. Para isso, aconteceu uma nova entrevista (ver apêndice E) individual com os estudantes e o pesquisador solicitou que todos falassem sobre suas ideias de ciência e tecnologia.

A quinta e última etapa chamada de revisão construtiva, é caracterizada por uma revisão dos construtos relativos ao evento vivenciado. O indivíduo pode manter suas réplicas ou substituí-las por outras que caracterizam melhor o evento. Nessa etapa, houve a apresentação das atividades dos estudantes e a avaliação final dos encontros. Assim, foi possível perceber se houve ou não revisão construtiva através da fala dos alunos durante uma entrevista (ver apêndice F) e elaboração e apresentação das atividades propostas para o ensino médio de uma escola pública.

RESULTADOS

A seguir, serão apresentados os resultados da pesquisa que indicam as visões dos licenciandos em Física no pré-teste e no pós-teste durante o CEK. Cada quadro representa os recortes das falas dos estudantes que participaram dos encontros e foram construídos a partir das entrevistas (ver apêndices) durante as etapas do ciclo (cinco etapas).

Inicialmente o pesquisador entrevistou os estudantes com a finalidade de compreender quais construtos relativos à ciência e tecnologia emergiria de suas falas. Cada um deles, a partir da pergunta inicial da entrevista, pôde expressar suas ideias e logo após, foi realizada uma transcrição utilizando os programas Audacity versão 2.1 e Camtasia versão 8. Os mesmos serviram para melhorar a qualidade do áudio de forma a permitir a identificação dos participantes bem como as suas falas. Cada estudante antes de responder às perguntas, proferiu o seu nome em voz alta que tinha por objetivo identificá-lo durante a transcrição.

Após a análise das respostas dos estudantes na 1ª etapa do CEK (Antecipação), foram elencadas duas categorias maiores: Uma que tem a ciência e tecnologia em uma dimensão tradicional e outra, de ciência

e tecnologia em uma dimensão contemporânea (quadro 1). Pôde-se então dentro dessas duas dimensões, elencar os construtos que foram identificados inicialmente na fala dos estudantes, bem como na mesma linha, o construto oposto ao antecipado pelos licenciandos.

É importante salientar que o construto oposto foi escrito após a identificação dos construtos iniciais, lembrando que para Kelly (1963) eles são dicotômicos e, portanto, existirá um construto oposto a ele. Dessa forma optamos por identificar os construtos antecipados pela letra “A” e o oposto a cada um deles pela letra “B” para facilitar a compreensão do leitor. Assim, o que pretendemos fazer aqui é observar se houve mudança em um determinado construto, ou se o mesmo se manteve firme no fim do CEK.

Quadro 1 – Construtos antecipados.

Ciência e tecnologia tradicionais ¹		Ciência e tecnologia contemporâneas ²	
1A	A tecnologia reduzida à ciência. A tecnologia procede da ciência ou vice-versa.	1B	A tecnologia como um conhecimento que pode ser aliado da ciência.
2A	Só quem produz ciência são os cientistas.	2B	A ciência é produto da construção histórica e social.
3A	Ciência como um conhecimento disciplinar (área de investigação).	3B	Ciência como um conhecimento amplo (não disciplinar).
4A	Educação científica e tecnológica como meio de produção.	4B	Educação científica e tecnológica na compreensão de mundo.
5A	Ênfase apenas na técnica como produtora de conhecimento científico.	5B	Reconhece a técnica e o conhecimento científico na construção do conhecimento.
6A	A escola apenas reproduz ciência e tecnologia produzidos por outros.	6B	A escola produz ciência e tecnologia.

O pesquisador solicitou que os estudantes justificassem as respostas dadas nas entrevistas (ver roteiros nos apêndices) e após as transcrições, foram selecionados trechos que acreditamos apontar visões de ciência e tecnologia. Nos quadros seguintes, serão apresentadas as falas dos estudantes no pré e no pós-teste identificando-os da seguinte forma: estudante 1, estudante 2 e assim por diante. Os comentários serão expostos fazendo a ponte com as visões de ciência e tecnologia descritas na literatura.

Quadro 2 – Trechos da fala do estudante 1.

Estudante 1	
pré-teste	pós-teste
<p><i>Trecho 1:</i> “A ciência está em todo lugar e a tecnologia também. Ambas estão presentes na escola através dos celulares, computadores que os alunos utilizam sem saber os conceitos científicos e tecnológicos presentes neles [...]” (oc)³.</p> <p><i>Trecho 2:</i> “Hoje a aula que o professor dá é a mesma aula de quarenta anos atrás [...]” (oc)</p> <p><i>Trecho 3:</i> “[...] A tecnologia está na escola e serve para compreensão dos conceitos científicos [...]” (oc).</p>	<p><i>Trecho 1:</i> “[...] É importante que os alunos, sejam eles da escola ou da universidade, visualizem os problemas que eles estudam na Física através de instrumentos como a robótica [...]” (oc).</p> <p><i>Trecho 2:</i> “[...] A ciência serve para melhorar os conhecimentos tecnológicos [...]” (oc).</p> <p><i>Trecho 3:</i> “[...] Tecnologia é patente, ciência é patente! Se vende ciência e tecnologia [...]” (oc)</p> <p><i>Trecho 4:</i> “[...] Os modelos comerciais de ciência e tecnologia não deixam tão claro o conceito de tecnologia para que se produza mais ciência visando o desenvolvimento humano, não é só o aspecto econômico” (oc).</p>

Pré-teste: Fazendo a análise das respostas dadas pelo estudante 1, pode-se concluir que ele expressa suas ideias sobre ciência e tecnologia e percebe a utilização desses dois termos no dia a dia. Acredita que a escola atual não está adequada para receber estudantes que utilizam a tecnologia por não ter se adaptado a contemporaneidade. Isso fica claro em sua fala no 2º trecho.

No 3º trecho é possível identificar que o estudante compreende que a tecnologia se reduz apenas a utilização de aparatos tecnológicos. Enfatiza que os alunos da rede básica de ensino, utilizam aparelhos

¹ Construtos antecipados no início do CEK

² Construtos opostos

³ (OC)= conforme original.

celulares, computadores etc., sem ao menos atentarem para os conceitos científicos e tecnológicos presentes neles (trecho 1).

A partir de suas afirmações, o estudante 1 se enquadra melhor no polo ciência e tecnologia tradicionais. Em sua fala, percebe-se a sua credibilidade nas ideias de redução da tecnologia a ciência, considerando apenas uma como produto da outra. Logo, os construtos identificados permitiram enquadrá-lo em (1A- A tecnologia reduzida à ciência e tecnologia procede da ciência ou vice-versa; 5A- Ênfase apenas na técnica como produtora de conhecimento científico).

Pós-teste: O estudante percebe a ciência e tecnologia como dois termos que podem contribuir para o aprendizado do aluno da rede básica e superior de ensino (trecho 1). Também cita as duas, como um meio de produção (trecho 3), o que não foi explicitado no início do CEK.

