

O documentário *A caverna dos sonhos esquecidos*: atividades na formação de professores de física

Aldo Aoyagui Gomes Pereira

Professor do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia – campus Piracicaba

E-mail: agpereira980542@gmail.com

Maria José Pereira Monteiro de Almeida

Professora do programa de Pós-graduação em Educação e do Programa Multiunidades em Ensino de Ciências e Matemática na Universidade Estadual de Campinas

E-mail: mjpmalmeida@gmail.com

Resumo: Neste trabalho desenvolvemos um conjunto de atividades com quatro licenciandos de um curso de física utilizando o documentário *A caverna dos sonhos esquecidos*, do diretor alemão Werner Herzog, produzido em 2010. Nessas atividades, discutimos por que o uso da datação por carbono 14 nas pinturas rupestres retratadas no documentário causou impacto na área arqueológica. Além disso, problematizamos alguns elementos da leitura de imagens e a narrativa desse documentário. A coleta de informações se deu por meio de gravações em vídeo e da produção escrita dos licenciandos. A análise foi realizada a partir de princípios e noções da Análise do Discurso, principalmente através de textos de Eni Orlandi publicados no Brasil. Durante a realização das atividades destacamos a intenção dos licenciandos de realizar leitura crítica de imagens em movimento e da narrativa contida no documentário utilizado.

Palavras-chave: documentário; formação de professores; datação por carbono; análise de discurso; caverna de Chauvet.

Abstract: In this study, we engaged four undergraduate students of a physics course in a set of activities using the documentary *Cave of forgotten dreams*, produced and directed in 2010 by Werner Herzog. In these activities, we discussed how the carbon-14 dating of the cave paintings depicted in the documentary has influenced the field of archaeology. In addition, we problematized some aspects of the students' interpretation of the images and narrative of the documentary. The information analyzed was collected through video recordings and the written production of the undergraduates. The analysis was based on the concepts and principles of Discourse Analysis as appear in texts of Eni Orlandi published in Brazil. We noted that, in the students' view, the use of documentaries in the classroom is associated with the idea of visualization, reinforcement, and illustration. During the activities, however, we observed their intention to interpret critically the images and narrative in the documentary.

Keywords: documentary; teacher training; radiocarbon dating; discourse analysis; Chauvet Cave.

Recebido: 24/04/2017

Aprovado: 19/07/2017

1. INTRODUÇÃO

É consenso atualmente que as pesquisas realizadas com objetivo de inserir assuntos relacionados à física moderna (FM) nas aulas de física do ensino médio (EM) não devem ser pensadas da mesma forma que a física clássica (FC) vem sendo trabalhada nesse nível de ensino^{1,2,3}. Um dos aspectos que consideramos importante discutir em sala de aula sobre a FM é como ela influenciou e sofreu influências de outras áreas do conhecimento, como química, biologia, arqueologia, arte etc.

Por se tratar de um assunto relativamente atual e cujas consequências fazem parte de nosso dia a dia, as aplicações da FM são frequentemente lembradas em documentários de divulgação científica (DDC). No entanto, estudos têm apontado que quando esses recursos são levados para a sala de aula, a parceria se dá, em grande parte, com objetivos de motivar, ilustrar e reforçar conteúdos científicos⁴. Consideramos importante que o uso de DDC em sala de aula vá além desses objetivos, ao discutirmos, por exemplo, a forma como tais conteúdos científicos são transmitidos. Além disso, pesquisadores identificaram o potencial desses materiais para trabalhar questões relacionadas à natureza da ciência e para estimular debates sociocientíficos em aulas de ciência do EM^{5,6}.

A relação entre documentários e sala de aula possibilita um espaço de interlocução que pode contribuir para uma análise mais detalhada do fazer científico e do processo de construção desses conhecimentos⁷.

Neste estudo investigamos a produção de sentidos nos enunciados de quatro licenciandos em física ao realizarmos atividades com um documentário intitulado *A caverna dos sonhos esquecidos*⁸, do diretor alemão Werner Herzog, produzido em 2010. A questão norteadora central foi: de que forma as atividades que desenvolvemos com este documentário podem contribuir para que os licenciandos ampliem sua visão sobre a inserção de assuntos relacionados à física no ensino médio? Neste caso, no que se refere a datação por carbono 14.

O documentário de Herzog começa narrando a descoberta de uma caverna no sul da França, em dezembro de 1994, por três espeleologistas: Jean-Marie Chauvet, Éliette Brunel e Christian Hillaire. Hoje, é conhecida como caverna de Chauvet, em homenagem ao primeiro descobridor. Dentro da caverna os pesquisadores encontraram uma série de pinturas nas paredes, aproximadamente 400 no total. Um dos fatores que tornaram a descoberta importante foi a controvérsia sobre a idade das pinturas.

[...] enquanto a estimativa da idade de suas magníficas pinturas, feitas por Jean Clottes pouco depois de sua descoberta, com base nos primeiros dados estilísticos obtidos, as colocavam no Solutrense (21.000 a 18.000 antes do presente), a datação direta pelo radiocarbono de um de seus mais espetaculares desenhos – o combate dos rinocerontes – dava como resultado valores de 31.000 antes do presente. A diferença era da ordem de grandeza de 10.000 anos!⁹

O uso da técnica de datação por carbono 14 ocasionou uma mudança significativa na metodologia de trabalho da arqueologia e, no caso das pinturas

1. REZENDE JUNIOR, Mikael Frank; CRUZ, Frederico Firmo de Souza. Física moderna e contemporânea na formação de licenciandos em física: necessidades, conflitos e perspectivas. *Ciência & Educação*, Bauru, v. 15, n. 2, p. 305-321, 2009. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/ciedu/v15n2/a05v15n2.pdf>>. Acesso em: 24 abr. 2017.

2. COSTA, Rodrigo Ronelli D.; NASCIMENTO, Robson; GERMANO, Marcelo Gomes. Salvador Dalí e a mecânica quântica. *A Física na Escola*, v. 8, n. 2, p. 23-26, 2007. Disponível em: <<http://www.sbfisica.org.br/fne/Vol8/Num2/v08n02a06.pdf>>. Acesso em: 24 abr. 2017.

