



Abordagem “Ciência, Tecnologia e Sociedade” (CTS) no ensino de Física: uma proposta na formação inicial de professores

Felipe Araújo Barbosa: Mestre em Ensino de Física pelo Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física pelo Instituto de Educação Ciência e Tecnologia Fluminense (2017); Professor da rede pública e Particular de ensino, felipearaujojb@yahoo.com.br

Cassiana Barreto Hygino Machado: Doutorado em Ciências Naturais pela Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, Brasil (2015); Professora de física do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio de Janeiro, cassiana.machado@ifrj.edu.br

Edmundo Rodrigues Junior: Doutorado em Ciências Naturais pela Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, Brasil (2015); Professor do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Espírito Santo, edmundor@ifes.edu.br

Marília Paixão Linhares: Doutorado em Física pelo Centro Brasileiro de Pesquisas Físicas, Brasil (1989); professor associado da Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, paixaoli@uenf.br

Resumo. Neste artigo apresentamos a elaboração e aplicação de uma proposta didática com o uso da abordagem CTS no ensino de Física. A proposta didática aqui apresentada foi elaborada por um licenciando em Física durante o período de sua formação inicial, em três disciplinas obrigatórias da licenciatura em Física denominadas Estratégias para o Ensino de Física I, II e III. Nestas disciplinas, os futuros docentes tinham a oportunidade de relacionarem momentos de teoria e prática, buscando a evolução de seu conhecimento profissional. A proposta didática foi implementada pelo licenciando em uma turma de Ensino Médio no âmbito do Estágio Supervisionado IV. As análises aqui apresentadas referem-se aos dados colhidos durante a intervenção na turma de Ensino Médio pelo licenciando, o que gerou sua monografia de fim de curso. As análises mostraram que a proposta didática elaborada favoreceu a compreensão de conceitos científicos relacionados ao conteúdo de ondas eletromagnéticas e oportunizou momentos de reflexões entre os alunos sobre a utilização do telefone celular na sociedade. Além disso, a integração entre as disciplinas da formação docente mostrou que as inovações em aulas de Física podem ser aplicadas na realidade escolar.

Palavras-chave: CTS, formação inicial, ensino de Física.

"Science, Technology and Society" (STS) approach in Physics teaching: a proposal in initial teacher education

Abstract. This article presents the design and implementation of a teaching proposal using the STS approach in teaching Physics. The didactic proposal presented here was developed by an undergraduate in Physics during his initial internship in three compulsory subjects of the degree in Physics called Strategies for Teaching Physics I, II and III. In these disciplines, future teachers had the opportunity to relate moments of theory and practice, seeking the development of their professional knowledge. The didactic proposal was implemented by the undergraduate student in a high school class under the IV discipline of Supervised Internship. The analyses presented here refer to the data collected during the intervention in the high school class by the undergraduate student, which led to his final monograph. The analyses showed that the elaborate instruction facilitates the understanding of scientific concepts related to the content of electromagnetic waves and provided an opportunity for moments of reflections by students on the use of the mobile phone in society. Furthermore, the integration between the disciplines of teacher education showed that innovations in Physics classes can be applied in the school reality.

Keywords: STS, initial teacher education, teaching Physics.

Introdução

Atualmente vivemos em um mundo bastante influenciado pela ciência e pela tecnologia, no qual a lógica do comportamento humano passou a ser a lógica da eficácia tecnológica e suas razões passaram a ser as razões da ciência (BAZZO, 1998). Com o agravamento das questões ambientais e o medo decorrente da expansão tecnológica, torna-se imprescindível que o ensino de ciências contemple essas preocupações da sociedade. É neste cenário que surge a abordagem Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS) no ensino de ciências, com o objetivo de não apenas discutir separadamente temas relativos à Ciência, Tecnologia e Sociedade, mas em buscar a compreensão das relações entre essas três dimensões, desenvolvendo a capacidade de tomada de decisão, a aprendizagem de conceitos científicos, além da formação de valores (SANTOS, 2011), transformando os alunos em sujeitos conscientes para transformar o seu entorno social.

A perspectiva CTS enfatiza a alfabetização científica dos alunos e fornece subsídios para que o ensino de ciências se torne relevante para os mesmos. Desta forma, as disciplinas curriculares além de propiciar o conhecimento dos fenômenos da natureza devem desenvolver nos estudantes a capacidade de assumirem posições em relação a problemas do mundo atual, sempre com o foco na sustentabilidade local e global.

Considerando este cenário, os docentes têm um papel de destaque na implantação dos currículos com ênfase em CTS na formação de futuros cidadãos com uma conduta crítica face às questões socioambientais, além da formação de uma cidadania ambiental que os mobilize para a questão da sustentabilidade. Rebelo, Martins e Pedrosa (2008) ressaltam que para que as reformas educativas tenham um reflexo significativo nas escolas e na vida dos alunos, é necessário agir na formação e na capacitação dos professores, criando espaços adequados para tal objetivo.

Ao fazer uma análise da prática docente dos professores de Física, observa-se a ênfase na memorização de fatos e fórmulas e a resolução de exercícios repetitivos, o que pouco contribui com a formação de cidadãos críticos, como orientam os documentos oficiais da educação básica (BRASIL, 1999). No entanto, esta prática tão amplamente utilizada advém do fato de que os professores reproduzem os métodos de ensino de Física que vivenciam em sua formação, ou seja, reproduzem o que seus mestres lhes ensinaram (PORLÁN; RIVERO,

1998). Além disso, os professores, em geral, não se sentem motivados e apoiados para desenvolver práticas diferenciadas e inovações em suas aulas (BORGES, 2006).

Deste modo, as aulas de Física, no Ensino Médio, precisam ser ministradas de forma atraente, incorporando elementos inovadores, para que os alunos consigam aprender significativamente o conteúdo, rompendo com a visão de que a disciplina de Física é difícil, e substituindo a aprendizagem vivenciada apenas através de memorização e aplicação de fórmulas descontextualizadas por uma Física associada ao cotidiano do discente. Para se alcançar este objetivo, o professor deve ter uma formação adequada já no seu curso de licenciatura.

