

Universidade de São Paulo
Instituto de Astronomia, Geofísica e Ciências Atmosféricas
Departamento de Astronomia

Elisa Carolina Arizono

**Animação como ferramenta no ensino não
formal em Astronomia**

São Paulo

2017

Elisa Carolina Arizono

Animação como ferramenta no ensino não formal em Astronomia

Dissertação apresentada ao Departamento de Astronomia do Instituto de Astronomia, Geofísica e Ciências Atmosféricas da Universidade de São Paulo como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Ensino. Versão Corrigida. O original encontra-se disponível na Unidade.

Área de Concentração: Ensino de Astronomia
Orientador(a): Prof.^a Dr.^a Jane Cristina Gregorio-Hetem

São Paulo

2017

Dedico este trabalho aos meus sobrinhos, na esperança de colaborar para um futuro melhor, sempre melhor.

Agradecimentos

Aos meus pais, que sempre me apoiaram e tornaram este trabalho possível;

Ao Rafael, que fez rufar os tambores em Khazad-dûm ao mesmo tempo que acendeu a luz de Anor;

À orientadora Jane, por sua paciência, compreensão e auxílios;

A todos os professores e pesquisadores que responderam minhas incessantes dúvidas e apontaram os melhores caminhos;

Aos colegas do mestrado profissional, por sua tenacidade, por me auxiliarem e trazerem novos pontos de vista, tanto para o meu trabalho quanto para minha vida;

À Ana e a Luciene, que também viram o Balrog;

Aos colegas da pós graduação acadêmica, que vivem em Lothlórien, e que sempre tornaram a convivência aprazível e os estudos melhores;

À minha irmã, Érica, e à Alyana, que me inspiram;

A todos os funcionários do IAG, por manterem os Orcs longe, sempre prestativos e eficientes;

E a todos que colaboraram e que porventura eu tenha esquecido,

Muito obrigada e sintam-se abraçados.

*“O passado pode doer. Mas do jeito que eu vejo, você pode tanto correr dele ou...
aprender com ele.”*

Rafiki, em O Rei Leão.

“Tudo o que temos de decidir é o que fazer com o tempo que nos é dado.”

J. R. R. Tolkien.

Resumo

O principal objetivo deste trabalho é fornecer todo o material necessário para a escrita dos roteiros de uma série de animação educativa. A série é voltada para o ensino não formal de Astronomia, visando o alfabetismo científico, a transmissão de conhecimentos de Astronomia e o despertar do interesse por esta ciência.

Uma vez que as animações são de fácil acesso ao público infantil devido à popularização da TV e Internet, foi feita uma seleção do essencial ao conteúdo e à forma de um roteiro de série de animação educativa. Destacou-se, então, a importância de tais materiais educacionais, principalmente na formação infantil, e discutiu-se a repercussão e impactos que estes produtos audiovisuais podem apresentar. Tendo identificado os problemas e soluções, foi desenvolvido um método que possibilitasse a seleção dos conteúdos e, de forma autocrítica, a aplicação destes no alfabetismo científico.

Por fim, a série conseguiu apresentar 38 conteúdos ao longo de 12 episódios, dentre os quais, 25 são conceitos de Astronomia. Como o esperado, a maior parte destes conceitos atinge um grau mais básico de alfabetismo científico, porém ele é aplicado em todos os níveis e classes. Espera-se que esta série seja produzida e possa suprir uma demanda por animações educativas que abordem conteúdos astronômicos, ao mesmo tempo que sejam ricas em elementos culturais brasileiros.

Abstract

The main goal of this work is to provide all the necessary material for the writing of scripts for a series of educational animation. The series targets the non-formal education in Astronomy, aiming at scientific literacy, the transmission of Astronomy knowledge and the awakening of interest for this science.

Once the animations are easily accessed to children due to the popularization of TV and Internet, a selection of essential content and form of an educational animated series script was made. The importance of these educational materials, especially in children's education, was discussed, as well as the repercussions and impacts that these audiovisual products may present. Having identified the problems and solutions, a method was developed that would enable the identification of the content and, on a self-criticism base, the application of these in scientific literacy.

Finally, the series managed to present 38 contents over 12 episodes, among which 25 are Astronomy concepts. As expected, most of these concepts reaches a low level in scientific literacy, but it is applied within all its levels and classes. It is expected that these series are produced and, then, can meet a demand for educational animations that address astronomical content, while are rich in Brazilian cultural elements.

Lista de Figuras

5.1	Quadro de D. Pedro II	70
5.2	Quadro de Sobral	71
5.3	Visita ao planetário	82
5.4	Elemento <i>Quincódio</i>	87
5.5	Visita ao observatório	93
5.6	Modelo da Galáxia	119

Lista de Tabelas

4.1	Cabeçalho	61
4.2	Conteúdos de Astronomia	61
4.3	Descrição dos conteúdos	61
4.4	Exemplo de análise de episódio	62
4.5	Exemplo de análise da série	63
5.1	Episódio 1 - O Clubinho de Astronomia	66
5.2	Conteúdos de Astronomia do ep. 1	66
5.3	Descrição dos conteúdos	66
5.4	Análise do ep. 1	67
5.5	Episódio 2 - A sede do clubinho	72
5.6	Conteúdos de Astronomia do ep. 2	72
5.7	Descrição dos conteúdos	72
5.8	Análise do ep. 2	73
5.9	Episódio 3 - Quem se mexeu?	77
5.10	Conteúdos de Astronomia do ep. 3	77
5.11	Descrição dos conteúdos	77
5.12	Análise do ep. 3	78
5.13	Episódio 4 - Pesquisando a Astronomia	83
5.14	Conteúdos de Astronomia do ep. 4	83
5.15	Descrição dos conteúdos	83
5.16	Análise do ep. 4	84
5.17	Episódio 5 - O que há lá fora?	88
5.18	Conteúdos de Astronomia do ep. 5	88

5.19	Descrição dos conteúdos	88
5.20	Análise do ep. 5	89
5.21	Episódio 6 - Muitas estrelas	94
5.22	Conteúdos de Astronomia do ep. 6	94
5.23	Descrição dos conteúdos	94
5.24	Análise do ep. 6	95
5.25	Episódio 7	99
5.26	Conteúdos de Astronomia do ep. 7	99
5.27	Descrição dos conteúdos	99
5.28	Análise do ep. 7	100
5.29	Episódio 8 - Experimentando	103
5.30	Conteúdos de Astronomia do ep. 8	103
5.31	Descrição dos conteúdos	103
5.32	Análise do ep. 8	104
5.33	Episódio 9 - Quebra-cabeças	106
5.34	Conteúdos de Astronomia do ep. 9	106
5.35	Descrição dos conteúdos	106
5.36	Análise do ep. 9	107
5.37	Episódio 10 - Cadê as estrelas	110
5.38	Conteúdos de Astronomia do ep. 10	110
5.39	Descrição dos conteúdos	110
5.40	Análise do ep. 10	111
5.41	Episódio 11 - Mas é só isso?	114
5.42	Conteúdos de Astronomia do ep. 11	114
5.43	Descrição dos conteúdos	114
5.44	Análise do ep. 11	115
5.45	Episódio 12 - O nosso lugar no Universo	120
5.46	Conteúdos de Astronomia do ep. 12	120
5.47	Descrição dos conteúdos	120
5.48	Análise do ep. 12	121
6.1	Análise da série	125

Sumário

1. <i>Introdução</i>	21
1.1 Contextualização na educação	23
1.2 Objetivos	25
2. <i>Animação</i>	29
2.1 O roteiro de animação	29
2.1.1 O que é animação	29
2.1.2 A redação de um roteiro	31
2.2 Animação educativa	32
2.2.1 Animação no ensino	32
2.2.2 Importância social	34
2.2.3 Apelo ao lúdico	36
3. <i>Alfabetismo científico em animações</i>	39
3.1 A ciência e o cientista na mídia	39
3.2 Divulgação e alfabetismo científicos na sociedade	42
3.3 O alfabetismo científico em detalhes	45
3.4 O Ensino através da animação	47
3.4.1 Transposição didática ou recontextualização?	47
3.4.2 Animação para o ensino não formal	50
4. <i>Metodologia</i>	55
4.1 A criação de um roteiro educativo	56
4.2 Estrutura didática	57