3. LOBATO, Teresa; GRECA, Ileana Maria. Análise da inserção de conteúdos de teoria quântica nos currículos de física do ensino médio. *Ciência & Educação*, Bauru, v. 11, n. 1, p. 119-132, 2005. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/ciedu/v11n1/10.pdf>>. Acesso em: 24 abr. 2017.

4. RAMOS, Mariana Brasil; SILVA, Henrique César. Educação em ciência e em audiovisual: olhares para a formação de leitores de ciências. *Cadernos CEDES*, Campinas, v. 34, n. 92, p. 51-67, jan./abr. 2014. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/ccedes/v34n92/a04v34n92.pdf>>. Acesso em: 24 abr. 2017.

5. BARBOSA, Leila Cristina Aoyama; BAZZO, Walter Antônio. O uso de documentários para o debate ciência-tecnologia-sociedade (CTS) em sala de aula. *Revista Ensaio*, Rio de Janeiro, v. 15, n. 3, p. 149-161, 2013. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/epec/v15n3/1983-2117-epec-15-03-00149.pdf>>. Acesso em: 13 jun. 2017.

da caverna de Chauvet, surpreendeu os arqueólogos, devido à diferença de 10 mil anos em relação às primeiras medidas utilizando métodos arqueológicos.

Um ponto que nos motivou na escolha do documentário de Herzog é que ele não segue um modelo clássico de DDC. Sua narrativa não intenciona provocar no espectador apenas uma busca pela “verdade científica”, mas também deixá-lo em constante reflexão sobre as consequências das descobertas realizadas na caverna. Como apontado por Leão¹⁰, as entrevistas realizadas não valorizam apenas o conteúdo científico.

As escolhas do diretor deixam claro que o recorte de cada relato vai além da explicação técnica sobre o assunto: busca-se o olhar íntimo sobre a história e a singularidade de cada um, e como esse traço pode contribuir para o conjunto do que está sendo pesquisado.

De fato, a narração, as entrevistas, os diálogos, o enquadramento das imagens, a trilha sonora etc. evocam discussões e debates que vão além de explicações dos conceitos científicos subjacentes às pinturas rupestres descobertas. É claro que sem os procedimentos científicos saberíamos muito pouco sobre as pinturas. No entanto, com a imaginação e a criatividade, podemos saber muito mais do que seu tempo de existência, proporcionado pela técnica do carbono 14. O documentário de Herzog pode contribuir para trazer à sala de aula uma crítica ao modelo de explicação clássica da ciência, que¹¹

Tende a reduzir o conhecível ao manipulável. Hoje, há que insistir fortemente na utilidade de um conhecimento que possa servir à reflexão, meditação, discussão, incorporação por todos, cada um no seu saber, na sua experiência, na sua vida.

Dessa forma, além de refletirmos sobre o impacto que a técnica do carbono 14 teve na datação das pinturas citadas, discutimos com os licenciandos como as relações entre ciência e arte foram postas nesse recurso audiovisual, através da análise de elementos das representações imagéticas e de sua narrativa.

2. APOIO TEÓRICO E CONDIÇÕES DE PRODUÇÃO

Neste estudo, utilizamos como apoio teórico-metodológico o referencial da Análise do Discurso (AD). Baseamo-nos principalmente em trabalhos publicados por Eni Orlandi no Brasil. Coerentemente com essa vertente, consideramos o princípio da não transparência da linguagem e as seguintes noções: mecanismo de antecipação, repetição, memória discursiva e discurso autoritário e polêmico.

O princípio da não transparência da linguagem postula que procurar o sentido único no texto [audiovisual] é uma ilusão. Ele sempre será atravessado por outros sentidos, oriundos da história, do social e, conseqüentemente, do inconsciente e da ideologia.

No caso do mecanismo de antecipação, o sujeito se coloca no lugar do outro, adiantando o que este “interpreta” de suas palavras. Ele antecipa o interlocutor quanto aos sentidos que suas palavras podem produzir. Este mecanismo regula

6. REID, Grace. The television drama-documentary (dramadoc) as a form of science communication. *Public Understanding of Science*, v. 21, n. 8, p. 984-1001, 2012.

7. GUERRA, Andreia; MORAIS, Angelita. História e a filosofia da ciência: caminhos para a inserção de temas física moderna no estudo de energia na primeira série do Ensino Médio. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, São Paulo, v. 35, n. 1, p. 1502-1511, 2013. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/rbef/v35n1/v35n1a18.pdf>> Acesso em: 24 abr. 2017.

8. Título original: *Cave of forgotten dreams*. Diretor: Werner Herzog. Roteiro: Werner Herzog. Intérprete: Werner Herzog. EUA: History Films, 2010. (90 min). Disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=IzcregYsle4&t=14s>>. Acesso em: 4 jun. 2017.

9. CABRAL, João M. Peixoto. *A radioactividade: contributos para a história da arte*. Lisboa: IST, 2011, p. 312.

10. LEÃO, Rita de Cássia da Silva. *Werner Herzog em busca da compreensão humana*. Tese (doutorado em ciências sociais) – Departamento de Antropologia, Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, São Paulo, 2015, p. 87.

11. MORIN, Edgar. *Ciência com consciência*. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2010, p. 30.

12. ORLANDI, Eni L. Puccinelli. *Análise de Discurso: princípios & procedimentos*. Campinas: Pontes, 2010, p. 73.

13. Idem, p. 74.

14. Idem, p. 76.

15. ALMEIDA, Maria José Pereira Monteiro de. Discurso pedagógico e formação de professores das ciências da natureza: foco no professor de física. *Alexandria*, Florianópolis, v. 5, n. 2, p. 29-41, set. 2012. Disponível em: <<https://periodicos.ufsc.br/index.php/alexandria/article/viewFile/37712/28886>>. Acesso em: 13 jun. 2017.

16. ORLANDI, Eni L. Puccinelli. *A linguagem e seu funcionamento: as formas do discurso*. São Paulo: Pontes, 2001. p. 26.