Neste sentido, as práticas dos professores precisam de mudanças, o que favorece a formação inicial de professores como um dos espaços capazes de tornar os futuros docentes conscientes da necessidade de um ensino diferente do tradicional, reconhecendo os professores como sujeitos responsáveis e fundamentais pelas tão necessárias mudanças em nosso sistema educacional (GUIMARÃES; ECHEVERRÍA; MORAES, 2006). Desse modo, acreditamos que os modelos formativos devem propiciar aos docentes o questionamento de suas concepções e de suas práticas relacionadas a problemas fundamentais (o que ensinar e para quê, que atividades realizar na sala de aula, como acompanhar a evolução dos alunos) e como implementar estas mudanças.

Diante deste contexto, colocamo-nos a seguinte questão: como os futuros professores de física podem planejar e aplicar propostas didáticas com enfoque CTS, de modo a proporcionar aos estudantes a aprendizagem de conceitos científicos e a reflexão sobre os impactos da ciência e tecnologia em sua sociedade?

Na tentativa de responder a essa questão, desenvolvemos uma proposta de inovação curricular em um curso de Licenciatura em Física, em três disciplinas da grade regular, com o objetivo de favorecer a evolução dos conhecimentos profissionais docentes a partir da reflexão-ação sobre suas práticas. As disciplinas Estratégias para o Ensino de Física I, II e III têm como objetivo associar teoria e prática e conhecimentos científicos da área de Física e conhecimentos pedagógicos. As atividades de cunho investigativo têm como eixo principal o método do estudo de caso, considerada a estratégia mais adequada para alcançar os objetivos das disciplinas. Durante a concretização dos estudos são realizadas atividades práticas e de reflexão, incluindo leituras e discussão de artigos científicos. Além disso, cada licenciando

deve planejar e apresentar uma aula de Física, e como uma reflexão de sua prática deve elaborar um texto que relate sua aula, o que deveria mudar e o que deve permanecer, e ainda indicar quais as alternativas de mudanças (HYGINO; MOURA; LINHARES, 2014).

A proposta desenvolvida nessas disciplinas foi integrada às disciplinas de Estágio Supervisionado e Monografia; esta última refere-se ao Trabalho de Conclusão de Curso. Esta integração permitiu a total conexão entre as disciplinas oferecidas na matriz curricular do curso.

Neste trabalho, apresentamos as análises referentes à proposta didática desenvolvida por um dos licenciandos participantes da pesquisa, que atuou nas três disciplinas Estratégias para o Ensino de Física I, II e III, e que implementou sua proposta em uma intervenção no Estágio Supervisionado IV e a partir desta intervenção construiu sua monografia.

Fundamentação teórica: formação docente

O fazer pedagógico de cada professor, ou seja, “o jeito” como cada professor articula sua aula, está diretamente relacionado ao seu saber ou conhecimento profissional. Desse modo, este fazer pedagógico reflete o modelo de apoio do professor que, de acordo com Harres *et al.* (2005, p.9), “seria a seleção de elementos relacionados entre si e que devem ser levados em conta na abordagem de um processo”. No que se referem à educação, os “modelos didáticos” interpretam a realidade da sala de aula e compreendem as concepções dos professores sobre o conhecimento, sobre a educação e sobre o mundo.

Na literatura podem ser identificados vários modelos didáticos que variam desde a predominância do modelo tradicional até tendências mais transformadoras. De acordo com Porlán e Rivero (1998), as atuações e concepções dos professores frente ao processo de ensino-aprendizagem podem ser representadas por meio de quatro modelos didáticos: 1) o tradicional, 2) o tecnológico e 3) o espontaneísta, caracterizados como modelos de transição, e 4) o modelo investigativo.

O modelo didático tradicional caracteriza-se pela transmissão de conhecimentos, na qual os conteúdos são pensados em sequências lineares e rígidas. A metodologia é a transmissão verbal do professor e uso quase exclusivo do livro-texto. Avalia-se a

memorização mecânica dos conteúdos. O professor tem papel ativo, enquanto o aluno, passivo.

O modelo tecnológico tem o objetivo de ensinar adequadamente as ciências; utiliza-se de materiais didáticos atualizados e tem planejamento metodológico rigoroso. A avaliação tem como objetivo quantificar a aprendizagem e verificar a eficiência desta sistemática de ensino. O aluno tem, ainda, papel passivo.

No modelo espontaneísta, as ideias dos alunos têm ênfase, os conteúdos atendem aos seus interesses, as atividades não são previamente planejadas, valoriza-se apenas a experiência dos professores, e a avaliação se dá através da participação dos alunos.

O modelo investigativo, por sua vez, propõe um ensino no qual tanto alunos quanto professores exercem um papel ativo. Enfatizam-se as situações-problema que exigem dos alunos posturas investigativas, nas quais devem elaborar hipóteses e propor soluções. As atividades são contextualizadas, com temas socialmente relevantes e com incentivo da atuação dos alunos. A avaliação tem como objetivo identificar as dificuldades dos alunos e promover reflexões sobre a evolução dos estudantes.

Para Porlán e Rivero (1998), o processo de formação de professores de ciências deve guiar-se por hipóteses de progressão, ou seja, devem estar centradas em estratégias que favoreçam a evolução dos conhecimentos profissionais docentes, a fim de que possa ocorrer uma mudança concreta da prática dos professores.

Segundo esses autores, esse conhecimento é constituído pelo conjunto de crenças, conhecimentos específicos, rotinas e técnicas que, na sua forma desejável, envolveria a integração dessas dimensões de forma complexa, crítica, evolutiva e investigativa em sala de aula.

Além disso, devem-se considerar as ideias sobre ensino e aprendizagem que os professores apresentam antes de iniciar seu processo de formação, sendo essas, possivelmente, o ponto de partida dos processos formativos. Portanto, a formação dos professores seria um processo de (re)construção gradual e contínua de seu conhecimento profissional, cuja intencionalidade destina-se à construção de estratégias para a superação dos problemas da prática docente. Esta construção, concebida evolutivamente, deve desenrolar-se em um contexto de explicitação, reflexão e discussão sobre seu conhecimento profissional prévio e

seu confronto com novas concepções, para possibilitar mudanças ao mesmo tempo conceituais, metodológicas e atitudinais dos professores (HARRES *et al.*, 2005).

Neste caso, a evolução é entendida como a passagem de concepções e ações docentes, inicialmente simples e, na maioria das vezes, implícitas, relacionadas com o modelo didático tradicional, para outras progressivamente mais complexas e conscientes, "embasadas em uma visão integradora das relações entre ciência, ideologia e cotidianidade e no desenvolvimento dos princípios de autonomia, diversidade e negociação rigorosa e democrática de significados" (PORLÁN; RIVERO, 1998, p.56).