Fica claro em sua fala o paradigma da redução da ciência a tecnologia, afirmando que uma existe a partir da consolidação da outra (trechos 2 e 4). O mesmo estudante apresentou em relação à primeira etapa, uma leve mudança que indica que houve substituição do construto 5A (ênfase apenas na técnica como produtora de conhecimento científico), pelo construto 5B (Reconhece a técnica e o conhecimento científico na construção do conhecimento). No entanto, em relação ao construto 1A (A tecnologia reduzida à ciência e tecnologia procede da ciência ou vice-versa), não houve mudança.

Quadro 3 – Trechos da fala do estudante 2.

Estudante 2	
pré-teste	pós-teste
<p><i>Trecho 1:</i> “Olhando pela parte tecnológica como o colega falou (referindo-se ao estudante 1), temos a tecnologia, mas os professores não estão preparados para usar isso dentro da escola [...]”. (oc)</p> <p><i>Trecho 2:</i> “Hoje não existe desculpas para não usar a tecnologia, o que falta é saber usar [...]”.(oc)</p> <p><i>Trecho 3:</i> “A ciência tem sua fonte hoje na escola. A ciência produz tecnologia. Sem os conhecimentos da ciência não tem tecnologia. A tecnologia é a ciência aplicada[...]”.(oc)</p>	<p><i>Trecho 1:</i> “[...] A tecnologia vem da ciência. E a ciência se aprimora cada vez mais, por causa da tecnologia. Mas, no ensino médio, o que é mais barato, aplicar a ciência ou aplicar a tecnologia? [...] A ciência é mais barata do que a tecnologia [...]” (oc).</p> <p><i>Trecho 2:</i> “Os estudantes na atividade usarão a tecnologia para explicar a ciência [...]”(oc).</p>

Pré-teste: O estudante 2, demonstra a sua compreensão sobre ciência e tecnologia (trecho 3), onde fica claro que reconhece a importância desses dois termos na sociedade. Concebe a escola como o cerne da ciência e tecnologia, e aponta as dificuldades que os professores encontram em alinhar as duas, principalmente na utilização de aparatos tecnológicos para ministrar suas aulas (trechos 1 e 2).

Fica evidente em sua fala, que o mesmo apresenta um perfil de estudante que acredita que a tecnologia é fruto apenas do conhecimento científico, reduzindo a tecnologia a ciência, acreditando que ela está presente apenas em aparatos tecnológicos. Logo, de acordo com sua fala, o estudante apresentou no início do CEK, construtos (1A- A tecnologia reduzida à ciência e tecnologia procede da ciência ou vice-versa; 5A- Ênfase apenas na técnica como produtora de conhecimento científico).

Pós-teste: Fica claro que o referido estudante, não mudou em relação aos construtos iniciais. Ele manteve-se com as mesmas ideias no início do ciclo (trechos 1 e 2). A ciência é vista pelo estudante 2 como alicerce da tecnologia colaborando para o seu crescimento, configurando a redução de uma em relação à outra. Logo, os construtos mencionados inicialmente (1A-tecnologia reduzida a ciência ou vice-versa) e (5A-ênfase maior na tecnologia como produtora do conhecimento) mantiveram-se constantes no fim do ciclo.

Quadro 4– Trechos da fala do estudante 3.

Estudante 3	
pré-teste	pós-teste
<p><i>Trecho 1:</i> “ Hoje existe uma cobrança dos alunos para com os professores e também existe a necessidade de qualificação dos professores para usar tecnologias dentro da sala de aula, para fazer com que os alunos acessem os conhecimentos da ciência [...]”. (oc)</p> <p><i>Trecho 2:</i> “ A ciência e a tecnologia são importantes na sala de aula. O que se vê hoje são professores que precisam de formação e alunos querendo usar as tecnologias na sala de aula. Os professores não sabem utilizá-la e quando utilizam, não fazem pensando em melhorar a compreensão do aluno [...]”. (oc)</p> <p><i>Trecho 3:</i> “A tecnologia é a ciência aplicada como falou o colega. (refere-se ao estudante 2) [...]”.</p>	<p><i>Trecho 1:</i> “[...] Ciência e tecnologia são coisas diferentes, embora a ciência sempre esteja trabalhando em prol da tecnologia. O que não atrela o surgimento da tecnologia a ciência. O surgimento da tecnologia não está ligada a ciência [...]” (oc).</p> <p><i>Trecho 2:</i> “[...] A ciência não é a base para tecnologia! Uma não é produto da outra. A tecnologia pode ser empregada para manipular e conhecer a ciência”. (oc).</p>

Pré-teste: O estudante 3 enfatiza a importância da ciência e tecnologia na sociedade e não tenta conceituá-las. Em sua fala, fica claro a sua visão reducionista, pois segundo ele a tecnologia é uma mera aplicação de conhecimentos científicos (trecho 3).

Critica a limitação imposta aos professores nas escolas que não oferecem formação adequada para utilizarem tecnologia educacional (trechos 1 e 2), e acredita que a formação é essencial para que a prática docente com tecnologia melhore o acesso ao conhecimento científico. Portanto, o construto que pode ser apontado como predominante em sua fala é (construto 1A - tecnologia reduzida à ciência ou vice-versa).

Pós-teste: Na primeira fase do CEK, o estudante 3 através de sua fala, apresentou ideias de que a tecnologia pode ser reduzida a ciência (construto 1A). No trecho anterior é evidente que houve mudança no fim do ciclo em relação ao construto inicial. Logo, é possível afirmar que o estudante compreende que a tecnologia pode contribuir para a construção de conhecimentos científicos, e não existe dependência de uma em relação à outra (trecho 2). Assim, pode-se concluir que houve uma substituição do construto 1A pelo construto 1B (A tecnologia como um conhecimento que pode ser aliado da ciência).

Quadro 5 -Trechos da fala do estudante 4.

Estudante 4	
pré-teste	pós-teste
<p><i>Trecho 1:</i> “[...] Temos que primeiro saber o que é ciência. Por que ciência é uma coisa bem ampla [...]. A ciência pode ser a Física, a Matemática [...]”(oc).</p> <p><i>Trecho 2:</i> “[...] através da ciência pode-se criar tecnologia [...]”(oc).</p>	<p><i>Trecho 1:</i> “[...] É preciso que os alunos percebam que é importante entender o que é ciência e o que é tecnologia, não apenas da forma que é mostrada na escola ainda hoje [...]” (oc).</p> <p><i>Trecho 2:</i> “[...] É necessário unir a ciência e a tecnologia, uma para ajudar a explicar a outra[...]”(oc).</p>

Pré-teste: O estudante tenta definir ciência e tecnologia, afirmando que o conceito de ciência não é algo tão simples. É notório na fala do estudante que a ideia de ciência assume uma dimensão disciplinar. Entende que o conceito de ciência está associado à disciplinaridade, ou seja, a campos do conhecimento como a Física, Matemática e a Química, não levando em consideração as relações que elas estabelecem com a sociedade, para que o ser humano compreenda o mundo em que vive (trecho 1).