17. XAVIER, Ismail. *O olhar e a cena: melodrama, Hollywood, Cinema Novo*, Nelson Rodrigues. São Paulo: Cosac & Naify, 2003, p. 32-35.

18. BRUZZO, Cristina. O documentário em sala de aula. *Ciência & Ensino*, São Paulo, v. 4, p. 23-25, 1998. Disponível em: <<http://prc.ifsp.edu.br:8081/ojs/index.php/cienciaeensino/article/view/32/39>>. Acesso em: 24 abr. 2017.

19. DIJCK, José Van. Picturizing science: the science documentary as multimedia spectacle. *International Journal of Cultural Studies*, v. 9, n. 1, p. 5-24, 2006. Disponível em: <<http://journals.sagepub.com/toc/icsa/9/1>>. Acesso em: 14 jun. 2017.

20. LEÓN, Bienvenido. *Science on television: the narrative of scientific documentary*. Bedfordshire: Pantaneto, 2007.

a argumentação, pois restringe os dizeres, ou seja, silencia alguns enunciados formulando outros, a depender da posição do interlocutor, variando num espectro que vai do interlocutor cúmplice ao adversário absoluto¹².

Outra noção que utilizamos é a de repetição, para a qual Orlandi¹³ distingue três modos interpretativos ou tipos: *repetição empírica* – exercício mnemônico que não historiciza o dizer; *repetição formal* – técnica de produzir frases, exercício gramatical que também não historiciza, só organiza; *repetição histórica* – formulação que produz um dizer no meio dos outros, inscrevendo o que se diz na memória constitutiva, o dizer é historicizado por meio de exemplos e relações entre o dito e o não dito.

Usamos também a noção de memória discursiva. Esta torna possível os enunciados, retornando, sob a forma do pré-construído, o já dito que está na base do dizível¹⁴. Cabe ao analista de discurso procurar indícios de que as condições de produção imediatas não decidem exclusivamente os dizeres, mas também a incidência da memória.

A noção de discurso autoritário remete àquele no qual a polissemia é contida, o referente está apagado pela relação da linguagem que se estabelece, e o locutor se coloca como agente exclusivo na produção de significados.

Quanto ao discurso polêmico, a polissemia é controlada, o referente é disputado pelos interlocutores, que se mantêm em presença, numa relação tensa de disputa pelos sentidos^{15,16}.

Acreditamos que, ao adotar esta postura teórica-metodológica, desenvolvemos práticas educativas que possibilitam aos professores descentralizar seu papel como produtores de significados em sala de aula, ao privilegiarmos o discurso polêmico entre eles e os estudantes.

No que diz respeito à análise da produção discursiva dos licenciandos em relação às imagens e à narrativa apresentada do documentário, utilizamos os trabalhos de Xavier¹⁷, Bruzzo¹⁸, Dijck¹⁹ e León²⁰.

A forma como desenvolvemos as atividades com o documentário de Herzog (inclusive a escolha do próprio documentário) foi inspirada em discussões realizadas na área de ensino de ciências que enfatizam o estreitamento das relações entre ciência e arte na educação^{21,22}. Consideramos que o ensino de ciências pode se tornar mais significativo para os estudantes quando são discutidas em sala de aula as relações da ciência com outras áreas da cultura²³, como literatura, letras de música, cinema, teatro etc.

Quanto às condições de produção das informações analisadas, foram coletadas durante o segundo semestre de 2012 numa universidade pública do estado de São Paulo, no curso de licenciatura em Física, na disciplina de Práticas do Ensino de Física II. Os quatro licenciandos matriculados na disciplina estavam cursando o sexto semestre e seu professor é o primeiro autor deste trabalho.

Nas leituras realizadas na disciplina procuramos apresentar aos estudantes noções de linguagem documental e suas relações com a sala de aula. Foi lido, entre outros, um trabalho de Bruzzo²⁴ que problematiza a ideia de documentário

como retrato fiel da realidade. Lemos também um trabalho de Léon²⁵ que discute algumas características dos documentários de divulgação científica.

A coleta de informações foi realizada em três aulas, cada uma com duração aproximada de uma hora e vinte minutos. O processo metodológico das atividades desenvolvidas demandou: a. leitura de dois textos sobre os assuntos tratados no documentário; b. assistir ao documentário; c. responder um questionário sobre o documentário proposto pelo professor da disciplina; d. discussão sobre os assuntos tratados no documentário; e. elaboração de um questionário pelos licenciandos.

Os textos mencionados no item a foram “A química do tempo: carbono-14”, publicado na revista *Química Nova na Escola*²⁶ e “A caverna onde a arte nasceu”, da revista *Scientific American Brasil*²⁷. Ambos foram lidos em casa, na semana anterior à transmissão do documentário. O primeiro descreve a técnica de datação pelo carbono 14 e algumas de suas aplicações. O segundo discute a importância da descoberta da Caverna de Chauvet e suas pinturas para a arqueologia.

O elemento químico carbono ocorre na natureza sob a forma de três isótopos: ¹²C (98,89%), ¹³C (1,11%) e ¹⁴C (¹⁴C/¹²C ≈ 12⁻¹² nos seres vivos), dos quais apenas o último é radioativo. Estima-se que ele tenha meia-vida de 5.730 anos, ou seja, determinada amostra dele leva esse tempo para se reduzir à metade. Em 1949, Willard Frank Libby (1908-1980) e colaboradores mediram a taxa de decaimento do carbono 14 em amostras de madeira e conchas marinhas recém-capturadas em diferentes lugares da terra e verificaram que os resultados obtidos eram praticamente iguais para todas elas. Isso evidenciava que o teor de carbono 14 nos seres vivos se mantinha constante, independentemente do lugar onde viviam²⁸. Nos tecidos das plantas, por exemplo, ocorre a incorporação do carbono 14 por meio da fotossíntese, quando convertem CO₂ em compostos orgânicos. Uma vez que, com a morte da planta, finalizam-se as trocas de carbono efetuadas entre ela e o ambiente, a quantidade de carbono 14 nos seus restos mortais passa a diminuir, de acordo com a meia-vida desse elemento radioativo. É como se após a morte da planta disparássemos um cronômetro e, a partir de então, a quantidade do carbono 14 caísse da seguinte forma: passados 5.730 anos da morte, pela metade; após 11.460 anos, pela quarta parte, e assim sucessivamente. Devemos levar em conta que a técnica se limita ao intervalo de tempo entre 40 mil e 100 anos atrás, devido ao fato de a meia-vida ser da ordem de 5.730 anos. Intervalo este compreendido na datação das pinturas encontradas na caverna de Chauvet. A datação é realizada através da análise de fragmentos de carvão usados nas pinturas pelo homem pré-histórico.