4.2.1	Temas da Astronomia	57
4.3	Construção da ficha dos episódios	58
4.3.1	Estrutura de ações e o lúdico	58
4.3.2	Estágios de alfabetismo científico	59
4.3.3	Classes de alfabetismo científico	59
4.4	Desenvolvimento da estrutura do episódios	60
4.4.1	Ficha dos episódios	60
4.4.2	Ficha da série	63
5.	<i>Episódios</i>	65
5.1	O clubinho de Astronomia	66
5.1.1	Argumento do Episódio 1	67
5.1.2	Texto de apoio conceitual	68
5.1.3	Ilustrações	70
5.2	A sede do clubinho	72
5.2.1	Argumento do Episódio 2	73
5.2.2	Texto de apoio conceitual	74
5.3	Quem se mexeu?	77
5.3.1	Argumento do Episódio 3	78
5.3.2	Texto de apoio conceitual	80
5.3.3	Ilustrações	81
5.4	Pesquisando a Astronomia	83
5.4.1	Argumento do Episódio 4	84
5.4.2	Texto de apoio conceitual	85
5.4.3	Ilustrações	87
5.5	O que há lá fora?	88
5.5.1	Argumento do Episódio 4	89
5.5.2	Texto de apoio conceitual	90
5.5.3	Ilustrações	92
5.6	Ela piscou primeiro	94
5.6.1	Argumento do Episódio 6	95
5.6.2	Texto de apoio conceitual	96

5.7	Um dia de astrônomo	99
5.7.1	Argumento do Episódio 7	100
5.7.2	Texto de apoio conceitual	101
5.8	Experimentando	103
5.8.1	Argumento do Episódio 8	104
5.8.2	Texto de apoio conceitual	105
5.9	Quebra-cabeças	106
5.9.1	Argumento do Episódio 9	107
5.9.2	Texto de apoio conceitual	108
5.10	Cadê as estrelas?	110
5.10.1	Argumento do Episódio 10	111
5.10.2	Texto de apoio conceitual	112
5.11	Mas é só isso?	114
5.11.1	Argumento do Episódio 11	115
5.11.2	Texto de apoio conceitual	116
5.11.3	Ilustrações	119
5.12	O nosso lugar no Universo	120
5.12.1	Argumento do Episódio 12	121
5.12.2	Texto de apoio conceitual	122
6.	<i>Série</i>	125
6.1	Análise dos episódios	126
6.2	Série sob perspectiva	131
7.	<i>Conclusões</i>	133
7.1	Considerações finais e perspectivas	134
	<i>Referências</i>	135
	<i>Apêndice</i>	141
	<i>A. Roteiro do Episódio 1</i>	143

Introdução

Animações apresentam potencial para serem aplicadas no ensino formal, não formal e na divulgação científica. A natureza da animação, que em sua estrutura mais básica depende da narrativa, apoia-se em uma das formas mais antigas de ensino, através da transmissão de conhecimentos e valores culturais, morais, etc.. Elas apresentam de forma lúdica e dinâmica diversas áreas do conhecimento, podendo alfabetizar cientificamente crianças, utilizando como recursos a identificação com as personagens e o apelo ao lúdico.

A indústria cinematográfica tem contado com o apoio e fomento do Estado, segundo Gomes (2008), principalmente mediante leis de incentivo. Dentro dessa indústria, destaca-se que a maior parte da produção nacional de animação é comercial, destinada à publicidade, e que a produção educativa ainda era tímida no Brasil até 2005, segundo Gomes (2008). Os desenhos animados estão entre as programações televisivas de maior preferência das crianças e jovens (Siqueira, 2002). As animações também compõem a maior parte do conteúdo televisivo dedicado às crianças, inclusive frisando a produção de conteúdos educativos em resposta à necessidade de programas apropriados ao público infantojuvenil (Siqueira, 2006).

Os programas televisivos educativos, principalmente desenhos animados, têm grande influência no despertar científico. Para McCloud (1994), o espectador não apenas assiste a desenhos animados, mas se torna as personagens. O público, principalmente infantil, ao entrar em contato com o mundo lúdico e fantasioso apresentados nos programas, identifica-se com as personagens e vê a si próprio no papel de cientistas solucionando problemas, fazendo novas descobertas, criando novas técnicas.

Em relação aos conteúdos educacionais, a ciência encontra na animação um substrato de divulgação para o público em idade escolar. Muito além de apenas apresentar a ciência,

a animação pode ser usada como instrumento e meio de motivação, informação, divulgação e ensino. Como produtos culturais, as animações estão repletas de tradições e valores de seus lugares de origem, e são fontes de conhecimentos fundamentais na formação social da criança (Siqueira, 2006) e, por isso, destaca-se a necessidade da produção de material educativo em um contexto nacional. Mais especificamente, um filme ou série de animação tem uma influência sobre a criança que vai muito além dos conhecimentos e costumes, uma vez que é possível considerar o produto como uma atividade lúdica, desde que influencie positivamente o desenvolvimento físico, psicossocial e cognitivo das crianças. Isso ocorre especialmente se houver o estímulo a outras atividades lúdicas, como a música, a dança, a dramatização, entre outras (Vargas, 2014). Considerando tudo isso, pode-se afirmar que a animação permeia o imaginário infantil, contribuindo para seu desenvolvimento em diversos aspectos além da motivação e da transmissão de conhecimentos (Maluf, 2014b).

Esses produtos audiovisuais podem atuar como um recurso para o ensino não formal e divulgação científica. Eles podem apresentar de forma lúdica e dinâmica diversas áreas do conhecimento, imbuídos de alfabetismo científico para crianças.

É necessário ressaltar que há na mídia uma infinidade de materiais que retratam o cientista e a ciência de forma estereotipada (Pretto, 1993; Barca, 1998; Marandino, 2004; Siqueira, 2006; Mesquita e Soares, 2008). A ideia sensacionalista e intangível da ciência que é transmitida é acompanhada de poucos conteúdos produzidos, perto da potencialidade da mídia. Esses conteúdos não consideram os diferentes aspectos e nuances que envolvem todo o processo científico. Mesquita e Soares (2008) argumentam que o estereótipo negativo do cientista pode causar desconexão entre o público-alvo infantil e a ciência, a ponto de erguer uma barreira para o aprendizado.

Entretanto, outros estudos (Siqueira, 2006; Carneiro, 1999) apontam a importância de personagens cientistas em desenhos infantis, estimulando as crianças e desenvolvendo seu imaginário. Carneiro (1999) explicita que, sem a necessidade da figura de um cientista clássico, mas com a presença de especialistas, o universo da ciência pode ser trazido para o cotidiano das crianças tanto nas ações da protagonista quanto na inserção de pequenos vídeos e atividades de cunho educativo, recorrendo à fantasia.

A educação não formal e a divulgação científica têm um papel importante na alfabetização científica, principalmente de crianças no ensino fundamental. Ela se dá em ambientes fora dos tradicionais de ensino como escolas e salas de aula. Diversas mídias

suportam programas e recursos audiovisuais voltados para a educação infantil, como programas televisivos, animações e filmes.

A divulgação científica destina-se à sociedade em geral, por meio de quaisquer mídias. Nela, é necessário uma recodificação que traduza os conteúdos científicos para uma linguagem acessível a um público mais amplo (Preto, 1993). A divulgação da ciência é necessária devido à influência social e política exercida por ela. E, apesar do crescimento dos espaços destinados à divulgação científica, os conteúdos enfatizam a apresentação dos resultados e os apresentam de forma superficial, associados a imagens caricatas do cientista, o que acaba colocando em segundo plano a transmissão do conhecimento.

1.1 Contextualização na educação

Este trabalho tem uma natureza interdisciplinar, abrangendo Ensino, Astronomia e Animação. Deste modo, torna-se necessário esclarecer os termos recorrentes utilizados e apresentar uma contextualização do trabalho no ensino.

Esta Seção descreve os termos comumente relacionados à educação e ao ensino, segundo o ambiente de aprendizagem, o conhecimento científico, a divulgação científica, e o alfabetismo científico. Conforme os conceitos são introduzidos, é discutido brevemente como o trabalho em si é contextualizado.

Educacional: está relacionado a tudo que é preparado com o objetivo específico de se ensinar um conteúdo, conceito¹ ou valor (cultural ou pessoal). Exemplos de materiais educacionais seriam livros didáticos, videoaulas, vídeos encomendados pelo governo sobre saúde e higiene, etc..

Educativo: refere-se a tudo que tem a intenção ou pode servir para transmitir um conteúdo ou conceito, incluindo aquilo cujo objetivo ou essência não é a educação em si. “1. Que educa; edificante. 2. Relativo à educação.” (Ferreira, 2004). Por exemplo: programas infantis temáticos ou sobre o desenvolvimento infantil, documentários informativos, etc..

Apresentados estes termos, entendemos este projeto como educativo, uma vez que o produto que não visa aplicação direta na escola, mas em outros meios, como a televisão e a Internet.

¹ Mais adiante, no Cap. 4 não é feita distinção entre conteúdo e conceito, quando estes tratam de assuntos a serem ensinados.