Também apresenta a tecnologia como produto da ciência (trecho 2). Em sua fala, percebe-se um reducionismo do termo tecnologia, que leva a entender que esse estudante se enquadra no polo “ciência e tecnologia tradicionais”, (itens 1A- A tecnologia reduzida à ciência. A tecnologia procede da ciência ou vice-versa e 3A- Ciência como um conhecimento disciplinar por “área de investigação”). São notórias as ideias de que a ciência é fruto da tecnologia e a mesma é disciplinar para esse estudante.

Pós-teste: Em sua fala é possível perceber a necessidade de mudança na forma como a ciência e a tecnologia são abordadas em sala de aula (trecho 1). Afirma que a falta de estrutura no sistema da rede

básica de ensino e universidades é notória e que por isso, os professores com ideias inovadoras acabam por fazer exatamente o que outros fazem há anos de forma bem tradicional.

Também afirma que a ciência não deve ser reduzida apenas a um conhecimento disciplinar, por área de investigação, mas sim um conhecimento aliado à tecnologia (trecho 2). Nesse trecho não há dependência da ciência a tecnologia, conforme estava explícito no início do ciclo.

Quadro 6- Trechos da fala do estudante 5.

Estudante 5	
pré-teste	pós-teste
<p><i>Trecho 1:</i> “[...] tem duas coisas que relaciona ciência, tecnologia e escola, enfim. Acho que a tecnologia na escola pode ser de duas maneiras: na utilização e na produção de tecnologia. E eu acho que na parte da utilização, ainda que seja fraco, se utiliza. Já chegou o <i>kit</i> de robótica, os professores já utilizam vídeos educativos, laboratórios [...]”(oc).</p> <p><i>Trecho 2:</i> “ A escola de hoje apenas se limita a utilizar a tecnologia, não produz por que não é estimulada a isso e a população permanece sem conhecimento”.</p>	<p><i>Trecho 1:</i> “[...] ciência e tecnologia são como uma árvore. A árvore é a ciência, ela dar frutos que é a tecnologia. [...] Aí os frutos caem e alimenta a própria ciência. A ciência dar seus frutos! Em nosso caso em questão a tecnologia [...]”. (oc).</p> <p><i>Trecho 2:</i> “[...] A ciência é um ciclo, a tecnologia é um ciclo e todos nós fazemos parte deles. Os alunos devem entender que eles também fazem parte do ciclo [...]. Todos ajudaram na construção da ciência e na tecnologia que temos hoje”(oc).</p> <p><i>Trecho 3:</i> “[...] O que é mais valorizado é a tecnologia do que a ciência! O que não deveria ser .</p>

Pré-teste: O estudante 5 apresenta ideias de ciência e tecnologia como meio de produção. Acredita que somente os cientistas produzem ciência, devido às “condições insuficientes de muitas escolas” e, além disso, tenta definir ciência e tecnologia, adotando como parâmetro a comunidade escolar.

Apresenta-se bem crítico em relação à forma como a ciência e a tecnologia são abordadas na escola fazendo crítica a ela, devido a estrutura na formação científica e tecnológica dos estudantes da rede básica de ensino (trecho 1). Também chama a atenção para a formação inicial do professor, acreditando na existência de um modelo paradigmático que pouco contribui para as necessidades do contexto histórico social atual.

Em sua fala, afirma que o meio de produção e a utilização da tecnologia estão ligados a escola, havendo uma diferença na produção e na utilização das duas (trecho 1). Reconhece também a falta de conhecimento da população sobre esses termos e atribui tal problema a formação deficitária na escola básica (trecho 2).

Logo, os construtos identificados na antecipação desse estudante podem estar associados à sua formação acadêmica e seu contexto de sala de aula, pois o mesmo atua como aluno mestre em uma escola da Região Metropolitana do Recife. Assim, os construtos apresentados por esse estudante são 2A (Só quem produz ciência são os cientistas), 4A (Educação científica e tecnológica como meio de produção), e 6A (A escola apenas reproduz ciência e tecnologia produzidos por outros) do quadro 1.

Pós-teste: No trecho 1, observa-se uma analogia realizada pelo estudante, na qual utiliza os termos ciência, tecnologia e a árvore para referir-se à concepção de que a tecnologia provém da ciência. Ideia essa não manifesta no início do ciclo, reproduzindo o paradigma da redução da tecnologia a ciência.

O estudante 5 em sua fala no início do CEK, proferiu suas ideias iniciais sobre ciência e tecnologia classificadas de acordo com os construtos 2A (Só quem produz ciência são os cientistas), 4A (Educação científica e tecnológica como meio de produção) e 6A (A escola apenas reproduz ciência e tecnologia produzidos por outros). No fim do CEK, percebe-se claramente evolução nos construtos 2A para o 2B (a ciência é produto da construção histórica e social). Essa mudança foi percebida através de sua fala no fragmento do trecho 2.

Ainda, mostrou-se contra a ideia em que ciência e tecnologia são consideradas duas vertentes que servem como meio de produção visando apenas o desenvolvimento, havendo prevalência de uma sobre a outra (trecho 3).

Quadro 7: Trechos da fala do estudante 6.

Estudante 6	
pré-teste	pós-teste
<p><i>Trecho 1:</i> “ Eu concordo com o que a colega falou (refere-se ao estudante 5) que o sistema hoje foca só a produção”.</p> <p><i>Trecho 2:</i> “[...] A educação é apenas estatística, principalmente para o governo. Isso não é só em termo de escola pública, mas também nas escolas particulares. Elas precisam fazer com que os professores elaborem ações com o menor custo possível para poder ganhar o lucro, se não ela não sobrevive [...].[...] mudar o currículo é primordial [...]”(oc).</p> <p><i>Trecho 3:</i> “[...] A tecnologia é um produto da ciência. Mas, a tecnologia facilita a aprendizagem da ciência. Quanto maior for à ciência, uma tecnologia maior a gente vai produzir [...]” (oc).</p>	<p><i>Trecho 1:</i> “[...] A tecnologia é fruto da ciência! Sem ciência não se consegue desenvolver tecnologia [...]”(oc).</p> <p><i>Trecho 2:</i> “[...] A tecnologia ajuda a explicar a ciência[...]”</p> <p><i>Trecho 3:</i> “[...] As duas são entrelaçadas de forma que uma pode ser usada como base e a outra como ferramenta[...] [...] Na escola elas devem ajudar o aluno a construir conhecimento[...]”</p>

Pré-teste: Inicialmente o estudante concorda com seus colegas na questão da deficiência na formação dos professores. Deixa claro em sua fala, a ineficiência do currículo em não se adaptar a necessidade atual da sala de aula (trecho 1).

Em seguida, dá ênfase ao paradigma da ciência e tecnologia como meio de produção e o paradigma do reducionismo da tecnologia a ciência (trechos 1, 2 e 3). Logo, os construtos associados a esse estudante estão relacionados através dos itens 1A (A tecnologia reduzida à ciência. A tecnologia procede da ciência ou vice-versa) e 4A (Educação científica e tecnológica como meio de produção) do quadro 1.