Na aula posterior à leitura dos textos assistimos ao documentário e, em seguida, foram distribuídas cinco questões para os licenciandos responderem em casa e entregarem na próxima aula. Quando recebemos as questões feitas pelos licenciandos realizamos uma discussão geral sobre o documentário, com duração aproximada de uma hora e vinte minutos. No final da discussão, pedimos para os licenciandos elaborarem uma atividade sobre o documentário,

21. ZANETIC, João. *Física também é cultura*. Tese (doutorado em educação) – Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1989.

22. MARTINS, André Ferrer P. (Org.). *Física ainda é cultura?*. São Paulo: Livraria da Física, 2009.

23. ZANETIC, João. *Física e Arte: uma ponte entre duas culturas*. *Pro-Posições*, Campinas, v. 17, n. 1, p. 39-57, 2006. p. 42. Disponível em: <<http://periodicos.sbu.unicamp.br/ojs/index.php/proposic/article/view/8643654/11171>>. Acesso em: 24 abr. 2017.

24. BRUZZO, Cristina. O documentário em sala de aula, op. cit.

25. LEÓN, Bienvenido. *Science on television*, op. cit.

26. FARIAS, Robson Fernandes. A química do tempo: carbono-14. *Química Nova na Escola*, n. 16, p. 6-8, nov. 2002. Disponível em: <http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc16/v16_A03.pdf>. Acesso em: 24 abr. 2017.

27. VALLADAS, Hélène; CLOTTE, Jean; GENESTE, Jean-Michel. A caverna onde a arte nasceu. *Scientific American Brasil*, São Paulo, n. 31, 2004.

28. CABRAL, João M. Peixoto. *A radioatividade*, op. cit., p. 241.

pensando na possibilidade de trabalhá-lo com alunos do EM. Pedimos para refletirem: caso usassem esse mesmo recurso audiovisual para trabalhar com seus alunos do EM, como o fariam? Que tipos de questões colocariam ou discutiriam com eles?

3. ANÁLISE DAS INFORMAÇÕES COLETADAS

3.1 Respostas dos licenciandos ao questionário proposto pelo professor

Selecionamos as respostas que consideramos importantes para responder nossa questão de estudo. Todos os nomes de licenciandos citados nas transcrições são fictícios, e a ortografia dos estudantes foi mantida. A primeira questão se refere à linguagem do documentário: *Você considera a linguagem usada no documentário adequada para a faixa etária de alunos do ensino médio? Fundamente sua resposta.* A licencianda Larissa respondeu que:

A linguagem usada no documentário, apesar de aparecer em algumas partes termos técnicos, considero adequada para o ensino médio, pois é uma maneira de inseri-los em termos, palavras usadas na ciência. Cabe ressaltar que alguns alunos têm dificuldade em diferenciar filme e documentário, logo sugiro que deixe explícito que a caverna é real e que o documentário é verdadeiro e que a datação de 32 mil anos é confiável, pois isso pode gerar descrença pelos alunos. (Larissa)

Na primeira parte da resposta, Larissa fala sobre o fato de a linguagem do documentário incluir termos técnicos. Ela salienta a adequação para alunos do EM, por inseri-los na linguagem da ciência. No entanto, a segunda parte de sua fala remete ao direcionamento de uma produção de sentido único; primeiro, ao propor sem problematizar a distinção entre filme e documentário; e segundo, ao classificar este como verdade. Nas condições de produção imediatas, que incluíram não só a atividade com o documentário de Herzog, mas também as leituras realizadas na disciplina Práticas do Ensino de Física II, problematizamos o conceito de documentário, particularmente na leitura do já citado trabalho de Bruzzo, em que ela analisa a distinção entre *real* e *ficção*, concluindo que: “Sem dúvida é importante não ter ilusões quanto à veracidade dos filmes documentários, de todos os tipos de filmes, isto não significa, entretanto, que o diretor seja um mentiroso”²⁹.

Ao se posicionar sobre a dicotomia *real* e *ficção* no documentário, acreditamos que Larissa acaba se posicionando sobre a ciência, pois, ao considerar o documentário *real*, a ciência narrada por ele também deveria ser verdade. De acordo com ela, caso usássemos esse material com estudantes de EM, deveríamos dizer, logo de início, que “a datação de 32 mil anos deve ser confiável, pois isso deve gerar descrença pelos alunos”. Numa concepção de aula em que gostaríamos de fomentar a discussão de controvérsias, deslocando o discurso de autoridade do professor no sentido de um discurso polêmico, no qual o

29. BRUZZO, Cristina. O documentário em sala de aula, op. cit.

posicionamento do estudante é fundamental, é justamente a *descrença*, no sentido aqui de curiosidade, que procuraríamos fomentar nas aulas de física do EM. E é fato que, no caso das pinturas da caverna de Chauvet, ainda existem controvérsias sobre idade, contrapondo-se medidas realizadas pelo método do carbono 14 às realizadas pelo método estilístico, que é aquele baseado na comparação do estilo das pinturas descobertas com o das já conhecidas.