Aprendizado: é um termo utilizado para referir-se ao conjunto de processos individuais de aprender em relação seus respectivos processos “externos”, isto é, aulas, atividades educativas. “[...] Ensino que recebe o aprendiz” (Ferreira, 2004). Por exemplo: o aprendizado de Astronomia pode ser feito através de aulas e atividades práticas.

Aprendizagem: é intrínseco ao aluno ou pessoa que aprende, é um processo individual e pessoal da construção do conhecimento. “Ato ou efeito de aprender [...]” (Ferreira, 2004). Exemplo: a aprendizagem infantil pode ser facilitada desenvolvendo-se atividades que respeitem as necessidades cognitivas das crianças.

Também é necessário ressaltar que aprendizagem não está restrita a acontecer apenas na escola, mas estende-se no decorrer da vida toda do indivíduo e pode se dar em qualquer local. Segundo o ambiente de aprendizagem, em geral são usadas as seguintes definições para os termos:

Ensino formal (Gadotti, 2005): se dá dentro da escola ou universidade e tem objetivos claros e específicos. O ensino formal depende de um currículo e segue uma estrutura pedagógica.

Ensino não formal (Gadotti, 2005): ocorre nos espaços fora da escola, que são mais flexíveis, menos hierárquicos e burocráticos, porém consiste de atividades educacionais organizadas e sistemáticas. Exemplos: museus, parques científicos, planetários, etc..

Ensino informal (Marandino, 2004): acontece de modo espontâneo. Esse formato de ensino ocorre na troca de informações e conhecimentos entre indivíduos e não está atrelado a estratégias educativas ou educacionais.

Há na literatura muitas discussões sobre as definições de ensino formal, não formal e informal. Marandino (2004) traz uma revisão aprofundada da literatura, tentando elucidar melhor os usos dos termos. Este adota as definições do trabalho de Gohn (1999). Comumente encontram-se outras referências à discussão de Brandão (1984) que também aborda as definições para ensino formal, não formal, alfabetismo científico, entre outros.

O produto do presente trabalho, roteiro de série de animação, pode ser classificado como voltado ao ensino não formal, uma vez que sua aplicação primária, apesar de ser o ensino de Astronomia, não é na escola. O debate sobre o uso de recursos audiovisuais em sala de aula é trazido à tona, por exemplo por Karat e Ramos (2013), onde discute-se a autoria discursiva, principalmente quando os alunos são os autores de um vídeo, por exemplo. De toda forma, os materiais audiovisuais não constituem a base principal do

ensino formal, restringindo-se a materiais de apoio ou a aplicação de conceitos.

Outros termos que são amplamente utilizados neste trabalho estão relacionados à transmissão de conhecimentos não formal. São estes:

Difusão científica (Bueno, 1985): é a transmissão de conhecimentos científicos no conceito mais amplo, atingindo tanto a comunidade científica em todas suas áreas como também a população em geral.

Disseminação científica (Bueno, 1985): é a comunicação da ciência dentro da comunidade científica, entre pessoas da mesma área que estão familiarizadas com os termos técnicos. É a divulgação mais aprofundada e técnica sobre o assunto.

Divulgação científica (Pretto, 1993): se preocupa em atingir um público maior, pressupõe um processo de recodificação da linguagem utilizada e inclui todo o material e esforço produzido.

Uma vez que este trabalho faz a recodificação do conhecimento científico para crianças, poderia-se dizer que o material produzido seria de divulgação científica. Porém, o objetivo em ensinar também o método científico, e estimular as crianças para se tornarem cientistas, caracteriza também o *alfabetismo científico*.

A divulgação científica tem uma imensa importância social, uma vez que pode ensinar o público leigo sobre a ciência, o método científico, os impactos e consequências sociais, políticas, ambientais e culturais (Krasilchik e Marandino, 2004). Entretanto, a divulgação tem um ênfase mais informativa que educacional.

O alfabetismo científico é discutido mais amplamente na Seção 3.3.

1.2 Objetivos

O principal objetivo deste trabalho é fornecer todo o material necessário para a escrita dos roteiros de uma série de animação educativa. A série é voltada para o ensino não formal de Astronomia, visando o alfabetismo científico, a transmissão de conhecimentos de Astronomia e o despertar do interesse por esta ciência.

As personagens são da mesma faixa etária que o público alvo, crianças entre 11 e 14 anos. A série visa alunos a partir do sexto ano, pois, segundo as Diretrizes Curriculares Nacionais (LDB) (BRASIL, 2005), é no segundo ciclo do ensino fundamental que os alunos aprenderão sobre as ciências da natureza.

A premissa da série é que cinco alunos do sexto ano, ao entrar em contato com a Astronomia na escola, tomam a iniciativa de criar um grupo de estudos. Cada episódio apresenta personagens, tanto alunos quanto cientistas, explicando de forma diligente e sucinta, assuntos de Astronomia, através de pesquisa e estudo. As personagens exploram a pesquisa e o método científico por meio de um grupo de estudos de Astronomia que estuda, visita museus, discute e experimenta a ciência.

Os episódios respeitam a estrutura narrativa própria da animação e apresentam de dois a quatro conceitos ou conteúdos por episódio. A abordagem se dá de forma lúdica, utilizando-se de diversos recursos como figuras, animações, teatralização e brincadeiras. Nos episódios são expostos história e filosofia da ciência, método científico, história da Astronomia, conceitos básicos, Astronomia amadora, tentando superar os conteúdos previstos no currículo escolar.

Dentro do objetivo geral de possibilitar a escrita do roteiro para uma série educativa, o primeiro objetivo deste é trazer à luz a importância da animação no ensino e a importância do ensino não formal na alfabetização científica. Destacando a importância de tais materiais educacionais, principalmente na formação infantil, e discutindo sua repercussão uma vez que é um material de fácil acesso devido à popularização da TV e Internet, o segundo objetivo é selecionar o essencial ao conteúdo e à forma. Uma vez identificados os problemas e soluções, o terceiro objetivo é desenvolver um método que possibilitasse a identificação dos conteúdos e, de forma autocrítica, a aplicação destes no alfabetismo científico. Aplicação desse método é demonstrada na composição de dois roteiros de episódios.

Em especial, para cada episódio, ainda espera-se alcançar:

- Desconstrução do estereótipo do cientista;
- Aproximação das crianças e da ciência;
- Mostrar a Astronomia no cotidiano;
- Apresentar as diferentes atividades de divulgação científica de Astronomia.

No Capítulo 2 há uma breve explanação sobre a Animação, abordando a criação de um roteiro de animação, as aplicações na educação e a influência que as animações educativas tem no aprendizado infantil. No Capítulo 3 discute-se a Ciência e como ela é vista na mídia, os impactos positivos e negativos da divulgação científica e como o alfabetismo

científico pode ser usado na animação educativa. A seguir, é apresentada no Capítulo 4 a metodologia adotada para a construção de *fichas* que facilitem visualizar os objetivos educativos e de alfabetismo científico na redação de um roteiro. No capítulo 5 essas fichas são aplicadas para doze temas, referentes a doze episódios. O Capítulo 6 apresenta uma análise da série como um todo, baseada nas fichas e também no roteiro de um episódio, que encontram-se no apêndice A. Por fim, no Capítulo 7 são apresentadas as conclusões e perspectivas.

Animação

Este Capítulo discorre sobre a Animação, apresentando o que é uma série de animação, popularmente conhecida como *desenho animado*, e descreve brevemente os passos na criação de um roteiro. A seguir, são discutidas as aplicações da animação comercial no ensino, o contexto histórico e social da animação e a importância no desenvolvimento infantojuvenil. Por fim, este Capítulo ainda discorre sobre o apelo ao lúdico que as animações educativas trazem.

2.1 O roteiro de animação

2.1.1 O que é animação

Animação¹ pode ser considerada a uma forma de arte irmã do Cinema e das Histórias em quadrinhos, também referidas como Quadrinhos. Ela é comumente descrita como um gênero cinematográfico, uma vez que as etapas de execução da animação e do cinema são similares, passando pela pré-produção (fase em que há o elaboração do roteiro), produção e pós-produção, independente do meio e formato em que são veiculados. Na pré-produção há o desenvolvimento da ideia inicial, personagens, época, local e peculiaridades do universo em que a história acontece e o quanto mais sólidas forem estas definições, mais crível será a história para o público. Ademais, o produto final da Animação e do Cinema suporta-se tanto na imagem quanto no som, portanto, referimo-nos a este como *produto audiovisual*.