O estudante tenta definir ciência e tecnologia se posicionando em relação a esses dois tópicos. Logo é possível identificar os seus construtos, que por sinal são provisórios, pois o mesmo elenca-os como paradigmas que é preciso romper.

Pós-teste: Esse estudante aponta ideias nos trechos 1, 2 e 3 que descrevem a ciência e a tecnologia em uma relação de desigualdade, de reducionismo de uma a outra e ainda cita que os conhecimentos produzidos por uma (tecnologia) é ferramenta necessária para explicar a outra (ciência). Dá maior ênfase a ciência do que a tecnologia (trecho 1) e acredita ser necessária a compreensão de suas relações através dos fenômenos que se manifestam no mundo, acreditando que as duas são correntes, que aliadas, formam forças importantes dentro da escola estabelecendo uma ponte na construção do conhecimento científico e tecnológico.

Em relação aos construtos identificados na primeira etapa do CEK, pode-se afirmar que não houve mudanças em relação ao construto 1A (A tecnologia reduzida à ciência), pois, a mesma ideia foi mantida no fim do ciclo. No entanto, houve avanços em relação ao construto 4A (Educação científica e tecnológica como meio de produção), para o construto 4B (Educação científica e tecnológica na compreensão de mundo). O estudante demonstrou através de sua fala que é importante que os estudantes compreendam a importância da ciência e tecnologia em situações do cotidiano e na compreensão de mundo.

Quadro 8 -Trechos da fala do estudante 7.

Estudante 7	
pré-teste	pós-teste
<p><i>Trecho 1:</i> “ A escola hoje não abarca a tecnologia. Ela ficou para as escolas técnicas e universidades, locais onde se fabrica tecnologia”(oc).</p> <p><i>Trecho 2:</i> “[...] Não estamos sendo preparados para atuar nesse contexto científico e tecnológico onde estão as escolas [...]”(oc).</p>	<p><i>Trecho 1:</i> “[...] Só há investimento na ciência para atender a demanda da tecnologia! A ciência só existe para atender uma particularidade da tecnologia [...]” (oc).</p> <p><i>Trecho 2:</i> “[...] É importante que a escola fale de ciência e tecnologia, como duas vertentes que tem relação com o ambiente, com a escola, com a comunidade do aluno [...]” (oc).</p>

Pré-teste: Posiciona-se em relação às perguntas realizadas pelo pesquisador sobre ciência e tecnologia, mas não apresenta claramente suas ideias sobre esses dois termos. No entanto, é possível apontar através do trecho 1, a sua posição em relação a tecnologia como meio de produção, quando afirma que ela é produzida nas escolas técnicas e universidades. Ainda dá ênfase a técnica como produtora de conhecimento, conforme quadro 10, itens: 4A (Educação científica e tecnológica como meio de produção) e 5A (Ênfase apenas na técnica como produtora de conhecimento científico). Os construtos identificados revelam a existência de vários paradigmas que existem entre os estudantes e professores apontados na literatura, entre eles está: “Nos primórdios a tecnologia foi usada como ferramenta e hoje supera a ciência” (trecho 1).

O Estudante critica o sistema de ensino e a sua própria formação (trecho 2), citando que a universidade não está preparando bem os licenciandos para atuarem como professor na rede básica de ensino devido às limitações existentes na formação científica e tecnológica.

Pós-teste: O estudante 7 inicia sua fala acreditando que a ciência e a tecnologia existem em um processo de reducionismo de uma a outra (trecho 1). Esse construto foi observado no início do CEK e manteve-se no fim. Acredita também que existem relações entre elas nos campos sociais, econômicos e políticos contribuindo para a formação de um indivíduo que tenta compreender o mundo que o cerca (trecho 2).

Logo, é possível fazer algumas conjecturas relativas à sua fala no fim do CEK. O estudante no início do ciclo, expôs suas ideias sobre ciência e tecnologia que permitiram enquadrá-lo nos construtos 4A (Educação científica e tecnológica como meio de produção) e 5A (ênfase apenas na técnica como produtora do conhecimento). Em relação ao construto 4A, houve mudança no fim do ciclo (ver trecho 2) pois, o estudante passou a privilegiar o construto 4B (Educação científica e tecnológica na compreensão de mundo), enquanto que o construto 5A citado inicialmente, manteve-se no fim do ciclo.

Quadro 9 -Trechos da fala do estudante 8.

Estudante 8	
pré-teste	pós-teste
<p>Trecho 1: “[...] toda ciência de base precisa ter um impacto social senão é descartada [...]”(oc)</p> <p>Trecho 2: “[...] se a ciência e a tecnologia não tiverem um impacto social, não é financiada[...]”(oc).</p> <p>Trecho 3: “[...] tecnologia é a ciência aplicada [...] [...] na escola é assim, na universidade também[...]”.</p>	<p>Trecho 1: “[...] Os estudantes usarão a tecnologia nas atividades para explicar a ciência [...] ”(oc).</p> <p>Trecho 2: “[...] O professor em sala de aula precisa trabalhar ciência e tecnologia juntas, mais em perspectivas diferentes na tentativa dos seus alunos estabelecerem o senso crítico [...]” (oc).</p>

Pré-teste: Inicia a fala dando ênfase ao impacto social que os conhecimentos científicos devem causar para manterem-se aceitos na comunidade acadêmica. Apesar de seus construtos se aproximarem mais da ciência contemporânea, ao enfatizar o aspecto social (trecho 1), apresenta por vezes em sua fala, o paradigma da ciência como produção (trecho 3).

Em alguns momentos afirma que não existe ciência e tecnologia sem financiamento (trecho 2). Nesse fragmento percebe-se na fala do estudante, o paradigma da ciência e da tecnologia enquanto meio de produção, caracterizando aquilo que segundo ele é o que acontece no contexto das universidades.

Logo, o estudante 8, apresenta construtos que estão de acordo com o quadro 10, item 4A (Educação científica e tecnológica como meio de produção), apesar de se aproximar mais em relação aos demais estudantes, do pensamento complexo de ciência como produto da construção humana.

Pós-teste: Estabelece uma relação de dependência entre ciência e tecnologia afirmando que os conhecimentos não são independentes, mas estão numa relação única de melhorar a qualidade de vida do ser humano e na compreensão dos fenômenos que acontecem em nossa volta. Acredita na possibilidade do professor ser o mediador entre os conhecimentos científicos e tecnológicos (foi percebido isso em sua fala no trecho 2).

No início do CEK o estudante apresentou em sua fala, ideias que nos permitiram classificá-lo de acordo com o construto 4A (Educação científica e tecnológica como meio de produção). No entanto, ao fim do ciclo, percebemos que houve mudança em seu discurso, inclinando mais para uma educação científica e

tecnológica que permite ao ser humano compreender em uma dimensão mais ampla, o mundo que o cerca. Logo, houve evolução do construto 4A no início, para o 4B (Educação científica e tecnológica na compreensão de mundo) no fim do ciclo.