Contudo, o fato de Larissa apontar a necessidade de dizer que a caverna é real, que o documentário é *verdadeiro* e que a datação de 32 mil anos é *confiável* pode estar relacionado à sua memória discursiva de espectadora de documentários. Muitos desses recursos audiovisuais, principalmente os produzidos na última década, utilizam efeitos especiais e artifícios de computação gráfica para dar uma sensação de “realidade” e “confiabilidade”. Muitos deles apresentam tendência de usar diversos tipos de efeitos visuais, facilitados pelos avanços da computação gráfica, sem a necessidade de estarem relacionados a algum referente do mundo real³⁰. Essa tendência, contribui para explicar e ilustrar teorias científicas abstratas. No caso do termo *confiabilidade* explicitado por Larissa, ressaltamos outro recurso utilizado pelos documentários atuais, relativo ao modo de narrativa: as entrevistas com pesquisadores de renome na área do assunto discutido. A maneira como são realizadas essas entrevistas muitas vezes se presta a legitimar os conteúdos científicos que estão sendo apresentados. No caso do documentário da caverna, essa técnica poderia ter sido usada se Herzog tivesse entrevistado pesquisadores e todos confirmassem a datação das pinturas encontradas, proporcionando ao espectador uma sensação de confiabilidade em relação à informação. Porém, não é esse o caso, pois podemos notar que a preocupação estética e em coletar diferentes visões e opiniões preponderaram sobre elementos “puramente” científicos.

Na segunda pergunta do questionário procuramos investigar produções de sentido sobre a resolução do documentário, e se esse era um fator relevante para a interpretação das pinturas representadas. A questão foi a seguinte: *Você considera o fato de o documentário ser em alta definição importante para o contexto de sala de aula? Fundamente sua resposta.* Como esperado, as respostas foram semelhantes, no entanto, as justificativas tiveram nuances próprias.

Sim. O documentário com melhor qualidade (de imagem) faz com que o aluno se interesse mais do que documentários de baixa definição, pois nestes de baixa resolução as imagens são menos definidas e conseqüentemente será mais difícil de “prender” a atenção dos alunos. (Fernanda)

Considero que uma imagem em alta definição seja atrativa em qualquer contexto, uma imagem com resolução baixa dificultaria a visão dos detalhes do desenho, por exemplo, as pernas dos cavalos, simulando movimento. (Larissa)

Sim. Acredito que isto por si só gera um tipo de conforto em bem-estar. Imagine você sentado em uma cadeira que já não é confortável, assistindo a algo que talvez não chame a sua atenção, e o vídeo está distorcido devido a baixa qualidade. Além disso, varias cenas são em um ambiente escuro, logo a qualidade do vídeo é muito importante. (Márcio)

30. DIJCK, José Van. *Picturizing science*, op. cit.

Sim, pois passa a sensação maior de realidade, já que o documentário diz respeito a pinturas e imagens seria ruim se não tivesse qualidade suficiente para prender a atenção dos alunos. (Breno)

Um ponto importante a ser considerado nas respostas a essa questão refere-se à adesão de todos os licenciandos à ideia de que a qualidade na resolução do documentário esteja associada ao “prender” a atenção dos alunos. Outro, apontado por Larissa, é a associação da qualidade da imagem à compreensão do que é representado, enfatizando que “uma imagem com resolução baixa dificultaria a visão dos detalhes do desenho, por exemplo, as pernas dos cavalos, simulando movimento”. A imagem à qual a licencianda se refere aparece num trecho do documentário e é reproduzida aqui em duas “versões”: a de alta qualidade e a de baixa qualidade.



Figura 1a: Imagem de “alta qualidade” ou alta resolução.



Figura 1b: Imagem de “baixa qualidade” ou baixa resolução.

Fonte: print screen de trecho do documentário de Herzog em alta (1080p) e baixa (240p) qualidade, respectivamente³¹.

Podemos notar que a imagem de alta qualidade produz outras leituras sobre o mesmo referente, ao representar outra realidade. Num contexto de sala de aula, a mediação do professor é importante para problematizar, negociar sentidos. Uma leitura possível para a Figura 1a está relacionada à ideia de movimento; porém, com um campo de visão aumentado, a mesma imagem produz outra leitura: a ideia de fuga (Figura 2).



Fonte: print screen de trecho do documentário de Herzog em alta qualidade³².

Figura 2: Sob outro enquadramento, a imagem da figura nos passa a ideia de fuga e a de representação da realidade do homem do Paleolítico, há 32 mil anos.

31. Disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=NfF989-rW04&t=135s>>. Acesso em: 14 jun. 2017.

32. Disponível em: <https://www.google.com.br/search?q=caverna+doss+sonhos+esquecidos&source=lnms&tbn=isch&sa=X&ved=0ahUKewiKo-bGnr7UAhVSlpAKHQIDCaKQ_AUICgD&biw=1280&bih=591#q=chavet+cave&tbn=isch&tbs=isz:lt,istl:xga&imgsrc=fAX09jEc_hBG_M>. Acesso em: 14 jun. 2017.

A Figura 2 nos remete a outras significações, outras leituras, além da ideia de movimento, já representada na Figura 1a. Nela, temos a impressão da fuga, como se os animais posicionados à frente do bando fugissem dos que estão atrás, os leões. A seleção de uma moldura muda o funcionamento da imagem, deixando clara a importância do professor como mediador e negociador de significados em sala de aula³³.

Diante de tal fé na imagem, nossa primeira operação é reverter o processo e chamar a atenção para a moldura, para a relação entre a foto o seu entorno, para o fato de que o *sentido* se tece a partir das relações entre o visível e o invisível de cada situação.

Ao falar sobre como cinema e diretor, a partir de uma escolha que gera o silenciamento de outra, constroem ideologicamente a moldura das imagens em movimento, Xavier continua:

A imagem que recebo compõe um mundo filtrado por um olhar exterior a mim, que organiza uma aparência das coisas, estabelecendo uma ponte, mas também se interpondo entre mim e o mundo. Trata-se de um olhar anterior ao meu, cuja circunstância não se confunde com a minha na sala de projeção.³⁴

A Figura 2, também em alta resolução, tem a potencialidade de evidenciar detalhes e olhares sobre as pinturas da caverna de Chauvet, como a percepção de que o homem, já na fase do Paleolítico, há 32 mil anos, usava o relevo das paredes para representar a sensação de profundidade e movimento, ou seja, a ideia de imagens construídas em 3D. De acordo com Herzog, ainda renitente em usar a técnica de 3D no cinema, essa percepção das pinturas foi um dos motivos que justificaram a gravação do documentário empregando tal técnica³⁵.