Os produtos audiovisuais chamados de *séries* englobam séries e seriados. Ambos são

¹ Cinema e Animação são apresentados em maiúsculas quando usados para explicar conceitos relacionados às formas de arte. Enquanto “animação” escrita em minúsculas refere-se a técnica de animar, ou seja, dar vida ou movimento, mas não remete diretamente à forma de arte.

sequências de episódios de uma mesma história, apresentando repetição de personagens, situações ou temáticas. Usualmente há uma pequena distinção entre série e seriado, onde a primeira apresenta uma narrativa contínua que permeia todos os episódios, havendo ligações ou *ganchos* entre estes. Seriado refere-se à sequência de episódios que tem uma repetição bem marcada de situações e os roteiros são independentes, isto é, para compreender completamente uma história pontual (episódio) não é necessário ter assistido as anteriores. De toda forma, nesta dissertação o termo série é utilizado em ambos os casos.

A Animação diverge do Cinema em suas técnicas, fundamentalmente na produção, que é a criação das imagens que serão exibidas em sequência, o filme. Enquanto na animação os fotogramas são criados de maneira única, um a um, manual ou tecnologicamente, o Cinema é baseado na filmagem durante a produção, ainda que inclua técnicas de animação em sua pós-produção. As técnicas de animação iniciaram-se com a fotografia e o desenho 2D, e tem sua origem nas Histórias em Quadrinhos, inclusive apresentando personagens concebidos para tirinhas de jornais e gibis. A Animação popularizou-se e apropriou-se, então, do vocabulário² visual dos Quadrinhos, incorporando suas características de estilização no uso de formas, contornos e caricatura das personagens; na encenação; e também no exagero, possibilitando uma produção rápida e menos custosa de grandes quantidades de material. Embora muitas outras técnicas de animação tenham surgido, como o *stopmotion*, 3D, *pixelation*, *puppetry*, *lightpainting*, etc., as animações são generalizadas como “desenhos animados”, principalmente quando se trata de séries, justamente pelo 2D desenhado à mão ter sido a técnica mais difundida e abundantemente exibida na televisão.

Os desenhos animados exibem grande apelo visual devido à sua estética e ao clima descontraído que podem apresentar e acabam cativando a preferência do público infantil. O apelo visual, ou somente apelo, é um dos recursos mais recorrentes nas animações, tanto que foi descrito como um dos doze princípios básicos da animação (Thomas e Johnston, 1995). Devido a esse favoritismo, uma parcela significativa das animações é dirigida ao público infantojuvenil. Os desenhos animados tornam-se parte da vida diária das crianças, essencialmente através da televisão e mais recentemente, da Internet. Em consequência da exposição das crianças a esse material, surgiu um debate a respeito da influência dos

² Neste trabalho vocabulário compreende todo o conjunto de signos e símbolos e seus devidos significados. Ele pode compreender comunicação verbal, imagens, estilos, estética, etc.. Note que é utilizado de forma mais abrangente, não se restringindo apenas a vocábulos.

conteúdos das animações sobre a educação e formação infantil, estendendo-se para a necessidade da elaboração de materiais educativos. Ainda dentro deste debate, estão as discussões sobre o uso de estereótipos dos cientistas, da idealização da ciência, dos efeitos do sensacionalismo midiático sobre a ciência e cientistas, bem como as consequências na vida e na escolarização infantil. Também é discutido como as animações podem combater esses impactos negativos e aproximar a ciência das crianças.

2.1.2 A redação de um roteiro

Dentro da pré-produção, há a criação do roteiro e a criação visual. A criação de personagens e cenários depende das características que são apresentadas no decorrer da história. A confecção de cenários despende tempo e dinheiro, por isso, torna-se necessário que tudo já esteja bem definido e planejado antes da execução. Por isso, é preciso que o roteiro seja executado por completo, contemplando todos os passos de suas etapas de produção. O termo “etapas de produção” do roteiro diferem da produção da animação ou filme, podendo causar confusão. Nesta Seção são abordadas as fases de criação do roteiro.

Comparato (2009, p. 25) define o roteiro como “a parte escrita de qualquer projeto audiovisual”. Para o autor, (Comparato, 2009, p. 11), a construção de um roteiro segue cinco etapas: “ideia, conflito, personagens, tempo dramático e unidade dramática”. Esse processo de construção inicia-se com um tema ou ideia, a partir de uma situação ou ação. Da ideia, desenvolve-se o conflito, ou seja, os problemas que precisam ser solucionados ou as circunstâncias que desencadeiam as ações das personagens. A próxima etapa é o desenvolvimento e inserção de personagens, como eles reagem e qual é a relevância de cada um dentro da história. Comparato (2009) ainda divide as reações e ações das personagens em uma nova etapa, a “ação dramática”, que usualmente responde a pergunta *como*: como se desenrola a ação? O tempo dramático pode ser entendido como o ritmo da história, mas também pode definir a sequência que os fatos serão apresentados. A unidade dramática, por sua vez, é tida como a cena, definida como o conjunto de ações que ocorrem em uma mesma localidade, durante um único período de tempo.

Conforme a complexidade da história aumenta, há outros textos que são criados em apoio, para facilitar a composição lógica da história. A forma mais enxuta do conflito é conhecida como *storyline*, onde são relatados todos os acontecimentos principais da história em no máximo cinco linhas. Trabalhando as ações e tempos dramáticos, escreve-se um

texto onde se descreve toda a sequência de acontecimentos, o *argumento*. Inclui-se no argumento descrições e o tom das cenas, como comédia, drama, ação, etc., e às vezes, o argumento dita o ritmo da história. Na última etapa, a *escaleta* é concebida. Ela é um conjunto de fichas, onde cada ficha descreve as ações de forma sucinta e direta, e uma ficha determina uma cena.

Tendo em mãos a sinopse, o argumento, e a escaleta, escrevemos então o roteiro. Ele possui estrutura e formatação definidas: as cenas devem descrever se ocorrem num ambiente interno (*INT*) ou externo (*EXT*), durante o dia ou a noite, e devem ter uma breve descrição do principal acontecimento. As ações e os diálogos diretos são incluídos no roteiro, e as descrições, excluídas. Cada página, lauda, de um roteiro equivale a cerca de um minuto no produto final, permitindo obter uma estimativa da duração do filme.

Enquanto filmes de curta ou longa duração são produtos únicos, séries são compostas de diversos episódios que precisam ser produzidos mais rapidamente, em períodos mais curtos, e com gastos menores. Para que isso seja possível, as séries costumam apresentar um modelo, onde uma sequência de ações e situações se repetem em cada episódio. Esse modelo fora estudado em detalhes a fim de maximizar a compreensão de conceitos teóricos apresentados como conteúdos de uma série educativa, e está apresentado nas próximas seções deste trabalho.

2.2 Animação educativa

2.2.1 Animação no ensino³

A produção de animações no Brasil iniciou-se muito cedo, porém os investimentos na área foram tímidos e cresceram apenas nas últimas décadas, aumentando o volume de material publicado e também a qualidade, levando a premiações internacionais. A maior parte das animações brasileiras até 2008 eram comerciais, destinadas à publicidade, ou sujeitas à concepção que animação é destinada ao público infantil, segundo aponta Gomes (2008). Como frisado anteriormente, o apelo e a diversão frequentemente presentes nos desenhos animados levam à interpretação que estes são feitos apenas para crianças. Corroborando com esta interpretação, Siqueira (2006) destaca que as animações compõem a maior parte do conteúdo televisivo dedicado às crianças e jovens. A autora também

³ Essa Subseção baseia-se na discussão apresentada em Arizono (2015)

ênfatisa que a produção de conteúdos educativos surgiu em resposta à necessidade de programas apropriados ao público infantojuvenil.

Atualmente, as crianças e jovens tem acesso às animações através de diversos meios e mídias, a saber, a televisão e a Internet, que são os principais veículos, mas também tem encontrado espaço em museus, exposições, parques científicos e outros ambientes de ensino. Com a popularização da tecnologia e a inclusão social, o acesso às animações expandiu, assim como a produção de materiais também tornou-se acessível a mais pessoas. Neste sentido, Ramos et al. (2012, p. 14) destacam a “verdadeira explosão de conteúdos e recursos digitais” relacionados à *web*, e de modo similar, é possível estender para animação. Essa compreensão que a animação pode ser interpretada como um recurso digital se dá ao entendermos que as animações podem ser tanto material de apoio a videoaulas ou que animar pode ser aplicado na educação básica. Segundo Ramos et al. (2012), é possível concluir que os recursos digitais “no limite, [...] todos ou quase todos poderão ser educativos” (Ramos et al., 2012, pg. 14). Para fins de clareza, neste trabalho, utiliza-se “educativo” para descrever tudo que for criado com fim de ensinar, principalmente referindo-se aos conteúdos escolares. Então, as aplicações educacionais de animações são ilimitadas, embora apenas parte das animações seja de fato educativa.