A seguir serão descritas as evidências que podem justificar uma possível visão de ciência e tecnologia de cada estudante participante da pesquisa, no pré-teste e no pós-teste.

Estudante 1 – De acordo com sua fala no início e no fim do ciclo, considerando os construtos que foram mantidos e aqueles que foram substituídos, é possível apontar que no pré-teste esse estudante apresentou uma possível visão de ciência e tecnologia reducionista, pois reduz à tecnologia a ciência e ainda acredita que uma é apenas utilizada como ferramenta para o desenvolvimento da outra.

Essa visão reducionista é encontrada na literatura como *visão descontextualizada* de ciência e tecnologia, pois, nessa visão, não se reconhece a importância histórica e cultural que ambas tiveram no processo de desenvolvimento e nem tampouco, as contribuições para melhoria da qualidade de vida da humanidade.

Também foram encontrados no pré-teste, indícios de que o estudante 1 acredita que a ciência deve seguir um método científico rigoroso. Essa é *visão rígida algorítmica e infalível de ciência e tecnologia*. Nessa visão, existe uma forma única de fazer ciência, a partir de um padrão aceito pela comunidade acadêmica como verdade absoluta seguindo em grande parte o indutivismo ingênuo.

Já no pós-teste, composto por uma entrevista, conseguimos identificar resquícios de que o estudante manteve sua ideia inicial que se enquadra na *visão descontextualizada de ciência e tecnologia*, mas houve mudança em relação à visão rígida algorítmica apresentada no início do CEK. Percebe-se na fala do estudante o reconhecimento da necessidade de uma formação científica e tecnológica para que o ser humano compreenda o mundo que o cerca, além de defender a ciência por investigação. Isso evidencia sinais de inclinação para uma visão de ciência e tecnologia menos tradicional e mais contemporânea.

Estudante 2 - Durante o CEK, mostrou-se mais rígido em relação aos demais no que tange aos seus construtos apresentados no início e no fim do ciclo. Foram identificados em sua fala no pré-teste, indícios que indicam a presença de uma *visão descontextualizada de ciência e tecnologia* por apresentar ideias de reducionismo de uma em relação à outra. O estudante deixa bem claro que a tecnologia é fruto do conhecimento científico.

No pós-teste, esse estudante apresentou um tecnicismo muito forte presente em sua fala. Isso pode ser evidenciado também no plano de aula elaborado com o colega no qual a ênfase maior está no fazer e manipular (a técnica). No entanto, reconhece a importância histórica e cultural que a ciência e a tecnologia adquiriram ao longo do tempo. Apesar disso, a sua visão em relação aos construtos iniciais foi mantida.

Estudante 3 - No pré-teste, apresentou em sua fala forte indicação da presença do reducionismo da tecnologia a ciência. Esse paradigma leva a construção da *visão descontextualizada de ciência e tecnologia*. No entanto, durante o ciclo foi observado algumas mudanças em relação a esse paradigma. No pós-teste, o estudante deu evidências através de sua fala, que essa ideia tinha sido desconstruída. Isso foi percebido quando o mesmo afirmou que: “A ciência tem suas particularidades e a tecnologia também. Cada uma desenvolve conhecimentos que juntas são importantes para a sociedade [...]” (oc).

Portanto, a visão descontextualizada foi desconstruída no fim do ciclo e o construto relativo a essa visão foi substituído por outro, produto de suas experiências vivenciadas no CEK. Assim houve mudança para uma visão de ciência e tecnologia não reducionista e contemporânea.

Estudante 4 – No pré-teste apresentou construtos relacionados à ciência e tecnologia reducionistas, caracterizando uma *visão descontextualizada*. O estudante compreendia a tecnologia como um campo de conhecimentos que dependia exclusivamente do desenvolvimento científico, além disso, deixou clara em sua fala a compreensão da ciência como um corpo disciplinar.

Mas, durante o CEK, o mesmo demonstrou evidências de que os construtos iniciais eram provisórios, havendo, portanto, substituição dos mesmos. No pós-teste, foram observadas mudanças em relação às suas ideias iniciais, e o estudante mostrou através de sua fala, visões de ciência e tecnologia que apontam para a contemporaneidade, superando assim os paradigmas presentes inicialmente.

Estudante 5 – Durante todo o CEK mostrou-se bem crítico em suas ideias. Inicialmente fez uma análise das condições em que se encontram boa parte das escolas para justificar sua fala fazendo crítica ao

modelo vigente, afirmando que o mesmo não privilegia uma escola que promova discussões situando ciência e tecnologia no contexto social do aluno.

No pré-teste, acredita que só existe ciência, porque os cientistas exercem o papel de estudá-la obedecendo certos padrões em sua elaboração. Também cita que a ciência e a tecnologia são meios de produção. Essas ideias são encontradas na literatura como *visão individualista e elitista*, por considerar apenas os cientistas como os mentores do conhecimento científico, visando somente à produção em detrimento de uma educação científica e tecnológica.

No entanto, no pós-teste, o mesmo apresentou evolução na visão anterior. Em sua fala cita a importância da sociedade na produção de conhecimento, a partir de uma educação científica e tecnológica que inclua a comunidade escolar, onde as diferentes culturas contribuam para a produção de conhecimentos. Essas últimas ideias configuram uma *visão contemporânea de ciência e tecnologia*.

Estudante 6 – No pré-teste, apresentou construtos onde há prevalência das visões reducionistas de ciência e tecnologia acreditando que uma é redutível e dependente da outra. A visão identificada no início do CEK é a *descontextualizada*.

No pós-teste, foi observada na fala desse estudante, a ideia de que o paradigma da tecnologia reduzida à ciência se manteve no fim do CEK. Em alguns trechos de sua fala, reconhece a importância de ambas não só como meio de produção, mas como conhecimentos que colaboram para melhorar a qualidade de vida do cidadão. Dá ênfase também na importância da alfabetização científica, que segundo ele, ainda está bem distante do ideal.

Estudante 7 - No pré-teste foram observados construtos que dão forte indicação de uma possível *visão descontextualizada de ciência e tecnologia*. O estudante afirma que compreende as duas como meio de produção e acredita que a tecnologia supera a ciência nos tempos atuais.

No pós-teste, o estudante substituiu alguns construtos em relação ao pré-teste. Foram identificadas falas durante a entrevista que descontroem um pouco as ideias apresentadas no início do CEK. No fim da pesquisa houve maior ênfase na problematização e contextualização e na alfabetização científica e tecnológica como ponto de partida para atenuar os problemas sociais. Mas, em seu discurso ainda é notório a primazia da técnica em relação à ciência.

Logo, houve uma leve mudança em relação à visão anterior. O estudante desconstruiu algumas das ideias iniciais e passou então a demonstrar visões de ciência e tecnologia contemporâneas.

Estudante 8 – No pré-teste, apresentou construtos relativos à ideia de ciência e tecnologia *descontextualizadas* dando maior ênfase ao meio de produção, sem levar em consideração o contexto histórico e social que as constituíram.