A terceira questão objetivou fazer que os licenciandos procurassem elementos conceituais da FM presentes no documentário e participassem de discussões sobre uma possível atividade com o recurso audiovisual em aulas de Física no EM. A questão foi a seguinte: *Durante o documentário são mencionadas datas de ocorrência de eventos no passado. a) Como vocês acham que os cientistas sabem essas datas? b) O que a Física tem a ver com isso?*

Como esperado, as respostas dos licenciandos ao item *a* fazem referência ao carbono 14. Já para o item *b*, não retomam somente o carbono 14, mas também outros conceitos da FM encontrados no documentário. Fernanda, por exemplo, afirma:

A física, mais propriamente a física moderna, está relacionada com isso porque estuda decaimento radioativo. Além de possuir outros pontos no documentário que também é relacionado com a física, por exemplo: luz, *lasers* etc. (Fernanda)

Márcio historiciza sua resposta, ao agregar informações a respeito da técnica e de seu desenvolvimento:

A datação por meio do carbono 14 baseia-se no tempo de meia vida deste elemento, ou seja, o tempo em que metade da amostra decai emitindo assim radiação.

33. XAVIER, Ismail. O olhar e a cena, op. cit., p. 32.

34. Idem, p. 35.

35. KLINGER, Barbara. Cave of forgotten dreams: meditations on 3D. *Film Quarterly*, Oakland, v. 65, n. 3, p. 38-43, 2012.

Estes processos são fenômenos estudados na física. As técnicas que determinam a quantidade de carbono 14 também são da área da física. (Márcio)

O objetivo da terceira questão era que os licenciandos relacionassem conhecimentos de FM mencionados no documentário, os quais, de alguma forma, tivessem contribuído para a compreensão de aspectos sobre as pinturas ou a caverna.

Após os licenciandos responderem as questões propostas pelo professor, pedimos que elaborassem um questionário com o intuito de trabalhar uma possível atividade com seus futuros alunos do EM. O único critério era que o questionário fosse baseado no documentário de Herzog, se possível, levando em conta os conceitos de FM encontrados nele.

3.2 Questionário proposto pelos licenciandos

Abaixo selecionamos uma questão elaborada por uma das estudantes, que problematiza a imagem e suas possíveis representações. É interessante notar a intenção da licencianda de propor reflexões de cunho multidisciplinar, relacionando física e cultura.

Questão 5. Nos primórdios da história o homem fazia seus desenhos nas paredes das cavernas, hoje em vários pontos da cidade temos desenhos como mostrados na Figura 2, num muro da cidade de Sorocaba, esta arte é o grafite. O que temos de semelhança nestes dois tipos desenhos? Qual é a necessidade que destes dois indivíduos tiveram em representar seus desenhos? (Larissa)

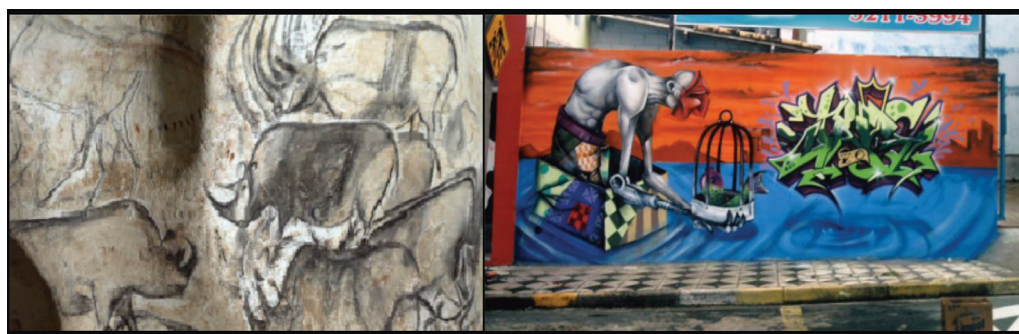


Figura 3: À esquerda, o painel de rinocerontes desenhados na caverna de Chauvet. À direita, um grafite feito por Will Grafitti, localizado na Avenida Juscelino Kubitschek, Sorocaba (SP).

A licencianda mostra uma preocupação em discutir questões que têm a potencialidade de produzir deslocamentos do *discurso autoritário* para o *discurso polêmico*, possibilitando a polissemia em aulas de física no EM. Esse tipo de questão promove a leitura crítica de imagens, estáticas ou em movimento, ao fazer que os estudantes do EM historicizem seu dizer, na medida em que procuram

elementos, tanto das condições de produção imediatas quanto sócio-históricas, para respondê-la. Essa questão assinala a presença da memória discursiva, uma vez que o professor não apresentou nem trabalhou temas relacionando aspectos do passado e do presente em suas condições de produção imediatas. Podemos associá-la a um tipo de repetição histórica, na qual, de acordo com Orlandi³⁶, “temos um aluno com um real trabalho da memória: ele inscreve assim o dizer em seu saber discursivo o que lhe permite não só repetir, mas deslizamentos, efeitos de deriva no que diz”.

3.3 Diálogos sobre o documentário

A discussão sobre o documentário foi realizada entre professor e licenciandos e teve duração de aproximadamente 50 minutos. Logo no início, quando perguntamos se usariam o documentário que assistiram com seus futuros alunos do EM, Breno foi o primeiro a responder:

Eu gostaria de trabalhar com este documentário. Mas eu trataria do assunto antes sobre o carbono 14, aí eu passaria o documentário sem mencionar que tem relação com a matéria que foi dada pra ver se eles... (Breno)

Você passaria o documentário depois de dar a matéria? (Professor)

Depois de dar o assunto sobre o carbono 14, nem que eu trabalhasse a fundo o assunto, mas primeiro eu iria situar eles nesse tipo de assunto. (Breno)

Já para Márcio, passar o documentário antes e trabalhar os conceitos depois seria o mais adequado. Além disso, ele estende o uso do documentário a outros possíveis assuntos de FM que poderiam ser trabalhados:

Eu deixaria claro no objetivo não só a relação com o carbono 14, mas deixaria... Pediria para que eles prestassem atenção em possíveis conceitos relacionados a física. O que eles conseguiriam enxergar da física no documentário? (Márcio)

Isso seria uma questão que você colocaria antes de passar o documentário? (Professor)

Sim. Logo de início. E aí depois trabalhar o conceito que eles precisariam. Porque assim, além do carbono 14 ele faz citação da luz fria, do laser, então vários conceitos para trabalhar. (Márcio)

Nesse caso, o documentário parece ser o catalisador de possíveis assuntos de física a serem discutidos. Antes de passá-lo aos alunos, Márcio colocaria uma questão inicial que os auxiliasse a procurar conceitos relacionados à física. De acordo com ele, é possível discutir outros tópicos além do carbono 14, por exemplo, luz fria e laser. Ainda ressalta a importância de “procurar” a física existente no documentário, evidenciando que esse material pode ser um meio para inserir conceitos relacionados à FM nas aulas de física do EM.