Dentro do ensino formal, isso reflete-se de diversas formas. As animações podem apresentar-se como apoio ao material didático, ser o objeto de estudo dentro de uma atividade pedagógica ou ser o meio pelo qual o aluno expressará as noções aprendidas sobre um conteúdo. Por exemplo, um vídeo educativo auxilia na compreensão de um conceito ilustrando o que foi abordado em aula expositiva. Ou pode exemplificar uma situação a ser levada à reflexão e discussão. Karat e Ramos (2013) discorrem sobre a produção de materiais como um exercício de aplicação do conhecimento onde os alunos produzem um vídeo demonstrando um princípio aprendido durante a aula expositiva.

Logo, a escola pode apropriar-se das animações educativas para aplicá-las em atividades mediadas por um professor (Marandino et al., 2009). Essa apropriação encontra-se contextualizada nos conteúdos curriculares e está sujeita a um recorte orientado pelo professor, que destaca quais características e aspectos são relevantes para o estudo. Desse modo, é possível estender esta aplicação no ensino formal a materiais inicialmente sem caráter educativo, esclarecendo como animações, entre os recursos digitais, podem ser aplicadas no ensino.

A imensa oferta de materiais leva à discussão a qualidade dos conteúdos presentes nos produtos audiovisuais e a dificuldade em filtrar os conteúdos de acordo com suas origens e credibilidade. Ramos et al. (2012) debatem esta questão sob um olhar educacional, apresentando as possibilidades dos recursos digitais figurarem como ferramentas de transmissão de conhecimentos, objetos de análise ou produtos de atividade pedagógica, como exercício de aprendizagem de outros assuntos.

Desta forma, sem o intermédio de um professor ou sem estar inserida em um ambiente educacional, poderia a animação ser um recurso educativo? A resposta deste questionamento está na própria natureza da animação. Em seu cerne está a narrativa, tanto como história quanto visual e sonora, etc., circundada por simbologias e linguagens ricas em valores culturais derivados de sua origem.

Está claro que essa origem depende dos autores, produtores, músicos, diretores, *designers*, que traduzem a mensagem a ser transmitida para a linguagem audiovisual. Quem recebe essa mensagem é o espectador, que irá interpretar todas as simbologias de acordo com seus próprios valores e conhecimentos, (sobre teoria da comunicação, ver: Santaella e Nöth, 2004, p. 36). A maneira como o espectador se relaciona com as personagens e situações, influencia na transmissão direta e indireta de conhecimentos através dos diálogos e ações presentes na animação. Especificamente para o público infantil, a educação também dispõe do apelo ao lúdico, quando incluem-se canções, brincadeiras, e outras atividades lúdicas na animação. Por conseguinte, evidencia-se o imenso potencial educativo das animações, por ser um produto cultural e possibilitar o ensino direto e também através do grande número de pessoas que elas podem alcançar.

2.2.2 *Importância social*

Ainda buscando as respostas sobre o potencial educativo das animações, destacamos a influência da animação no imaginário infantil. Suas histórias e personagens permeiam o imaginário, contribuindo para o desenvolvimento da criança em aspectos além da motivação e da transmissão de conhecimentos (Maluf, 2014b). Histórias, em suas variadas apresentações, estão presentes em todas as culturas e civilizações desde os mais antigos registros da humanidade. As representações simbólicas e descrições detalhadas de fatos são duas das formas mais utilizadas na transmissão de conhecimentos e valores da humanidade (Toynbee, 1961). É por este motivo que as histórias presentes na Literatura, no Teatro, no

Cinema, nas Animações e nos Quadrinhos tem uma influência tão grande no imaginário infantil. As pessoas, quando expostas a estes materiais absorvem as informações e concepções, que passarão a compor o próprio vocabulário e saberes⁴ das crianças, jovens e até adultos.

Pensando na animação como uma história sendo contada, podemos entender que ela deriva indiretamente da forma mais antiga utilizada na transmissão de conhecimentos, valores, tradições e cultura. Os mitos, parábolas, fábulas e contos estão presentes em todas as culturas desde os tempos mais remotos, utilizados no ensino de valores. A própria história humana é representada por mitos (Toynbee, 1961), onde uma personagem ou conjunto de personagens podem representar uma civilização inteira. Adiante, Toynbee (1961), revela como o declínio e término de uma civilização são relatados através de contos de heróis, que na vida real são bárbaros, cometendo atos de violência e atrocidades. Ele ressalta como os bárbaros encontram sua maior glória na poesia, enaltecidos pelos poetas. E mesmo na poesia seus atos são questionados e criticados, fato que marca o fim de uma civilização e começo de uma nova com novos conceitos morais. O autor mesmo vale-se de alegorias para explicar como a relação entre a história e seus mitos funciona.

Entendendo como as histórias contribuem para o desenvolvimento do indivíduo e da sociedade, ilustra-se bem como a transmissão de valores está embutida nas histórias, lembrando que essas são o âmago das animações. Seguindo esse raciocínio, torna-se possível compreender o quão profundamente os valores transmitidos podem ser absorvidos pelos espectadores, principalmente as crianças. Campbell e Moyers (2011) ainda destacam que no mundo contemporâneo os mitos são histórias às quais as pessoas podem se relacionar quando encontram-se em determinada situação, e os mitos acabam trazendo uma nova perspectiva para a pessoa. Por outro lado, ainda reflexo da necessidade do herói dentro das narrativas (Campbell, 2008), a maioria dos desenhos animados acaba apresentando violência e disputas de poder (Siqueira, 2006). Ainda segundo a autora, a violência e os jogos de poder são tão marcantes nas animações comerciais infantojuvenis que surgiu a necessidade da criação de animações educativas, as quais foram amplamente aceitas por seu público alvo, a ponto de surgirem espaços nas programações e canais de televisão específicos para os desenhos educativos.

Destaca-se, então, que a transmissão de valores através da animação é profunda, ainda

⁴ “Saberes” referem-se aos saberes sábios e pessoais propostos por Chevallard (1991)

que sujeita a uma mediação de pais e educadores. Destarte, a televisão, e de modo geral a mídia são veículos com potencial informativo e educacional, o que leva Carneiro (1999) a questionar a programação educacional infantil puramente pedagógica, que apresenta quase uma monotonia na exposição dos temas. Ela chama a atenção para a possibilidade de se usar o que é divertido para atender às necessidades cognitivas da criança, explorando o lúdico enquanto também há uma aplicação didática de um produto audiovisual. A autora destaca o uso da pedagogia dentro da linguagem narrativa dramática, em um segundo plano narrativo, não menos importante, exemplificando que é possível criar uma programação de entretenimentos educativos e que, explorando-se o fantasioso, insere-se no contexto da aprendizagem infantil a figura do especialista. O especialista, aqui, é uma pessoa que entende profundamente de um assunto. Comparável a ele também é o cientista, detendo um conhecimento específico enquanto pratica a ciência.

Também é relevante a identificação da criança com as personagens. McCloud (1994) explica como isso funciona para os quadrinhos, até usando como exemplo alguns personagens da animação. Uma vez que, nos quadrinhos, as figuras humanas são simplificadas e estilizadas, as pessoas podem facilmente reconhecer nelas rostos em objetos inanimados e antropomorfizar animais e coisas. Portanto, é natural que um indivíduo se reconheça e se identifique com as personagens. Quanto mais estilizada e simplificada a figura, ela torna-se mais abstrata, o que permite a uma pessoa se reconhecer e se projetar na personagem. Sabendo que a estilização e a caricatura presentes nas tirinhas e nos quadrinhos foram amplamente absorvidas pela animação, visto que facilitava a produção em massa dessa, a mesma identificação entre espectador e personagem ocorre nas animações.

As mídias, de modo geral, apresentam a ciência de modo sensacionalista, distanciando-a do público; poucos são os conteúdos produzidos, e a maioria desses foi identificada como simplesmente informativa ou superficial. Também o cientista aparece sob um estereótipo negativo (Preto, 1993; Barca, 1998; Marandino, 2004; Siqueira, 2006; Mesquita e Soares, 2008). Nestes estudos, tanto pessoas reais quanto personagens fictícias foram exploradas, e sua receptividade pelo público. Destacou-se que o público tem interesse pela ciência, porém a visão geral apresentada era bastante negativa. Enquanto Siqueira (2006) aponta a importância de personagens cientistas em desenhos infantis, Mesquita e Soares (2008) argumentam que a ciência e o cientista, sob um olhar negativo, podem causar afastamento e desconexão entre o público-alvo infantil e a ciência, a ponto de erguer uma barreira para o

aprendizado, inclusive no ensino formal. Essa discussão será melhor abordada no Capítulo 3.