No pós-teste, houve mudança nos construtos desse estudante em relação aos construtos iniciais. Durante a entrevista, deu maior ênfase a contextualização da ciência e da tecnologia, e apontou o ensino por investigação como forma alternativa para aproximar os estudantes do ensino médio das discussões científicas e tecnológicas na produção do conhecimento, considerando a interação entre os sujeitos com os objetos mediadores, entre eles a tecnologia educacional.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Essa pesquisa investigou visões de ciência e tecnologia de licenciandos em Física da UFRPE quando utilizam a robótica educacional. Como metodologia de pesquisa, foi utilizado o Ciclo da Experiência de Kelly, onde participaram da mesma, oito estudantes do curso de Licenciatura em Física da instituição.

No decorrer do trabalho foram desenvolvidas atividades diagnósticas (pré-teste e pós-teste), intercaladas com diferentes propostas de interlocução, que visavam provocar e ampliar o conhecimento dos alunos sobre ciência e tecnologia.

Entrevistamos os participantes e após as transcrições do pré-teste e pós-teste, e de todo o CEK constituído de nove encontros, foi realizada uma análise do material coletado, que culminou na identificação de vários construtos. Esses construtos ajudaram a investigar as visões de ciência e tecnologia dos licenciandos mediante contato com a robótica educacional.

De acordo com os resultados é possível perceber que vários estudantes no início do ciclo (pré-teste) apresentaram construtos que se relacionam com algumas visões deformadas de ciência e tecnologia apontadas por Cachapuz *et al.* (2011). Entre elas foram identificadas: A visão descontextualizada em sete estudantes o que caracteriza 87,5% da amostra. Esse dado revela que boa parte deles acreditava no início do ciclo na tecnologia como simples aplicação do conhecimento científico.

Outra visão identificada foi à rígida algorítmica e infalível, presente na fala de um estudante que acreditava que o conhecimento para ser considerado científico, deveria seguir padrões rígidos na sua concepção. Além dessa, a visão elitista apareceu na fala de um estudante, caracterizada pela ênfase da academia como única responsável por produzir conhecimentos científicos.

Já no pós-teste, foi observado que houve mudança em praticamente sete estudantes, em pelo menos um dos construtos, o que caracterizou 87,5% da amostra, levando a conclusão de que o CEK foi adequado para a pesquisa em questão. Dessa informação, foi possível avaliar quais as visões que os estudantes tinham no fim do ciclo. Boa parte deles substituíram construtos que indicavam uma possível visão reducionista, para construtos que apontam para uma visão contemporânea de ciência e tecnologia.

As visões de ciência e tecnologia que foram identificadas nessa pesquisa, apresentam uma proximidade com aquelas caracterizadas por Cachapuz *et al.* (2011) que segundo ele, são responsáveis por deformar as ideias de ciência e tecnologia. Já as visões identificadas que apontam para contemporaneidade, deve-se entender aqui como sendo aquelas que privilegiam o ensino por investigação, a contextualização de conteúdo, a problematização e conseqüente interação entre os sujeitos na resolução de problemas.

As mudanças apresentadas em alguns estudantes, aconteceram porque todos nós apresentamos construtos provisórios (Kelly, 1963). Com a introdução do CEK, muitos desses construtos que os estudantes tinham, foram substituídos por outros, por não darem mais conta das discussões que os mesmos vivenciaram. É o que Kelly chama de alternativismo construtivo. As réplicas que eles tinham no início do CEK, foram melhoradas e como conseqüência, levo-os a substituição de construtos.

Também contribuíram para a substituição dos construtos as discussões e leituras de textos publicados que apresentam propostas de ensino de Física a partir da investigação. Essas propostas provocaram os estudantes a pensarem no ensino básico, bem como na sua própria formação atender ou não a expectativa das escolas. Na medida em que os debates aconteciam, os estudantes perceberam novas metodologias que poderiam melhorar o ensino de Física em sala de aula.

Entre essas metodologias destacam-se a utilização de problemas através da investigação, que consistem em estimular gradativamente os alunos a buscarem suas próprias conclusões, através do contato com artefatos científicos e tecnológicos e as discussões oriundas do trabalho coletivo e colaborador. Nas atividades no LIFE, essas questões foram percebidas pelo pesquisador através das falas dos estudantes durante o CEK, no trabalho colaborativo durante a montagem dos robôs e no planejamento proposto por eles apresentados no fim do ciclo.

Além disso, colocar os estudantes em contato com o artefato tecnológico como a robótica educacional ajudou-os a reformular as réplicas antecipadas no início do CEK, tendo em vista que o trabalho com robótica exigiu deles cooperação, colaboração, discussão de conceitos, a resolução de problemas propostos pelos grupos e a elaboração do método adequado para resolução. Assim, alguns construtos que os mesmos tinham no início do CEK, puderam ser modificados ou até mesmo substituídos.

Outro fator importante que contribuiu para substituição dos construtos foi à discussão sobre a utilização de laboratórios abertos no ensino de Física a partir de artigos e livros publicados, mais precisamente Borges (2002) e Carvalho *et al.* (2010) que serviram de fundamentação para a vivência de um laboratório aberto durante os encontros da terceira etapa do CEK.

É importante salientar que a robótica nesse trabalho foi utilizada por haver em sua constituição, elementos científicos e tecnológicos com os quais os estudantes tiveram contato e conseqüentemente puderam refletir sobre as ideias de ciência e tecnologia de forma prática. O reflexo disso pôde ser observado na elaboração de atividades no fim do ciclo, que em alguns casos houve a proposição de pequenas investigações e mediação de conceitos a partir do contato com a robótica educacional.

Outro item importante nessa pesquisa foi à crítica ao currículo da formação inicial. Muitos estudantes deixaram claro que sua formação na universidade, “não atende satisfatoriamente” as necessidades do mundo científico e tecnológico das escolas, pois segundo eles, o currículo da Licenciatura em Física da Universidade está desatualizado do contexto escolar. Apontaram como solução para esse problema, uma reformulação na

grade curricular do curso de Licenciatura em Física com a introdução de disciplinas que possam preparar e inserir os licenciandos na discussão acadêmica que trata da inclusão de tecnologias em sala de aula. A própria instituição através do EADTEC (Unidade Acadêmica de Tecnologia da UFRPE) oferece no curso de Licenciatura Plena em Física na modalidade à distância, disciplinas de caráter optativo de tecnologias educacionais, entre elas a robótica educacional.

Agradecimentos

João Paulo agradece aos coordenadores do LIFE (Laboratório Interdisciplinar de Formação de Educadores) - Departamento de Matemática e ao Programa de Pós-Graduação em Ensino das Ciências – UFRPE.