Como apontamos anteriormente, uma das funções dos documentários em sala de aula indicada por professores da educação básica é promover o despertar da curiosidade dos alunos por pesquisar mais sobre os assuntos tratados. Quando fizemos essa pergunta para os licenciandos, a resposta foi unanime:

36. ORLANDI, Eni L. Puccinelli. *Interpretação: autoria, leitura e efeitos do trabalho simbólico*. Petrópolis: Vozes, 1998, p. 14.

Vocês acham que esse tipo de atividade que nós fizemos aqui, com documentários [...] despertam a curiosidade por aprender mais sobre aquele assunto posteriormente? Vamos supor que você, como professor do ensino médio, vá trabalhar o assunto decaimento radioativo. O que você acha que é mais “eficaz” para despertar uma possível curiosidade do aluno, um gosto pelo assunto: você aprofundar matematicamente esse assunto ou falar o assunto parecido com as atividades que nós fizemos aqui? (Professor)

Fazendo atividades iguais a essa que fizemos aqui. Quanto menos matemática tiver melhor. (Fernanda)

Concordo. (Breno)

Eu também. (Márcio)

É possível que os licenciandos tenham utilizado o mecanismo de antecipação, até porque a questão é bastante diretiva: dizem o que o professor quer ouvir. Quando perguntados sobre o porquê de nas escolas os professores fazerem justamente o contrário, ou seja, privilegiarem a matemática em detrimento de outras estratégias, eles respondem:

É mais cômodo, é mais fácil, sempre foi assim. (Fernanda)

Ninguém faz esse tipo de atividade que o professor fez aqui na graduação. Ninguém trabalha isso na graduação. Aí o professor não sabe como fazer com esse tipo de situação. Ele só vê as contas e repete no Ensino Médio. (Breno)

É bem mais cômodo ele passar o que já tá pronto ali no livro. (Fernanda)

A fala dos licenciandos vai ao encontro de alguns resultados de pesquisa na área de ensino de ciências, ao evidenciar que, apesar das significativas mudanças curriculares realizadas nos últimos anos nos cursos de licenciatura:

as práticas dos docentes continuam apoiadas, por falta de outros referenciais teóricos, nos modelos de formação aos quais estiveram submetidos em suas graduações e também àquelas que são, de certa forma, hegemônicas na área. Ou seja, apesar das estruturas curriculares terem sido modificadas, os modelos formativos adotados pela maioria dos professores continuam sendo muito próximos do modelo transmissionista, memorístico, conteudista, fragmentado, considerado superado/inadequado para a atualidade.³⁷

Nesse sentido, acreditamos que o professor é o principal ator capaz de contribuir no desenvolvimento de discussões em sala de aula, possibilitando o surgimento da argumentação entre os alunos com o objetivo de produzir outras leituras das narrativas audiovisuais. Para isso, é necessário que ele tenha noções de modos de produção, funcionamento e circulação do discurso audiovisual na sociedade³⁸.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Esta pesquisa nos forneceu indícios de que os documentários podem contribuir para a descentralização do papel do professor como produtor de sentidos em sala de aula. Uma vez que isso vai ao encontro da perspectiva teórica adotada, no que concerne ao deslocamento do discurso autoritário na direção

37. NARDI, Roberto; CORTELA, Beatriz Salemme Corrêa. *Formação inicial de professores de física em universidades públicas*. São Paulo: Livraria da Física, 2015, p. 36.

38. ORLANDI, Eni L. Puccinelli. *Discurso e texto: formulação e circulação dos sentidos*. 3. ed. Campinas: Pontes, 2008.

de um discurso polêmico, acreditamos que contribuimos para a reflexão do futuro professor de física, ao estimular licenciandos a desenvolver atividades com documentários no ensino médio. Acreditamos que essa postura pode colaborar para um ensino mais democrático, no qual aluno e professor produzem conhecimentos escolares relacionados à física, e não apenas reproduzem a metalinguagem própria dessa disciplina, cunhada nos institutos de pesquisa e nas universidades.

Identificamos ainda preocupações variadas no sentido de não usar o documentário apenas para *ilustrar* ou *reforçar* conteúdos, mas também para promover estratégias de ensino que vão ao encontro de modelos mais representativos do papel do professor como profissional reflexivo. Essa constatação se faz nítida ao analisarmos a natureza das questões produzidas pelos licenciandos sobre o documentário, destacando aqui as elaboradas por Larissa.

Salientamos, no entanto, a necessidade de desenvolver pesquisas que investiguem como os professores utilizariam documentários em suas aulas após intervenções como as realizadas por nós neste trabalho. Nosso objetivo foi verificar as potencialidades de uso desses recursos para além das propostas de ilustração, motivação e reforço de conteúdos, por isso adotamos uma perspectiva de aproximação entre ciência e arte instrumentalizada pelo documentário. Porém, não acompanhamos os futuros professores participantes deste estudo em sua vida profissional de modo a identificar o quanto significativa esta experiência foi para eles e, conseqüentemente, para seus alunos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

A CAVERNA dos sonhos esquecidos. Título original: *Cave of forgotten dreams*. Diretor: Werner Herzog. Roteiro: Werner Herzog. Intérprete: Werner Herzog. EUA: History Films, 2010. (90 min). Disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=IzcregYsle4&t=14s>>. Acesso em: 4 jun. 2017.