Dessa perspectiva, alguns dos âmbitos de desenvolvimento profissional, mais significativos para os professores de ciências das etapas educativas obrigatórias são:

(a) O que sabem os professores sobre os conteúdos a ensinar? (b) O que sabem os professores sobre o conhecimento dos alunos? (c) O que e para que ensinar ciências? (d) Como ensinar? (e) O que e como avaliar?

Desse modo, apoiados nas orientações de Porlán e Rivero (1998), desenvolvemos uma proposta curricular para a formação de professores de Física que reconhece a necessidade de disponibilizar recursos para o futuro docente enfrentar uma variedade de situações, tornando-o capaz de identificar e propor soluções aos problemas enfrentados no cotidiano da sala de aula.

A abordagem CTS no ensino de Ciências

O enfoque CTS teve sua origem nos Estados Unidos e na Europa na década de 1970, a partir do momento em que se passou a criticar que o desenvolvimento científico, tecnológico e econômico não estava conduzindo ao bem-estar social.

Essas críticas tinham origem em fatores anteriores, como o agravamento dos problemas ambientais, a qualidade de vida da sociedade industrializada, as relações entre o desenvolvimento científico e tecnológico e as guerras, as quais resultaram nas bombas de Hiroshima e Nagasaki, que mostraram a necessidade da participação popular nas decisões públicas (SANTOS, 2011).

Estas discussões sobre os impactos dos avanços científicos e tecnológicos produziram também desdobramentos no âmbito educacional, em currículos do ensino superior e secundário.

A escola passou a ser criticada por não estar contribuindo com uma formação para a ciência e a tecnologia que cultive a atitude crítica e participativa com respeito a esses campos de saberes. Tornou-se então, imprescindível a aquisição de conhecimentos científicos e tecnológicos, de modo que a população possa, além de ter acesso às informações sobre o desenvolvimento científico e tecnológico, ter também condições de avaliar e participar das decisões que venham a atingir o meio onde vive (BAZZO, 1998).

Na tentativa de suprir o hiato entre a ciência ministrada na escola e as questões que emergem na vida cotidiana oriundas do desenvolvimento científico e tecnológico, surgiram diversas pesquisas e trabalhos com o enfoque CTS no ensino (SANTOS; MORTIMER, 2002).

O objetivo central do enfoque CTS no Ensino Médio é desenvolver a alfabetização científica e tecnológica dos cidadãos, auxiliando o aluno a construir conhecimentos, habilidades e valores necessários para tomar decisões responsáveis sobre questões de ciência e tecnologia na sociedade e atuar na solução de tais questões (AIKENHEAD, 1994).

Pinheiro, Silveira e Bazzo (2007) ressaltam que o enfoque CTS é apenas um despertar inicial no aluno, com o intuito de que ele possa vir a assumir essa postura questionadora e crítica num futuro próximo. Desse modo, corroborando Pinheiro, Silveira e Bazzo (2007), acreditamos que a introdução do enfoque CTS no Ensino Médio poderá promover um ensino-aprendizagem que propicie ao aluno habilidade de discussão sobre assuntos relacionados com a ciência, a tecnologia e a implicação social das ciências nos aspectos ligados à sua área de atuação que possa levá-lo, enfim, a uma autonomia profissional crítica.

Uma proposta curricular para a licenciatura em Física

O contexto desta pesquisa constitui-se em uma série de três disciplinas, denominadas Estratégias para o Ensino de Física I, II e III, oferecidas obrigatória e respectivamente para o 3º, 5º e 7º períodos da Licenciatura em Física de uma universidade do norte do estado do Rio de Janeiro. Cada uma das disciplinas possui carga horária de 34 horas semestrais e são ministradas uma vez por semana durante 2 horas, no período noturno. As disciplinas buscam integrar o conhecimento específico da Física com a dimensão pedagógica da atuação docente e têm como objetivo favorecer ao futuro professor uma postura reflexiva, crítica, aberta à mudança e em permanente evolução profissional.

A proposta didática adotada nas disciplinas tem como eixo principal o método de estudos de caso. Este se apresenta como narrativas ou como um relato de situações problemáticas, que neste caso se constituem em problemas da prática docente. Segundo Porlán *et al.* (2010) o conhecimento prático profissional só se produz a partir da investigação dos problemas relevantes do âmbito epistemológico específico, isto é, dos problemas práticos profissionais. No desenvolvimento de um estudo de caso, os futuros professores são incentivados a buscar soluções para os problemas da prática profissional partindo de seus conhecimentos prévios. Ao longo do desenvolvimento da proposta estes conhecimentos são articulados a diferentes conhecimentos teóricos e práticos, a fim de propor novas soluções.

Um estudo de caso, em geral, apresenta três passos. No primeiro realiza-se uma leitura do texto do estudo de caso e são apresentadas as soluções aos problemas propostos, com base em conhecimentos prévios; no segundo são encaminhadas as leituras, experimentos, discussões, dentre outras práticas, com o objetivo de aprofundar as questões propostas inicialmente; e por fim, no terceiro passo devem-se retomar as questões iniciais e respondê-las embasados nos conhecimentos adquiridos ao longo do processo (REIS; LINHARES, 2008).

Em cada uma das disciplinas o professor/pesquisador elabora estudos de caso que tratam de possíveis problemas relevantes da prática docente e propostas de atividades investigativas desencadeadas a partir do problema exposto no estudo de caso.

Na disciplina Estratégias para o Ensino de Física I, implementada no primeiro semestre de 2011, foram desenvolvidos dois estudos de caso intitulados: “Uma aula de Física” e “Reflexões sobre o currículo de Física”. No primeiro, buscou-se compreender os modelos didáticos pessoais de cada licenciando observando suas ideias sobre o processo de ensino-aprendizagem, no que diz respeito: aos objetivos do ensino de Física, que conteúdos devem ser escolhidos, qual a melhor metodologia a ser adotada e como deve ser a avaliação. No segundo, objetivou-se compreender a visão dos futuros professores sobre o currículo de Física e quais sugestões apresentavam para melhorá-lo. Durante o desenvolvimento destes estudos de caso, os licenciandos fizeram leituras e pesquisas sobre o assunto. Além disso, os futuros docentes tiveram a oportunidade de assistir a aulas com professores do sistema de Ensino Básico da região, a fim de refletirem sobre as aulas que estes lecionam e de conhecerem e refletirem sobre resultados importantes de pesquisas acadêmicas sobre o ensino de Física, a partir da leitura de artigos da área de ensino de ciências. No fim da disciplina, os futuros

professores elaboraram uma proposta de ensino e apresentaram uma aula referente ao conteúdo da primeira série do Ensino Médio. As propostas de aulas deveriam levar em consideração as discussões e conhecimentos adquiridos durante o desenvolvimento da disciplina. Após as apresentações, cada licenciando elaborou um texto como uma reflexão sobre sua aula, apontando as dificuldades, o que consideraram importante e o que mudariam.