2.2.3 *Apelo ao lúdico*

Um filme ou série de animação tem uma influência sobre a criança que vai muito além dos conhecimentos e costumes, uma vez que é possível considerar que o produto estimule uma atividade lúdica, desde que influencie positivamente o desenvolvimento físico, psicossocial e cognitivo das crianças. Isso ocorre especialmente se houver o estímulo a outras atividades lúdicas, listadas por Vargas (2014) como a música, a dança, a dramatização, entre outras. Em especial, para o público infanto-juvenil, Siqueira (2006) expõe que, apesar dos meios de comunicação que veiculam as animações promoverem divertimento, o divertimento e a brincadeira são formas de aprendizado, dentro do contexto que o brincar da criança é a construção do adulto. Siqueira (2006) ainda destaca que as animações são a maior parcela da programação voltada para o público infantil; e nelas utiliza-se largamente os estereótipos de alguns personagens, que influenciam diretamente o imaginário infantil.

Maluf (2014b) ressalta a importância das atividades lúdicas no desenvolvimento infantil, em seus aspectos físico, motor, emocional, cognitivo e social. A aplicação de atividades lúdicas são “excelentes facilitadores do ensino-aprendizagem” (Maluf, 2014b, p. 11). Ela afirma que a educação infantil ocorre nas relações interpessoais, e nas brincadeiras, nas quais a criança é capaz de construir uma representação do mundo e simular as situações que enfrentará quando adulta. A autora apoia-se nas teorias de Piaget (1971) e de Vygotsky et al. (1989), que ressaltam a importância da educação, respeitando-se os processos cognitivos da criança.

A saber, Piaget (1971) argumenta que o desenvolvimento mental se inicia no individual e caminha para o social, passando por diversos estágios, onde o contato com outros indivíduos e com a sociedade são indispensáveis. Além disso, também afirma que conhecimento é construído do simples para o complexo, em ciclos, sempre se buscando associar um conhecimento novo a um já aprendido. Já para Vygotsky et al. (1989) o desenvolvimento depende das interações sociais e dos processos biológicos e culturais que cercam a criança, desde o início de seu desenvolvimento. Para ambos as interações sociais e com o meio são fundamentais na formação de um indivíduo.

A partir disso, entendendo-se a relevância das influências socializadoras das crianças

com os demais seres humanos, é importante frisar que o contato com cientistas seja de forma natural e integrante na vida da criança. Por conseguinte, torna-se evidente o quanto a alfabetização científica em todos os seus níveis é importante no contexto de formação social da criança como indivíduo. Isso vem de encontro com o que argumenta Carneiro (1999), apresentado na Sec. 2.2.2, que a programação educacional (televisiva) pode aproveitar-se do divertimento a fim de facilitar e entreter os petizes.

Maluf (2014a), assim como Vargas (2014), também lista as atividades lúdicas que podem ser usadas para o aprendizado, entre elas, a dança, a música, as canções, e a dramatização. Todas essas atividades ajudam na memorização, nos desenvolvimentos sensoriais e cognitivos; proporcionam divertimento e envolvem interação e socialização. O lúdico aparece em muitos estudos dos produtos audiovisuais, dentre os quais podemos citar Carneiro (1999); Gomes (2008); Ripoll e Wortmann (2012); Russo (2011), visto que a maior parte dos produtos audiovisuais também se destina a entretenimento. As animações, focadas no público infantojuvenil, além do caráter lúdico pela diversão e entretenimento que proporcionam, acabam levando as crianças a repetirem as canções, danças e dramatizações apresentadas no programa inúmeras vezes, promovendo a fixação de conteúdos e conhecimentos em diversos níveis de alfabetismo científico. Nogueira (2003) destaca a importância e a amplitude do desenvolvimento da musicalidade na criança, sendo esta uma ferramenta mnemônica, melhorando os aspectos cognitivos, sociais e afetivos, inclusive facilitando na aprendizagem.

Como dito anteriormente, Siqueira (2002) identifica a animação, principalmente as formas audiovisuais presentes no cinema, televisão e Internet, como uma forma de lazer. A animação povoa a maioria da programação voltada ao público infantil, recorrendo comumente à utilização de estereótipos e clichês, inclusive dos cientistas. Siqueira (2006) entende, ainda, que é possível considerar a animação como uma ferramenta educativa lúdica, que é responsável pela transmissão de conceitos, valores, ideologias e representações sociais.

Portanto, a criança, em sua brincadeira, constrói uma representação do mundo que a cerca, com os objetos de seu cotidiano. Elas acabam simulando e repetindo processos similares às situações que possivelmente enfrentarão na vida adulta, como uma forma de preparo e aprendizagem. Elas são expostas a programações educativas na televisão, Internet e outras mídias, da qual a animação é um dos principais produtos. A animação educativa, deve, portanto, apresentar tanto conceitos bem formulados, quanto crianças

desenvolvendo atividades científicas de uma forma leve e tendo contato com cientistas. É necessário que as animações educativas tenham um tom descontraído e utilizem o lúdico em abundância para a transmissão de conhecimentos e o alfabetismo científico.

Alfabetismo científico em animações

Neste Capítulo apresenta-se uma visão geral de como a mídia veicula a ciência e a imagem do cientista, e quais as implicações desta. Depois aborda-se a importância da difusão científica, em especial a divulgação e o alfabetismo científicos. Por fim, discute-se se a adaptação da linguagem da ciência para a animação educativa enquadra-se como transposição didática ou como recontextualização, e quais as soluções propostas.

3.1 A ciência e o cientista na mídia

Krasilchik e Marandino (2004), identificam que a partir de 1960, o ensino da ciência e da tecnologia foi motivado pela Guerra Fria, ocorrendo de forma elitista e de modo a promover avanços para vencer a guerra, principalmente nos Estados Unidos. Já na década seguinte, tanto o cientista como a ciência perdiam sua credibilidade perante o público, ao serem associados a todos os danos decorrentes das descobertas científicas, principalmente as bélicas. Siqueira (2006) destaca também que a partir de 1960 o cientista aparece sob um estereótipo muito forte, caracterizados por personagens masculinos, com superpoderes, malucos e alvo de deboche.

No Brasil, por volta de 1950, surge o jornalismo científico no Brasil (Pretto, 1993). Segundo o autor, o jornalismo brasileiro baseia-se no modelo estadunidense de jornalismo, em seu formato e produção. Apesar dos esforços para um jornalismo científico neutro, abundante em estágios de alfabetismo científico, e com função social, a imagem negativa da ciência e do cientista criada a partir de 1960 acabou sendo importada junto com o jornalismo. O que foi constatado e prevalece até hoje é a maior parte da mídia transmitindo notícias científicas de modo sensacionalista, como será destacado a seguir.

Nos estudos sobre a ciência e o cientista na mídia (Pretto, 1993; Barca, 1998; Marandino, 2004; Siqueira, 2006; Mesquita e Soares, 2008) identificou-se uma imagem estereotipada do cientista e uma veiculação sensacionalista e intangível da ciência. Estes estudos abrangiam as décadas de 1970 a 1990, principalmente levando-se em conta a televisão, alguns considerando os jornais escritos. Neles avaliou-se os conteúdos produzidos, que eram poucos em relação a totalidade de informações que pode circular pelas mídias, e poucos ainda consideravam os diferentes aspectos e nuances que envolvem todo o processo científico. Pretto (1993) analisa a divulgação de ciências nos jornais, enquanto Barca (1998) estuda a repercussão na televisão, e ressalta que o público pede informações mais elaboradas, porém identifica na programação televisiva o predomínio de sátira e o afastamento causado pelo uso de linguagem muito técnica. Siqueira (2008) discute sobre espetáculo, ridicularização, sátira que são feitos sobre a ciência e o cientista. Mesquita e Soares (2008) abordam a imagem do cientista e da ciência nas animações para o público infantil e o impacto que gera em suas vidas.

Em específico, Barca (1998) faz um estudo sobre o programa Globo Ciência (GLOBO..., 1984), incluindo a recepção do público. A pesquisa revelou uma necessidade do público de acesso ao conhecimento científico, que vai além da curiosidade, e que o programa não apenas noticiava os avanços, como também discutia as implicações sociais e influências cotidianas destes na vida das pessoas, traduzindo todas essas descobertas e teorias numa linguagem mais simplificada. A autora aponta também formatos e elementos no programa que tiveram sucesso na aceitação do público, como a presença de um cientista ou especialista que elaborava um discurso com uma linguagem mais informal (menos técnica) o que conferia credibilidade à informação. Posteriormente, uma reformulação do programa retomou a imagem de um cientista caricatural e a separação entre a linguagem científica formal e descontraída das matérias jornalísticas, o que acabou reforçando novamente a ideia de que a ciência é intangível ao público comum, sendo apenas para pessoas mais inteligentes, levando, inclusive, à perda parcial de interesse do público.