REFERÊNCIAS

- Assessoria de Comunicação da Secretaria de Educação de Pernambuco. (2014). Projeto de robótica nas escolas é sucesso na 3ª edição da Campus Party Recife. Recuperado de: <http://www.educacao.pe.gov.br/portal/?pag=1&cat=18&art=1965>
- Barros, M. A., & Bastos, H. F. B. N. (2007). Investigando o uso do ciclo da experiência Kellyana na compreensão do conceito de difração de elétrons. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, 24(1), 27-49. Recuperado de <https://periodicos.ufsc.br/index.php/fisica/article/view/1549/12757>
- Bauer, M.W., & Gaskell, G. (2007). *Pesquisa qualitativa com texto, imagem e som: Um manual prático* (2a.ed). (Guareschi, P. A, trad.). Petrópolis, RJ: Vozes. (Obra original publicada em 2000).
- Behrens, M. A. (2005). *O Paradigma Emergente e a Prática Pedagógica*. Petrópolis: Vozes.
- Borges, A. T. Novos rumos para o laboratório escolar de ciências (2002). *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, 19(3), 291-313. Recuperado de <https://periodicos.ufsc.br/index.php/fisica/article/view/6607/609>
- Cachapuz, A., Gil-Pérez, D., Carvalho, A.P., & Praia, J., Vilches, A. (2011). *A necessária renovação do ensino das ciências*. São Paulo: Cortez.
- Carvalho, A. M. P., Ricardo, E. C., Sasseron, L. H., Abib, M. L. V.S., & Pietrocola, M. (2010). *Ensino de Física*. Coleção Ideias em Ação. São Paulo: Cengage Learning.
- Carvalho, A. M. P., & Gil-Pérez, D. (2011). *Formação de professores de ciências: tendências e inovações*. 28(10). São Paulo: Cortez.
- Castro, V. G. (2008). *RoboEduc: Especificação de um software educacional para o ensino de robótica às crianças como uma ferramenta de inclusão digital* (Dissertação de mestrado, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal). Recuperado de <ftp://ftp.ufrn.br/pub/biblioteca/ext/bdtd/VivianeGC.pdf>
- Curcio, C. P. C. (2008). *Proposta de método de robótica educacional de baixo custo* (Dissertação de mestrado, Instituto de Tecnologia para o Desenvolvimento - LACTEC, Curitiba, Paraná). Recuperado de <http://sistemas.institutoslactec.org.br/mestrado/dissertacoes/arquivos/christinacurcio.pdf>
- Cloninger, C. S. (1999). *Teorias da Personalidade*. São Paulo: Martins Fontes.
- Delizoicov, D., Angotti, J. A., & Pernambuco, M. M. (2002). *Ensino de Ciências: fundamentos e métodos*. São Paulo: Cortez.
- Diniz, R., & Santos, M. (2014). A Utilização da Robótica Educacional LEGO® nas aulas de Física do 1º ano do ensino médio e suas contribuições na aprendizagem. *Anais do Congresso Iberoamericano de Ciencia, Tecnología, Innovación y Educación*, Buenos Aires, Argentina. Recuperado de www.oei.es/historico/congreso2014/memoriactei/1237.pdf
- Ferreira, N. O. (2003). *Utilizando o ciclo da experiência de Kelly para investigar a compreensão do comportamento dual da luz* (Dissertação de mestrado, Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife). Recuperado de http://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:Lhp_G67n2HMJ:www.tede2.ufrpe.br:8080/tede/handle/tede2/5946+&cd=1&hl=pt-BR&ct=clnk&gl=br

- Frangou, S., Papanikolaou, K., Arcovecchia, L., Montel, L., Ionita, S., Arlegui, J., Pina, A., Menegotti, E., Moro, M., Fava, N., Monfalcon, S., & Pagello, I. (2008). Representative examples of implementing educational robotics in school based on the constructivist approach. *In Workshop Proceedings of SIMPAR*. Venice, Italia. Recuperado de https://www.researchgate.net/publication/228962987_Representative_examples_of_implementing_educational_robotics_in_school_based_on_the_constructivist_approach
- Kelly, G. A. *Theory of Personality - The psychology of personal constructs*. (1963). New York: Norton.
- Lima, K. S. (2008) *compreendendo as concepções de avaliação de professores de Física através da Teoria dos Construtos Pessoais* (Dissertação de mestrado, Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife). Recuperado de <http://www.tede2.ufrpe.br:8080/tede/handle/tede2/5911>
- Martins, A. *O que é robótica*. (2006). Editora Brasiliense. São Paulo: SP.
- Miranda, L. C. (2006). *RoboFácil: especificação e implementação de artefatos de hardware e software de baixo custo para um kit de robótica educacional* (Dissertação de mestrado, Universidade Federal do Rio de Janeiro). Recuperado de http://www.nce.ufrj.br/ginape/publicacoes/dissertacoes/d_2006/d_2006_leonardo_cunha_de_miranda.pdf
- Morelato, L. A., Nascimento, R. A. O., D'abreu, J. V. V., & Borges, M. A. F. (2010). Avaliando diferentes possibilidades de uso da robótica na educação. *REnCiMa*. 1(2), 80-96. Recuperado de <http://revistapos.cruzeirosul.edu.br/index.php/rencima/article/viewFile/11/9>
- Nardi, R. *Pesquisas em Ensino de Física*. (2004). São Paulo: Escrituras Editora.
- Pérez, G., Montoro, I. F., Alís, J. C., Cachapuz, A., & Praia, J. (2001). Para uma imagem não deformada do trabalho científico. São Paulo, *Ciência & Educação*, 7(2). 125-153. DOI: 10.1590/S1516-73132001000200001
- Pio, J. L. de S., Castro, T.H.C., & Júnior, A.N.C. A Robótica Móvel como Instrumento de Apoio a Aprendizagem de Computação. (2006). *In: Simpósio Brasileiro De Informática Na Educação, XVII. Anais do Simpósio Brasileiro de Informática na Educação*. Brasília, Goiás. Recuperado de <http://www.br-ie.org/pub/index.php/sbie/article/download/510/496>
- Pinto, M. C. (2011). Aplicação de arquitetura pedagógica em curso de robótica educacional com hardware livre (Dissertação de mestrado. Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro). Recuperado de http://www.nce.ufrj.br/ginape/publicacoes/dissertacoes/d_2011/d_2011_marcos_de_castro.pdf
- Pozo, J. I., & Crespo, M. A. G. (2009). *A aprendizagem e o Ensino de Ciências: do conhecimento cotidiano ao conhecimento científico*. Porto Alegre: Artmed.
- Rabelo, A. P. S. (2016). *Robótica educacional no ensino de Física* (Dissertação de mestrado, Universidade Federal de Goiás, Catalão). Recuperado de <https://repositorio.bc.ufg.br/tede/handle/tede/5633>
- Rezende, F., & Ostermann, F. (2005). A prática do professor e a pesquisa em ensino de física: novos elementos para repensar essa relação. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*. 22(3), 316-337. Recuperado de <https://periodicos.ufsc.br/index.php/fisica/article/view/6374/5900>
- Rocha, J. A. (2006). *Investigando a Aprendizagem da Resolução de Problemas Combinatórios em Licenciandos em Matemática* (Dissertação de mestrado, Recife). Recuperado de <http://www.tede2.ufrpe.br:8080/tede/handle/tede2/5889>
- Rocha L. G. A. (2005). *Revisão construtiva na concepção de movimento retilíneo uniforme, da aristotélica para a galilaica* (Dissertação de mestrado, Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife). Recuperado de <http://www.tede2.ufrpe.br:8080/tede/handle/tede2/5913>
- Sanmartín, J. (1990). *Tecnología y Futuro Humano*. Barcelona: Anthropos.
- Schivani, M. (2014). Contextualização no ensino de física à luz da teoria antropológica do didático: o caso da robótica educacional (Tese de doutorado, Universidade de São Paulo, São Paulo). DOI: [10.11606/T.48.2014.tde-01122014-104322](https://doi.org/10.11606/T.48.2014.tde-01122014-104322)