A disciplina Estratégias para o Ensino de Física II, realizada no primeiro semestre letivo de 2012, teve como objetivo discutir sobre o uso das ideias prévias dos alunos, pois assim como destacam Garcia e Porlán (2000), o reconhecimento e a utilização didática das ideias dos alunos é um aspecto do conhecimento profissional dos professores com alto poder formativo. Para o trabalho na disciplina foi desenvolvido o estudo de caso intitulado: “As ideias prévias no processo de aprendizagem de Física”, com o objetivo de favorecer o entendimento de que as ideias prévias desempenham um papel importante no processo de aprendizagem, podendo ser trabalhadas de várias maneiras. Durante o desenvolvimento do estudo de caso os licenciandos realizaram leituras de artigos sobre o tema e também pesquisas bibliográficas sobre concepções alternativas relacionadas a um conteúdo da segunda série do Ensino Médio do currículo mínimo do estado do Rio de Janeiro, e que fossem aprofundar na disciplina (HYGINO; LINHARES, 2013). Além disso, também foram realizadas leituras de artigos da área de ensino de ciências a respeito de diferentes formas de acessar as ideias prévias dos alunos, como o uso de desenhos, questionários e mapas conceituais. Com base em leituras e discussões, cada licenciando apresentou sua proposta de aula, na forma de uma aula-teste, para os seus colegas da disciplina. Ao fim da aula, foi pedido que os licenciandos elaborassem um texto de reflexão sobre sua aula-teste, destacando pontos positivos e negativos, o que deve ser mantido, o que pode ser mudado em sua aula e os motivos.

A disciplina Estratégias para o Ensino de Física III, realizada no primeiro semestre letivo de 2013, teve como objetivo levar os licenciandos a refletirem sobre o planejamento de aulas de Física, visto que se faz necessária por parte dos educadores uma visão ampla sobre a importância de planejar sua prática. Além disso, esta disciplina também foi formulada com a intenção de que os planejamentos de aulas incorporassem estratégias inovadoras para trabalhar os conteúdos de Física, aproximando os resultados das pesquisas em ensino de Física com a formação inicial de professores de Física. No que se refere às metodologias, foi discutido o método de estudos de caso, que consistem em textos narrativos sobre indivíduos

enfrentando decisões ou dilemas contidos em determinadas situações (SÁ; FRANCISCO; QUEIROZ, 2007). E também os três momentos pedagógicos têm como objetivo a promoção da superação do nível de consciência dos alunos para dar entrada a outros conhecimentos, os científicos (DELIZOICOV, 2003). No que tange às abordagens foram discutidas a incorporação da história da ciência ao ensino de ciências, a abordagem CTS, e a utilização da experimentação investigativa.

Ao fim das disciplinas os licenciandos haviam planejado aulas que levassem em consideração todos os assuntos discutidos nas disciplinas. Estas aulas, para aqueles que estavam no Estágio Supervisionado IV, poderiam ser utilizadas para sua intervenção em uma turma de Ensino Médio de uma escola pública da região. Após a intervenção no estágio supervisionado IV, os licenciandos também poderiam utilizar os dados coletados com os alunos do Ensino Médio, para a elaboração de sua monografia.

Diante disso, a proposta curricular estaria concretizada, a partir da integração dos componentes curriculares Estratégias para o Ensino de Física I, II e III, Estágio Supervisionado e Monografia, constituindo, desse modo, espaços colaborativos de trocas e construção de conhecimentos, com a articulação entre teoria e prática.

Metodologia de Pesquisa

Na presente comunicação trataremos da proposta didática desenvolvida por um dos licenciandos que participou das três disciplinas Estratégias para o Ensino de Física I, II e III e que utilizou a proposta por ele elaborada para sua intervenção no Estágio Supervisionado IV, o qual é realizado em uma turma do Ensino Médio em uma escola pública da região de localização da universidade. Após a intervenção no Estágio Supervisionado, o licenciando utilizou os dados colhidos para sua monografia de fim de curso.

A proposta didática criada pelo Licenciando P (chamado assim a fim de preservar sua identidade) foi norteada pelo Currículo Mínimo de Física do Estado do Rio de Janeiro, que propõe para o 4º Bimestre do 3º ano do Ensino Médio, como conteúdos a serem abordados: Fenômenos ondulatórios, Estudo da natureza da luz e Efeito fotoelétrico, e apresenta como habilidades e competências, segundo Seeduc (2012): compreender fenômenos naturais ou sistemas tecnológicos, identificando e relacionando as grandezas envolvidas; compreender as propriedades das ondas e como elas explicam fenômenos presentes em nosso cotidiano;

compreender a importância dos fenômenos ondulatórios na vida moderna sobre vários aspectos, entre eles sua importância para a exploração espacial e na comunicação; relacionar benefícios alcançados nas comunicações e na saúde com o desenvolvimento científico e tecnológico alcançado pela Física Ondulatória; reconhecer, utilizar, interpretar e propor modelos explicativos para fenômenos naturais ou sistemas tecnológicos; e discutir modelos para a explicação da natureza da luz vivenciando a ciência como algo dinâmico em sua construção.

Desse modo, a proposta didática foi planejada com a utilização do enfoque CTS, e foi escolhido o tema: A Física do Telefone Celular. Este tema foi escolhido devido ao amplo uso de telefones celulares por estudantes, o que pode proporcionar maior interesse pelo assunto. Além disso, este tema abrange a questão social sobre consumismo, comunicação entre pessoas e também aspectos da teoria ondulatória, como o conceito de ondas eletromagnéticas. Como estratégia de ensino foi utilizado o método de estudo de caso, como eixo principal da proposta.