Dentre os mitos e heróis que apareceram dentro da História, Albert Einstein se tornou o símbolo máximo da ciência (Toynbee, 1961). Sua aparência excêntrica, com cabelos esvoaçantes e a sua marcante fotografia com a língua de fora tornaram-se as características do estereótipo do cientista. Podemos ver um exemplo claro na personagem *Doctor Brown* dos filmes de ficção científica *De volta para o Futuro* (BACK..., 1995). Siqueira (2008)

afirma que, entre outras personagens, cientistas, professores, idosos e estudiosos são alvos de um estereótipo muito marcante, e resumidamente, com uma imagem negativa. Destaca-se que estas personagens são comumente encontradas nas histórias sob o arquétipo de *Mestre* (Jung et al., 2001), aquela pessoa que possui os conhecimentos amplos ou específicos que irão ensinar e auxiliar os heróis (personagens principais)(Campbell, 2008). Assim, é mais difícil ainda dissociar os conceitos do estereótipo dessas personagens. Siqueira (2008) ainda chama a atenção para a força discursiva dos estereótipos, a ponto de surgirem canais exclusivamente educativos, que prezem pela formação educacional e de indivíduo das crianças e jovens.

Pretto (1993), faz um levantamento sobre a ciência dentro do jornalismo, e conclui que o jornalismo científico é superficial, apenas informativo e sensacionalista. E mesmo tendo detectado uma ampliação no espaço de divulgação científica, a produção de conhecimento enquanto processo foi deixada de lado, enfatizando-se apenas os resultados do desenvolvimento científico, ou seja, a discussão dos processos tecnológicos e métodos científicos envolvidos não é divulgada. Adiante, ele ainda discute como a ciência veiculada privilegia as ciências exatas e é usada na manutenção do poder, como instrumento de transferência de tecnologia e dando destaque a algumas pessoas.

Especificamente para as animações, Mesquita e Soares (2008) afirmam que, apesar de as animações serem massivamente dedicadas ao lazer, as visões da ciência veiculada nestas são atuantes na construção do ideário científico dos espectadores. Os autores identificam que muitos dos cientistas são representados por personagens masculinos com inteligência acima da média e pouca interação social, além de uma visão distorcida da ciência. Tudo isso leva ao desinteresse e afastamento dos jovens, chegando a extremos de se converterem em um obstáculo para a aprendizagem escolar.

Portanto, é possível definir o estereótipo do cientista dentro dos seguintes parâmetros:

- Não condiz com a realidade (Siqueira, 2006);
- Masculino, maluco, antissocial (Mesquita e Soares, 2008);
- Usa óculos e jaleco, tem tiques e manias (Siqueira, 2006);
- Utiliza linguagem técnica e tem inteligência acima da média (Barca, 1998; Siqueira, 2006).

Entretanto, a solução não é deixar de veicular a ciência ou excluir os cientistas dos conteúdos midiáticos. As animações exercem a função formadora, pois “a televisão reforça, com representações veiculadas por meio dos desenhos, imagens que já circulam na sociedade, atuando sobre a construção do imaginário infantil e adulto.” (Siqueira, 2002, p.118). A autora ainda ressalta que essas representações estão sujeitas à interpretação do espectador, baseada nos valores e imaginários já inerentes ao indivíduo, porém, ao se tratar de uma criança, seu ideário e suas convicções ainda estão se consolidando, o que aumenta a relevância dessa discussão.

Considerando-se que a educação em todo seu aspecto social e cultural não se atém apenas ao ambiente escolar (Siqueira, 2006, p. 135) e que a televisão atua como parâmetro de valores, comportamentos e costumes, é possível entender que o público infantil assumirá o estereótipo associado ao cientista como uma representação fiel da realidade. Daí parte a necessidade mais urgente de uma programação educacional voltada para o esclarecimento, cidadania e com responsabilidade social que transmita uma imagem verossímil do cientista, da ciência e seu desenvolvimento, inclusive associando seus conhecimentos e descobertas aos saberes cotidianos e conteúdos escolares.

Sob outro ponto de vista, Carneiro (1999) analisa a programação educativa infantil, e menciona a possibilidade de se inserir o cientista ou especialista no cotidiano infantil através da fantasia, argumentando que é possível “mediar pedagogicamente a produção em televisão” (Carneiro, 1999, p. 33), primando-se pelas necessidades cognitivas das crianças. Um modo seria inserindo quadros pedagógicos dentro da narrativa dramática principal, mantendo o lúdico e a diversão dentro do material educativo. A autora utiliza, como parâmetro, exemplos retirados da programação educativa de sucesso, tanto nacional quanto estrangeira. Corroborando com Carneiro, Siqueira (2002) afirma que os produtos audiovisuais, nesse caso o documentário e a ficção, poderiam ser utilizados na divulgação de ciências, além de uma aplicação informativa, mas explicitando seus processos e métodos e atingindo o público geral.

3.2 *Divulgação e alfabetismo científicos na sociedade*

“A ciência busca entender o mundo e o Universo mediante o estudo de seus diversos aspectos e subdividindo-se em diferentes áreas do conhecimento. Acompanhando os avanços

e descobertas da ciência, encontra-se a tecnologia.” (Sagan, 2008, p.45). A ciência, em sua forma pura é repleta de termos técnicos e conhecimentos específicos, naturais de seus objetos de estudo. Quando um cientista ou grupo de cientistas, pesquisadores e estudiosos abre uma discussão ou apresenta um novo resultado ou ponto de vista, é imprescindível que esses sejam comunicados às outras pessoas. A *difusão científica* é a veiculação das informações científicas, independente do processo, recurso ou meio utilizado. Quando a troca de informações ocorre dentro de uma área do conhecimento, dentro da comunidade científica, é chamada de *disseminação científica*. Se visar um público mais amplo, sem conhecimentos específicos, então trata-se da *divulgação científica* (Bueno, 1985). Uma vez que o público alvo da divulgação não tem conhecimentos técnicos ou específicos na área, é necessário que a linguagem científica seja recodificada ou “traduzida” (Pretto, 1993) ¹.

Entender a ciência e a tecnologia, seus meios e processos, bem como suas aplicações, tem uma importância fundamental para o indivíduo e para a sociedade. Para que os cidadãos possam discernir os aspectos significativos entre ciência e tecnologia, é necessário que eles sejam atuantes nas decisões que afetam suas vidas, organizando um conjunto de valores baseados em informações e análises bem fundamentadas (Krasilchik e Marandino, 2004). Ou seja, o cidadão bem informado e crítico está preparado para entender a ciência e a tecnologia, seus fins e aplicações. Ainda segundo Krasilchik e Marandino (2004), é impossível desvincular o ensino de ciências do contexto da pesquisa científica e dos impactos e consequências, que se estendem além do nosso cotidiano “manutenção do poder da ciência na sociedade” (Krasilchik e Marandino, 2004, p. 13).

O alfabetismo científico é explicado como uma forma de alfabetismo, com uma ação no indivíduo muito mais profunda que a divulgação, porém, os limites entre a divulgação e o alfabetismo científicos ainda são um pouco difusos. A divulgação científica pode acontecer em atividades de cultura e extensão, nos espaços de ensino formal e não formal, nas mídias de modo direto ou indireto. Ela pode ser entendida como a comunicação da informação científica tal que também está sujeita a uma análise do papel formador que pode assumir, muitas vezes sendo considerada como parte do alfabetismo científico.

Para Siqueira (2008), tanto ciência, cultura e a sociedade em que estão contidas são dinâmicas, posto que são compostas de paradigmas e sujeita a mudanças, gerando preocupações e discussões na comunidade. Portanto, a ciência também é um meio de se pensar

¹ Uma discussão aprofundada sobre recontextualização encontra-se na Sec. 3.4.1

e questionar a sociedade, seus conflitos, etc.. Em um estudo sobre as diferenças entre a divulgação científica e o ensino não formal de ciências (Marandino et al., 2004), é destacado que, segundo Fayard (1999), a divulgação científica contextualiza uma sociedade no mundo, e em contraponto Díaz (1999) afirma que a difusão científica situa um país no mundo atual, porém aponta que não apenas motivos idôneos são usados para defender a divulgação científica, mas essa pode ser usada para trazer ou manter o financiamento e prestígio dos envolvidos nas atividades científicas. Não obstante, mesmo dentro de uma área, há diferenças nas proporções dos investimentos, atenção e destaque que recebem o Ensino, a Pesquisa e a Extensão dentro da universidade, por exemplo. Enquanto esses compõem o triângulo Educativo do ensino superior, deveriam funcionar de forma integrada e balanceada entre si, já que cada parte sustenta e integra-se com as demais (Bordenave, 2005).