Verasztó, E. V., Silva, D., Miranda, N. A., & Simon, F. O. (2008). Tecnologia: Buscando uma definição para o conceito. *Revista de produção on line*. (7). 60-85. Recuperado de <http://ojs.letras.up.pt/ojs/index.php/prismacom/article/viewFile/2078/1913>

Recebido em: 16.02.2017

Aceito em: 17.04.2018

Apêndice A - Roteiro de entrevista – Antecipação – 1º momento

01. Após as informações sobre o projeto de pesquisa, comente as suas expectativas em relação ao mesmo. Você tem ou teve contato com robótica educacional? Justifique.
02. O que você não sabe sobre o projeto e deseja aprender? Que conhecimentos você pensa ser necessário agregar? Justifique.
03. A robótica educacional se relaciona com as ideias de ciência e tecnologia? Justifique.

Apêndice B - Entrevista – Antecipação – 2º momento

01. Na sua visão, o que é ciência e tecnologia? Existe relação entre elas? Justifique.
02. Existe relação de ciência, tecnologia e a escola?
03. O que você pensa sobre ciência e tecnologia? E a robótica?
04. A sua formação atende às necessidades das escolas na era da tecnologia?

Apêndice C - Roteiro de perguntas – Investimento

01. Dois professores de Física entram em suas respectivas salas para ministrar mais uma aula da semana. Em seguida eles convidam seus alunos a realizarem prática no laboratório.

O primeiro professor, (p1) apresenta a seguinte atividade: A prática consiste em aprender a medir resistência elétrica de resistores utilizando o multímetro e comparar valores lidos no mesmo, com os valores da tabela de resistores. Em seguida, eles preenchem uma tabela entregue pelo professor com os valores medidos, indicando as variações se existirem, entre o valor medido e o valor da tabela. No fim da aula, todos deverão entregar a atividade na forma de relatório que será 20% da avaliação.

O segundo professor, (p2) afirmou na aula anterior, que o tema da aula seguinte também será sobre eletricidade. Então ele solicitou aos alunos que anotassem em suas casas, a potência dos aparelhos eletrodomésticos e fizessem uma média do tempo em que cada aparelho permanece ligado por dia. Cada aluno fez a tabela. Também solicitou que eles levassem a fatura de energia elétrica para sala de aula. Em seguida o professor requisitou que eles, em grupos, comparassem o gasto mensal de energia elétrica com a de seus colegas e tentassem calcular quanto cada aparelho consome em média durante 30 dias. Após a etapa anterior, os alunos tiveram que explicar o que poderia interferir nos valores de suas faturas. Após a discussão, os grupos socializaram suas respostas e concluiu em seguida.

- a) Para você, quais as semelhanças e diferenças entre a prática do professor p1 e p2?
- b) Em sua visão, quais as limitações e possibilidades entre as duas práticas?

02. Tomando como parâmetro o laboratório escolar, o que você pensa sobre a robótica educacional está inserida em algumas escolas? Em sua opinião, ela contribui para o aprendizado da Física? Justifique.

Apêndice D– Encontro – 1º, 2º e 3º momentos – Roteiro de atividades.

1º Momento

Apresentação da robótica educacional no contexto histórico social no qual ela está inserida. Para isso, haverá uma arguição a ser realizada de acordo com o plano de estágio.

Os recursos utilizados serão o computador e *datashow*, e constará de uma apresentação da história da robótica, bem como a sua introdução no contexto educacional. O espaço para perguntas será aberto para que os estudantes deem as suas contribuições.

2º Momento

Serão apresentados os *kits* de robótica LEGO *mindstorms* ev3 disponíveis no laboratório. Os estudantes terão contato físico com os materiais, bem como o material impresso de apoio ao professor disponibilizado pelo pesquisador.

Também serão apresentadas as principais plataformas de prototipagem LEGO e Arduino, bem como *softwares* disponíveis para a construção de programas. A ênfase maior será na robótica LEGO, tendo em vista que a mesma se encontra no ambiente escolar em diversas escolas públicas e particulares.

Para a apresentação, serão utilizados os recursos tecnológicos como computador, *datashow*, *kits* de robótica LEGO e Arduino.

3º momento

Será composto de montagem e programação de robôs.

A ideia principal é que os estudantes comecem a pensar em atividades práticas com a utilização da robótica que possam ser utilizadas em sala de aula. Nesse momento, divididos em grupos e colaborando nas atividades propostas, deverão planejar todo o trabalho de elaboração, montagem e programação dos robôs LEGO. O laboratório aberto proposto por Borges (2002) será o aporte teórico para esse momento.

Serão utilizados os *kits* e os computadores disponíveis no LIFE. A ideia é que os licenciandos pensem em um problema que o robô possa resolver (ex. deslocar um objeto, identificar um obstáculo à sua frente, seguir uma linha, etc.).

Apêndice E - 4ª Etapa do CEK – 8º momento – Solicitação de atividade e roteiro de entrevista

Prezados estudantes!

Lembrando que vocês deverão elaborar uma proposta de atividade, fazendo a ponte robótica educacional - ciência - tecnologia que supere o nível zero da classificação de Borges (2002). Essa atividade pode ser um plano de aula ou uma sequência didática. Considerem o tempo de realização das atividades de no mínimo duas aulas com os estudantes da escola pública:

- 1) Para essa atividade, caso vocês precisem, disponibilizarei o manual didático pedagógico da LEGO, e o manual de montagem dos *Kits* de robótica por *e-mail*;
- 2) Sintam-se livres para trabalharem com o Arduino ou LEGO;
- 3) As atividades podem ser realizadas em dupla ou em trio.

Entrevista

- 1) Quais as relações do seu plano de aula com ciência e tecnologia? Justifique.
- 2) Você necessitou das discussões realizadas até agora para elaborar seu plano de aula? Justifique.
- 3) Quais as contribuições que o material elaborado por vocês apresenta para a discussão de ciência e tecnologia no contexto da robótica educacional? Justifique.

Apêndice F - 5ª Etapa do CEK – 9º momento - Roteiro da entrevista

- 1- Após vocês vivenciarem toda essa discussão durante os encontros, o que pensam sobre ciência e tecnologia?
- 2- Quando se fala em ciência e tecnologia, qual o papel da escola, dos estudantes e dos professores?