A proposta foi implementada em uma turma da terceira série do Ensino Médio. Nessa turma já vinham sendo realizadas as observações com relação a conteúdo ministrado, familiaridade dos alunos entre si, relação dos alunos com o professor e com relação ao tema escolhido sobre Física e telefone celular, que trataria do tema de ondas eletromagnéticas e fenômenos ondulatórios, durante o Estágio Supervisionado III.

Na turma em que foi realizada a aula, foram disponibilizados dois tempos de aula, sendo que cada tempo de aula equivale a 55 minutos. Não foi possível realizar a aula em um tempo maior devido ao fato de que a escola passava por obras de reforma e teve seu calendário escolar alterado.

A proposta didática foi iniciada a partir da leitura do texto do estudo de caso, conforme apresentado no quadro 1:

Certo dia Geraldo visitando seus familiares no interior, viu algumas crianças brincando com um telefone de lata, o telefone consistia de duas latas presas a um barbante e uma criança falava através de uma das latas enquanto a outra conseguia ouvir através da outra, intrigado pensou nas aulas de Física que ele possui na escola. Ao retornar ao colégio comentou o fato ocorrido ao professor, indagando ao mesmo se o funcionamento do telefone celular era semelhante? O professor aproveitando a oportunidade estimulou a curiosidade de Geraldo, perguntando a ele em que aspecto o telefone celular seria semelhante ao telefone de latas, o porquê do aparelho de telefone celular possuir este nome e quais seriam suas influências positivas e negativas na sociedade? E você, como ajudaria ao Geraldo a responder tais questionamentos?

Quadro 1: Estudo de caso sobre o aparelho de telefone celular.

Para isso, a turma foi dividida em 5 grupos de 4 estudantes e desta forma se mantiveram até o fim da realização da proposta didática. Cada grupo realizou a leitura do texto do estudo de caso e respondeu de acordo com suas ideias iniciais aos questionamentos levantados.

Após todos os grupos responderem ao passo inicial do estudo de caso, foi iniciado o segundo passo, no qual foram distribuídas reportagens sobre notícias atuais de jornais e revistas a respeito da utilização do telefone celular, com o objetivo de fomentar os argumentos dos alunos a respeito do uso e das consequências dessa tecnologia em nossa sociedade. Após a leitura, os alunos discutiram em seus grupos e depois com todos os outros grupos a respeito da reportagem que haviam lido, na tentativa de incitar a discussão, exposição e defesa de ideias dos alunos.

Em seguida, houve uma aula expositiva a respeito da Física envolvida em um aparelho de telefone celular.

A aplicação da proposta didática foi encerrada com o terceiro passo do estudo de caso, no qual os alunos, em grupos, realizaram novamente a leitura do texto do estudo de caso, respondendo aos questionamentos levantados.

A fim de verificar se houve evolução dos conhecimentos dos alunos relacionados à implicação da utilização do telefone celular em nossa sociedade e também a respeito da Física envolvida neste aparelho, foram analisadas as respostas dos grupos aos primeiro e terceiro passo do estudo de caso.

Para a análise desses passos utilizamos a análise de conteúdo como proposta por Bardin (2009), para quem esta análise “consiste em descobrir os 'núcleos e sentidos' que compõem a comunicação e cuja presença ou frequência de aparição pode significar alguma coisa para o objetivo analítico escolhido” (BARDIN, 2009, p.105). A análise de conteúdo temática segue três etapas: i) pré-análise das respostas: utilizamos as respostas dos estudantes aos primeiro e terceiro passos, pois o interesse estava na identificação das concepções demonstradas pelos alunos no início e no fim do estudo; ii) exploração do material: recortamos Unidades de Significação (US) dos textos selecionados para análise dos alunos que manifestaram suas ideias sobre o uso do telefone celular na sociedade e também a respeito dos conhecimentos sobre o conteúdo de ondulatória estudados; iii) interpretação e inferência

dos resultados: apresentamos e analisamos a frequência de aparição dos tipos de conhecimentos identificados nas respostas dos estudantes aos passos analisados.

Resultados e Discussão

Nesta seção apresentamos a interpretação dos resultados, que constitui a etapa final da análise de conteúdo adotada. O objetivo foi compreender, a partir das categorias criadas, quais conhecimentos predominaram entre os estudantes em cada um dos passos selecionados para a análise. Utilizamos para análise as respostas dadas pelos Grupos aos passos inicial e final do estudo de caso. Com o objetivo de preservarmos as identidades dos grupos de alunos, os chamaremos de Grupos: 1, 2, 3,4 e 5.

A tabela 1 apresenta os conhecimentos identificados dos grupos de alunos nos dois momentos a respeito da utilização do telefone celular em nossa sociedade:

Passo Inicial	Passo Final
US- utilização do celular em nossa sociedade	US- utilização do celular em nossa sociedade
Meio de Comunicação (grupos, 1, 2, 3,4 e 5) Praticidade de transportar (Grupo 2) Impacto Ambiental (Grupo 1 e 3) Uso da internet (Grupo 4) Dependência (Grupo 5)	Danos à saúde e ambientais (Grupo 1) Danos ao bem-estar social (grupos 2, 3, 4, 5) Meio de comunicação (grupos, 1, 2, 3, 4 e 5)

Tabela 1: US dos grupos de alunos relacionados à utilização do telefone celular em nossa sociedade

Tanto no passo inicial, quanto no final, os alunos foram unânimes com relação à utilização do celular na sociedade como meio de comunicação social. Além disso, no passo inicial destacaram outros aspectos positivos: o “acesso fácil à internet” (Grupo 4, passo inicial) e “a praticidade de transportar” (Grupo 2, passo inicial).

A discussão em grupo possibilitou que os alunos manifestassem seus posicionamentos sobre os aspectos sociais positivos e negativos da utilização do aparelho. A respeito dos aspectos negativos foi destacado tanto no passo inicial, quanto no passo final, a preocupação com a questão ambiental: “produz radiação” (grupo 1), “impacto ambiental, devido às baterias (Grupo 3, passo inicial) e “apesar de produzir radiação não existem estudos que as mesmas sejam nocivas ao ser humano” (Grupo 1, passo final). Apesar da evolução das respostas dos

alunos em relação ao passo inicial, notamos que o grupo 1 apresentou uma visão equivocada ao afirmar que “não existem estudos que as mesmas sejam nocivas ao ser humano”. Entretanto entendemos que na verdade queriam explicitar que apesar de existirem estudos sobre os malefícios produzidos pela radiação celular nos seres humanos, as pesquisas ainda não são conclusivas. Essas pesquisas tiveram como objetivo verificar se o celular provoca distúrbios no sono (MANN *et al.*, 1998) se altera o sistema cardiovascular (PAREDI *et al.*, 2001) e a produção de hormônios (RADON *et al.*, 2001), ou se o celular pode provocar câncer (HARDELL *et al.*, 1999); (JOHANSEN *et al.*, 2001); (STANG *et al.*, 2001); (INSKIP *et al.*, 1999).