ALMEIDA, Maria José Pereira Monteiro de. Discurso pedagógico e formação de professores das ciências da natureza: foco no professor de física. **Alexandria**, Florianópolis, v. 5, n. 2, p. 29-41, set. 2012. Disponível em: <<https://periodicos.ufsc.br/index.php/alexandria/article/viewFile/37712/28886>>. Acesso em: 13 jun. 2017.

BARBOSA, Leila Cristina Aoyama; BAZZO, Walter Antonio. O uso de documentários para o debate ciência-tecnologia-sociedade (CTS) em sala de aula. **Revista Ensaio**, Rio de Janeiro, v. 15, n. 3, p. 149-161, 2013. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/epec/v15n3/1983-2117-epec-15-03-00149.pdf>>. Acesso em: 13 jun. 2017.

BRUZZO, Cristina. O documentário em sala de aula. **Ciência & Ensino**, v. 4, p. 23-25, 1998. Disponível em: <<http://prc.ifsp.edu.br:8081/ojs/index.php/cienciaeensino/article/view/32/39>>. Acesso em: 24 abr. 2017.

CABRAL, João M. Peixoto. **A radioatividade**: contributos para a história da arte. Lisboa: IST, 2011. p. 312.

COSTA, Rodrigo Ronelli D.; NASCIMENTO, Robson S.; GERMANO, Marcelo Gomes. Salvador Dalí e a mecânica quântica. **Física na Escola**, v. 8, n. 2, p. 23-26, 2007. Disponível em: <<http://www.sbfisica.org.br/fne/Vol8/Num2/v08n02a06.pdf>>. Acesso em: 24 abr. 2017.

DIJCK, José Van. Picturizing science: the science documentary as multimedia spectacle. **International Journal of Cultural Studies**, v. 9, n. 1, p. 5-24, 2006. Disponível em: <<http://journals.sagepub.com/toc/icsa/9/1>>. Acesso em: 14 jun. 2017.

FARIAS, Robson Fernandes. A química do tempo: carbono-14. **Química Nova na Escola**, n. 16, p. 6-8, nov. 2002. Disponível em: <http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc16/v16_A03.pdf>. Acesso em: 24 abr. 2017.

GUERRA, Andreia; MORAIS, Angelita. História e a filosofia da ciência: caminhos para a inserção de temas física moderna no estudo de energia na primeira série do ensino médio. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 35, n. 1, p. 1502-1511, 2013. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/rbef/v35n1/v35n1a18.pdf>> Acesso em: 24 abr. 2017.

KLINGER, Barbara. Cave of forgotten dreams: meditations on 3D. **Film Quarterly**, Oakland, v. 65, n. 3, p. 38-43, 2012.

LEÃO, Rita de Cássia da Silva. **Werner Herzog em busca da compreensão humana**. Tese de doutorado em Ciências Sociais. Departamento de Antropologia, Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, São Paulo, 2015. Disponível em: <<https://sapientia.pucsp.br/ande/handle/3655>>. Acesso em: 16 set. 2017.

LEÓN, Bienvenido. **Science on Television**: the narrative of scientific documentary. Bedfordshire: Pantaneto, 2007.

LOBATO, Teresa; GRECA, Ileana María. Análise da inserção de conteúdos de teoria quântica nos currículos de física do ensino médio. **Ciência & Educação**, Bauru, v. 11, n. 1, p. 119-132, 2005. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/ciedu/v11n1/10.pdf>>. Acesso em: 24 abr. 2017.

MARTINS, André Ferrer P. (Org.). **Física ainda é cultura?**. São Paulo: Livraria da Física, 2009.

MORIN, Edgar. **Ciência com consciência**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2010.

NARDI, Roberto; CORTELA, Beatriz Saleme Corrêa. **Formação inicial de professores de física em universidades públicas**. São Paulo: Livraria da Física, 2015.

ORLANDI, Eni de Lourdes Puccinelli. **A linguagem e seu funcionamento**: as formas do discurso. São Paulo: Pontes, 2001.

_____. **Análise de discurso**: princípios & procedimentos. Campinas: Pontes, 2010.

_____. **Discurso e texto**: formulação e circulação dos sentidos. 3. ed. Campinas: Pontes, 2008.

_____. **Interpretação**: autoria, leitura e efeitos do trabalho simbólico. Petrópolis: Vozes, 1998.

RAMOS, Mariana Brasil; SILVA, Henrique César. Educação em ciência e em audiovisual: olhares para a formação de leitores de ciências. **Cadernos CEDES**, Campinas, v. 34, n. 92, p. 51-67, jan./abr. 2014. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/ccedes/v34n92/a04v34n92.pdf>>. Acesso em: 24 abr. 2017.

REID, Grace. The television drama-documentary (dramadoc) as a form of science communication. **Public Understanding of Science**, v. 21, n. 8, p. 984 – 1001, nov. 2012.

REZENDE JUNIOR, Mikael Frank; CRUZ, Frederico Firmo de Souza. Física moderna e contemporânea na formação de licenciandos em física: necessidades, conflitos e perspectivas. **Ciência & Educação**, Bauru, v. 15, n. 2, p. 305-321, 2009. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/ciedu/v15n2/a05v15n2.pdf>> Acesso em: 24 abr. 2017.

VALLADAS, Hélène; CLOTTE, Jean; GENESTE, Jean-Michel. A caverna onde a arte nasceu. **Scientific American Brasil**, São Paulo, n. 31, 2004.

XAVIER, Ismail. **O olhar e a cena**: melodrama, Hollywood, Cinema Novo, Nelson Rodrigues. São Paulo: Cosac & Naify, 2003.

ZANETIC, João. Física e arte: uma ponte entre duas culturas. **Pro-Posições**, Campinas, v. 17, n. 1, p. 39-57, 2006. Disponível em: <<http://periodicos.sbu.unicamp.br/ojs/index.php/proposic/article/view/8643654/11171>>. Acesso em: 24 abr. 2017.

_____. **Física também é cultura**. Tese de doutorado. Faculdade de Educação da Universidade de São Paulo, São Paulo, 1989.