Com relação à saúde e ao bem-estar social, os estudantes também ressaltaram: “causa dependência” (Grupo 5, passo inicial), “Devido à dependência aumenta a possibilidade de ter um mau rendimento em estudo e trabalho” (Grupo 5 passo final).

Ao afirmar que a dependência do celular aumenta a chance do fracasso escolar, talvez o aluno possa estar associando o uso do celular apenas às atividades lúdicas, ou seja, ele não prioriza, por exemplo, a utilização do celular para estudar, ver simulações computacionais, acessar livros online, etc. A escola também contribui para essa concepção. É comum as instituições de ensino solicitarem os alunos para desligarem os celulares antes de entrar na sala de aula, como se esse aparelho fosse inimigo do ensino de qualidade. O professor, por sua vez, teme que os alunos fiquem dispersos e ele não consiga transmitir seu conteúdo no tempo estipulado. Sabe-se, no entanto, que o uso da tecnologia, por si só, não garante a aprendizagem significativa do aluno; ela pode se associar à estratégias de ensino bem elaboradas para que não ocorra simplesmente a troca do giz pelo celular ou outra tecnologia.

O grupo 4, no passo final, também destacou outro possível problema: “apesar do celular servir para aproximar pessoas que estivessem distante, corre-se o risco do mesmo fazer o contrário, ao invés de facilitar a comunicação com outras pessoas, dificultar a comunicação face a face.” (Grupo 4, passo final)

De fato, apesar de distanciar fisicamente as pessoas, o telefone celular pode aproximar as pessoas geograficamente distantes, através das ferramentas síncronas (chat) e assíncronas (fóruns). Pode ser usado inclusive para acesso às plataformas virtuais de ensino. A Educação a distância (EAD) é o processo de ensino-aprendizagem, mediado por tecnologias, onde professores e alunos estão separados espacial e/ou temporalmente (MORAN, 2002). Segundo

Behar (2009, p. 23) essa distância não é somente geográfica, mas vai além, configurando-se em uma distância transacional, “pedagógica”, a ser gerida por professores, alunos e tutores. A utilização da tecnologia pode permitir o diálogo síncrono e assíncrono entre os docentes, estudantes e tutores, reduzindo essa separação transacional. O correio, o rádio, a televisão, o vídeo, a internet são outros exemplos de tecnologias que promovem a educação a distância.

Ainda com relação aos danos ao bem-estar social, o grupo 2 no passo final afirmou que: “Devem ser tomadas medidas cautelosas para evitar o cyberbullying”. Segundo Azevedo *et al.* (2012), o cyberbullying envolve o uso das tecnologias digitais para promover a violência ou hostilizar alguém. Li (2007) afirma que a disseminação das redes sociais gerou um incremento no quantitativo de jovens que já sofreram esse tipo de humilhação. Para Nogueira (2003) é difícil determinar o diagnóstico do cyberbullying no ambiente educacional, porque muitas vezes ele se confunde como um ato de indisciplina e acaba sendo considerado um problema normal.

O grupo 3, no passo final, afirmou: “Cautela com o problema de consumismo exagerado e inconsciente”.

Diante de uma hiperescolha desconcertante, o consumidor pode decidir orientar-se graças à clareza do discurso ou à familiaridade de uma marca conhecida. Neste sentido, pode-se dizer que a multiplicação da oferta torna ainda mais necessária a presença das marcas (SEMPRINI, 2010).

Assim, o consumo de produtos começa a transpor a funcionalidade básica oferecida por ele. Os indivíduos não querem apenas ter um celular que liga, mas sim um celular de determinado modelo, com acesso a internet, câmera fotográfica, jogos, etc. Assim, os produtos e as marcas se transformam em objetos de desejos pessoais e também de diferenciação social.

Os alunos criticaram também o uso dos aparelhos em ambientes como escolas, tribunais e presídios, demonstraram ser necessário tomar cuidado com a possível exposição pessoal em redes sociais e um maior discernimento sobre a obsolescência dos aparelhos tecnológicos que criam um grave dano com seus resíduos.

A tabela 2 apresenta os conhecimentos identificados dos grupos de alunos nos dois momentos a respeito da Física envolvida no telefone celular. Procuramos identificar conceitos relacionados aos conteúdos de Ondulatória estudados.

Passo Inicial	Passo Final
US- a Física envolvida no telefone celular	US- a Física envolvida no telefone celular
Ondas Eletromagnéticas (grupos 1, 2, 3,4 e 5) Interferência (grupo 1) Eletricidade (grupos 2, 3 e 4) Ondas Mecânicas (Grupo 5)	Ondas Eletromagnéticas (grupos 1, 2, 3, 4 e 5) Reflexão de Ondas Eletromagnéticas (grupo 1). Eletricidade (grupos 2,3 e5) Radiação (grupo 4)

Tabela 2: US dos grupos de alunos relacionadas à Física envolvida no telefone celular.

As respostas dos grupos de alunos aos questionamentos do estudo de caso foram das mais variadas. Entretanto, a respeito do funcionamento do telefone celular e seu envolvimento com conceitos de Física apresentaram muitas dificuldades. Os estudantes também declararam que nunca se questionarem sobre o porquê do nome “celular”.

Na tentativa de responder sobre o funcionamento do aparelho alguns grupos também responderam sobre sua estrutura física: “possui teclado” (Grupo 1, passo inicial), “aplicativos” (Grupo 3 passo inicial).

Durante a aplicação do 1º passo do estudo de caso foi possível notar dois fatos interessantes: o primeiro é que um grupo de alunos utilizou o próprio celular para acessar a internet e buscar respostas para alguns dos questionamentos do estudo de caso; e outro fato que ocorreu foi com um grupo de alunos que, utilizando dois aparelhos, ligaram de um aparelho para o outro e perceberam que existia um atraso entre o que falavam pessoalmente e o que ouviam pelos aparelhos.

No passo inicial mencionaram a respeito dos tipos de ondas, como ondas eletromagnéticas, comentaram sobre eletricidade e o grupo 5 ainda tratou sobre as ondas mecânicas, demonstrando a falta de conhecimento sobre o assunto.

Já no passo final, os grupos mostraram a compreensão sobre a emissão das ondas eletromagnéticas. Além disso, alguns grupos mencionaram alguns fenômenos que podem ocorrer com este tipo de onda: “reflexão de ondas eletromagnéticas” (Grupo 1, passo final).

O telefone celular é um aparelho que emite ondas eletromagnéticas, especificamente microondas (radiação não-ionizante), geralmente na frequência de 900 MHz. O aparelho emite um sinal para a Estação de Rádio Base (ERB) mais próxima do usuário. Esta por sua vez envia o sinal para a Central de Comutação e Controle (CCC), que o direciona, por meio de antenas, para o telefone receptor, que pode ser outro aparelho celular ou telefone fixo, como ilustra a figura 1:

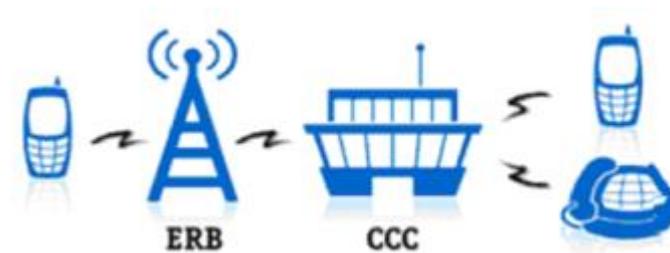


Figura 1: Esquema ilustrando a transmissão de sinais de celulares. Fonte: (VIVO, 2014)

O celular recebe esse nome porque as regiões servidas pelo serviço foram divididas em áreas chamadas de células. Cada uma delas possui uma estação rádio base, composta por uma ou mais antenas que captam as mensagens vindas dos aparelhos e, se necessário, transfere-as para a Central de Comutação e Controle (CCC). A central, por meio de computadores, localiza o destinatário da ligação, se este não estiver na mesma célula, e completa a chamada. Para o computador localizar a posição do celular, é preciso que o aparelho esteja ligado.

Considerações finais

No presente artigo foi apresentada a implementação de uma proposta didática para o ensino de Física com a utilização da abordagem CTS, tendo como eixo metodológico o método de estudo de caso. A proposta didática elaborada durante disciplinas da Licenciatura em Física, denominadas Estratégias para o Ensino de Física I, II e III, foi implementada em uma turma do Ensino Médio, no âmbito do Estágio Supervisionado IV, e os resultados obtidos a partir das análises das respostas dos alunos oportunizaram a elaboração da monografia de fim de curso do licenciando.

A partir das análises realizadas no presente trabalho foi possível concluir que a abordagem CTS cumpre de maneira muito eficaz com a sua função de não somente transmitir conceitos aos alunos e fazer com que os mesmos memorizem um conjunto excessivo de fórmulas descontextualizadas, mas procura incessantemente superar o individualismo entre os alunos, propiciando o desenvolvimento da sua cidadania e de uma visão crítica do contexto social em que está inserido, frente à dicotomia apresentada nas escolas entre a formação

científica descontextualizada e a formação de cidadãos críticos. A abordagem CTS revelou-se promissora para promover a interdisciplinaridade dos conteúdos e auxiliar o discente na reflexão crítica das notícias, propagandas e compra de produtos, veiculadas no seu cotidiano. Espera-se que a abordagem CTS contribua para a conscientização do estudante, despertando nele atitudes extramuros no que tange aos possíveis benefícios e malefícios do celular.

Além disso, também é importante ressaltar que o método de estudo de caso propiciou a deflagração de um problema, criando um meio de possibilitar discussões entre os alunos, a fim de expor suas ideias iniciais e trabalhar com elas durante toda a intervenção didática, permitindo ainda que o licenciando pudesse verificar a evolução de seus alunos e consequentemente de sua prática docente.

A partir do trabalho realizado durante toda a formação docente e por meio das análises foi possível perceber que a experiência didática não só favoreceu a evolução do conhecimento prático docente rumo a modelos didáticos mais desejáveis e a superação de obstáculos exógenos identificados pelo licenciando P durante a implementação da proposta didática com a turma de ensino médio (PORLÁN *et al.*, 2010). Mas também oportunizou a integração entre as disciplinas, oferecendo espaços, tempos e atividades adequadas, que facilitem, aos licenciandos, a permanente transposição didática, isto é, a transformação dos objetos de conhecimento em objetos de ensino, superando, desta forma, a suposta oposição entre ‘conteudismo’ e ‘pedagogismo’ presente nas licenciaturas de nosso país (DELIZOICOV; ANGOTTI; PERNAMBUCO, 2002).

Portanto, acreditamos que a proposta curricular implementada na formação docente conforme a apresentada nesta comunicação, a qual busca favorecer meios para que licenciandos tenham momentos de prática e reflexão, pode oportunizar aos futuros docentes os primeiros passos em direção a uma postura crítica e um melhor conhecimento sobre os processos de evolução do conhecimento dos professores. Além disso, a total integração com as demais disciplinas da formação docente mostrou que as inovações em aulas de Física podem ser aplicadas na realidade escolar. Logo, os resultados obtidos apresentaram um caminho potencial, a fim de suprir o hiato entre teoria e prática na formação do professor, e podem servir de referência para a implementação de estratégias para a formação docente na área de Física, bem como de outras áreas da Ciência na Educação Básica.

Referências

- AIKENHEAD, G. S. What is STS science teaching? In: SOLOMON, J.; AIKENHEAD, G.S. *STS education: international perspectives on reform*. New York: Teachers College Press, 1994, p.47-59.
- AZEVEDO, J.C. et al. O cyberbullying e suas relações com as estruturas psíquicas. *Nucleus*, v.9, n.1, 2012, p. 241-252.
- BARDIN, L. *Análise de conteúdo*. Lisboa: EDIÇÕES 70, 2009. 281p.
- BAZZO, W. A. *Ciência, tecnologia e sociedade: e o contexto da educação tecnológica*. Florianópolis: EDUFSC, 1998. 319p.
- BEHAR, P. A. *Modelos pedagógicos em educação a distância*. Porto Alegre: Artmed, 2009. 309 p.
- BORGES, O. Formação inicial de professores de física: formar mais! Formar melhor! *Revista Brasileira de ensino de Física*, v.28, n.2, 2006, p. 135-142.
- BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Média e Tecnológica. *Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino médio*. Brasília, 1999.
- DELIZOICOV, D. Práticas freirianas no ensino de ciências. In: MATOS, C. (Org.). *Conhecimento científico e vida cotidiana*. São Paulo, SP: Terceira margem, 2003, p.133-144.
- DELIZOICOV, D.; ANGOTTI, J. A.; PERNAMBUCO, M. M. *Ensino de Ciências: fundamentos e métodos*. Coleção: Docência em Formação. São Paulo: Cortez, 2002. 368p.
- GARCIA, J.E.; PORLÁN, R. Teoria e prática na ação docente. *Cadernos Pedagógicos*, v.1, n. 3, 2000, p. 7-42.
- GUIMARÃES, M. A. G.; ECHEVERRÍA A. R.; MORAES E J. I. Modelos didáticos no discurso de professores de Ciências. *Revista Eletrônica de Investigação em Ensino de Ciências*, v.11, n. 3, 2006, p. 303-322.
- HARDELL, L. et al. Use of cellular telephones and the risk for brain tumours: a case control study. *Int J Oncol*, v. 15, n. 1, 1999, p. 113-116.
- HARRES, J.B.S. et al. (Org.). *Laboratórios de Ensino: inovação curricular na formação de professores de ciências*. Santo André: Esetec editores associados, 2005.
- HYGINO, C.B.; MOURA, S.A.; LINHARES, M.P. Modelos didáticos na formação inicial de professores de física: uma apreciação na perspectiva da análise do discurso. *Ciência e Educação*, v.20, n.1, 2014, p. 43-59.
- HYGINO, C.B; LINHARES, M.P. Concepções alternativas e abordagens em sala de aula
Barbosa, Machado, Rodrigues Júnior & Linhares. Revista Ensino & Pesquisa, v.15, n.1 (2017), 158-178.

sobre cosmologia e movimento dos astros: uma revisão da literatura do contexto brasileiro. In: *Anais...* São Paulo, XX Simpósio Nacional de Ensino de Física, 2013.

INSKIP, P. D. *et al.* Study design for a case-control investigation of cellular telephones and other risk factors for brain tumours in adults. *Radiat Prot Dosimetry*, v. 86, n. 1, 1999, p. 45-52.

JOHANSEN, C. *et al.* Cellular telephones and cancer - a nationwide cohort study in Denmark. *J Natl Cancer Inst*, v. 93, n. 3, 2001, p. 203-207.

LI, Q. New bottle but old wine: a research of cyberbullying in schools. *Computers in Human Behavior*, v. 23, n. 4, v. 2007, p. 1777 – 1791.

MANN, K. *et al.* No effects of pulsed high-frequency electromagnetic fields on heart rate variability during human sleep. **Neuropsychobiology**, v. 38, n. 4, 1998, p. 251-256.

MORAN, J. M. *O que é educação à distância* (2002). Disponível em <<http://www.eca.usp.br/moran/dist.htm>>. Acesso em: Jan. 2013.

NOGUEIRA, R.M. **Escola e violência**: análise de dissertações e teses sobre o tema produzidas na área de Educação, no período de 1990 a 2000. Dissertação (Mestrado em Educação). Faculdade de educação, PUC, São Paulo, 2003, 133 f.

PAREDI P. *et al.* Local vasodilator response to mobile phones. *Laryngoscope*, v. 111 , n. 1, 2001, p. 159-162.

177

PINHEIRO, N. A.; SILVEIRA, R. M.; BAZZO, W. A. A relevância do enfoque CTS para o contexto do ensino médio. *Ciência & Educação*, v. 13, n.1, 2007, p. 71-84.

PORLÁN R. *et al.* El cambio del profesorado de Ciencias I: marco teórico e formativo. *Enseñanza de las Ciências*, v.28, n.1, 2010, p. 31-46.

PORLÁN, R.; RIVERO, A. *El conocimiento de los profesores*. Sevilla: Díada, 1998. 213p.

RADON, K. *et al.* No effects of pulsed radio frequency electromagnetic fields on melatonin, cortisol, and selected markers of the immune system in man. *Bioelectromagnetics*, v. 22, n. 4, 2001, p. 280-287.

REBELO, I. S.; MARTINS, I. P.; PEDROSA; E M. Formação contínua de professores para uma orientação CTS do Ensino de Química: um estudo de caso. *Química Nova na Escola*, v.27, n.27 , 2008, p.30 – 33.

REIS, E.M.; LINHARES, M.P. Estudos de caso como estratégia de ensino na formação de professores de física. *Ciência e Educação*, v.14, n.3, 2008, p. 555-74.

SÁ, L. P.; FRANCISCO, C. A.; QUEIROZ, A. L. Estudos de caso em química. *Química nova*, v.30, n.3, 2007, p. 731-739.

SANTOS, W. L. P. Significados da educação científica com enfoque CTS. In: SANTOS, W. L. P.; AULER, D. (Orgs.). *CTS e educação científica: desafios, tendências e resultados de pesquisas*. Brasília, DF: Editora UNB, 2011, p. 21-48.

SANTOS, W. L. P. dos; MORTIMER, E. F. Uma análise de pressupostos teóricos da abordagem C-T-S (Ciência – Tecnologia – Sociedade) no contexto da educação brasileira. *Ensaio: Pesquisa em Educação em Ciências*, v. 2, n.2, dez 2002. (Números das páginas?)

SEEDUC. *Currículo Mínimo de Física*. Secretaria de Educação do Estado do Rio de Janeiro, 2012.

SEMPRINI, A. *A marca pós-moderna: poder e fragilidade da marca na sociedade contemporânea*. Tradução de Elisabeth Leone. São Paulo: Estação das Letras e Cores, 2010.

STANG, A. *et al.* The possible role of radiofrequency radiation in the development of uveal melanoma. *Epidemiology*, v. 12, n. 1, 2001, p. 7-12.

VIVO. Disponível em
<http://www.vivo.com.br/portal/como_funciona_telefonia_celular.php>. Acesso em 20 jul. 2014.