Atente que é necessário investimentos de todos os tipos na pesquisa científica, no ensino e na divulgação, assim como em todas as áreas do conhecimento. Ademais, não é viável categorizar uma atividade ou área de concentração como mais importante que outra, uma vez que tudo que é criado pode ser adaptado, e, apesar dos criadores apontarem o propósito de seu trabalho, a engenhosidade humana faz com que seja impossível prever todas as aplicações possíveis de um produto, conhecimento ou tecnologia.

Retomando a discussão sobre a importância da divulgação de ciências, a maneira como a ciência é veiculada não ocorre sempre como divulgação científica, onde há uma preocupação com a transmissão dos conceitos, evitando-se distorção, mas frequentemente apela para o sensacional. Embora a apresentação e discussão da ciência possam colaborar para despertar o interesse pela ciência, o uso do sensacionalismo mingua qualquer caráter formador, educativo ou elucidativo da divulgação. Ademais, a desconexão entre conhecimento científico, o saber escolar e o cotidiano contribui com a ideia que a ciência é algo especial, quase inatingível, separada a vida cotidiana do indivíduo não-cientista (Siqueira, 2008), corroborando com o apontado por Mesquita e Soares (2008) e discutido na Sec. 3.1.

Devido à influência social e política que o conhecimento crítico da ciência pode proporcionar, Pretto (1993); Siqueira (2006) destacam que os meios de comunicação podem utilizar-se da divulgação de modo a intervir na opinião do público sobre o assunto. Embora a divulgação científica tenha crescido (Pretto, 1993), grande parte dos programas veiculados, tanto em televisão, quanto em rádio e jornais impressos, acabam apresentando

a ciência de forma sensacionalista, passando uma imagem caricatural do cientista, o que causa um afastamento entre a ciência e o público. Uma estratégia que pode ser utilizada para reverter essa situação seria ensinar e divulgar ciência por meio de animações voltadas ao público infantil.

A animação oferece uma representação da sociedade em uma diversidade de símbolos, podendo “refletir e reproduzir ideologias, violência, relações de poder e transmitir valores” (Siqueira, 2002, p. 111). As crianças, em sua formação, estão o tempo todo absorvendo elementos da cultura a qual pertencem, aprendendo também a criticar e reproduzir ações e conhecimentos. Por isso, elas devem ser expostas a diversificadas fontes de informação, enriquecendo seu entendimento sobre a multiplicidade cultural que existe. “No que tange à ideia de ciência e à de cientista, a pluralidade poderia ser mostrada em seus processos, seus métodos” (Siqueira, 2002, p. 144).

3.3 O alfabetismo científico em detalhes

O alfabetismo científico, fundamentado nas ideias de *revolução copernicana* de Pierre Fayard (veja mais em: Fayard, 1999), leva o indivíduo a compreender socialmente as consequências positivas e negativas de ações relacionadas ao desenvolvimento da ciência e da tecnologia para a sociedade e para o ambiente, munindo-o de informação e ferramentas para que possa atuar na sociedade. O alfabetismo científico transcende o escolar, chegando a museus, rádio, revistas, televisão, jornais, Internet estando presente em todos os níveis de ensino (formal, não-formal, informal) (Krasilchik e Marandino, 2004); e também compreende a divulgação científica. Uma de suas características mais marcantes é o foco no público-alvo, sendo que a informação é *preparada* para melhor atingir aquelas pessoas.

Uma vez que o ensino da ciência pode afetar culturalmente e socialmente as pessoas, é interessante falar em Alfabetismo científico. Segundo Krasilchik e Marandino (2004) o alfabetismo científico consiste em alfabetizar e letrar as pessoas do público geral sobre ciências e tecnologia. Alfabetizar é ensinar a ler e abrange inclusive ensinar a compreender e interpretar. A importância do alfabetismo científico está além do aperfeiçoamento pessoal, e da formação de um conjunto de valores; influenciando nas tomadas de decisões baseadas nestes valores, individuais ou coletivas, como reconhecer e aceitar direitos, deveres e oportunidades, ouvir e aceitar diferenças de opiniões. Ele é alcançado ao se traduzir a ciência

e a tecnologia para um produto cultural, transmitindo princípios, costumes, conteúdos e conhecimentos.

Na literatura, é possível encontrar algumas classificações do alfabetismo e da divulgação científica. Entre as mais relevantes está a classificação do alfabetismo científico feita por Zabala (1998) e a apontada por Krasilchik e Marandino (2004). Também Barros (2002) discrimina a divulgação científica em utilitária, de métodos, dos impactos, dos avanços e cultural, de acordo com os objetivos da divulgação. Zabala (1998), ao se referir à aprendizagem, faz a seguinte classificação, segundo os conteúdos:

- **Factual:** os conteúdos factuais referem-se aos fatos, dados, axiomas, nomenclaturas e tudo que pode ser reproduzido sem a necessidade de compreensão ou interpretação. Exemplos são: datas de acontecimentos, nomes de telescópios e missões, constantes físicas.
- **Conceitos e princípios:** relacionam-se ao abstrato, um conjunto de fatos, definições ou situações que juntos moldam um contexto, e é necessário compreender o conjunto de regras ou normas inerente ao conceito ou princípio. Pode referir-se, por exemplo, a um movimento artístico (impressionismo, romantismo), a um princípio físico (conservação de energia, dualidade partícula-onda), etc.
- **Procedimental:** envolvem regras, metodologias, procedimentos, estratégias ou técnicas. Zabala (1998) destaca a importância do ação (repetição, simulação, reprodução), do exercício, da reflexão e da aplicação em diferentes contextos. Atividades práticas que simulam a pesquisa se enquadram bem nesta categoria.
- **Atitudinal:** engloba valores (pessoais, éticos, culturais), atitudes (cooperação, interação) e normas ou regras (do grupo, do meio, da sociedade).

Krasilchik e Marandino (2004) definem estágios de alfabetismo científico, identificadas pelo *BSCS* (Biological Science Curriculum Study, 1993), mas que aqui são ampliados para a Astronomia, e podem ser adaptados para qualquer área da ciência, em qualquer modalidade do ensino, tanto formal, quanto não formal e informal. São eles: Os estágios são:

- **Nominal:** aprendizado de termos específicos. Podem ser, por exemplo átomos, fótons, radiação.

- Funcional: definição dos termos científicos, sem compreensão plena dos significados, por exemplo, a luz é parte de toda a radiação eletromagnética que existe.
- Estrutural: compreensão das ideias básicas que compõe o conhecimento científico. Por exemplo, o fóton é a partícula elementar da radiação eletromagnética, e tem propriedades tanto de partícula como de onda.
- Multidimensional: compreensão abrangente do significado, contexto e vínculos interdisciplinares. Por exemplo: rádio, raios-X, micro-ondas, entre outras, também compõe o espectro eletromagnético e são utilizadas no cotidiano das pessoas, aplicada em comunicações, saúde, etc..

Note que, neste ponto, não cabe contextualizar este trabalho de modo geral, mas é interessante que diversos episódios sejam capazes de abranger todas essas propriedades. Os estágios de alfabetismo científico podem estar atrelados à abordagem de um assunto em cada episódio. E a influência pode ser explorada nas ações das personagens e interações com a ciência e os cientistas. Assim, essas definições foram aplicadas no desenvolvimento e na análise dos episódios e da série, como pode ser visto nos Capítulos 4, 5, 6.

3.4 O Ensino através da animação

3.4.1 Transposição didática ou recontextualização?

A ciência, por sua natureza, é repleta de conceitos e termos específicos pertencentes a cada área do conhecimento. Desse modo, o conhecimento desenvolvido pela ciência precisa passar por um processo de recodificação de linguagem para que chegue ao público geral de uma maneira que esse possa compreendê-lo (Pretto, 1993). A informação chega por meios formais e não-formais, principalmente a mídia: TV, rádio, jornal, Internet (Ramos et al., 2012). Portanto, a recodificação é feita por quem faz o intermédio entre os cientistas e a população. A recodificação está submetida à interpretação subjetiva, direta ou indireta do intermediário. “Essa mediação inclui seleção, filtragem, organização e distribuição de informações geradas em universidades e instituições de pesquisa.” (Siqueira, 2002, p. 108). A informação passa por uma recontextualização, sendo formatada e editada para se adequar ao vocabulário do público alvo.

Por que discutir a recontextualização? Ela é a transformação do conhecimento científico para uma linguagem que seja palatável ao seu público alvo, por exemplo, às crianças. Essa é uma discussão relevante neste trabalho, tentando desvendar qual a melhor forma de recontextualizar a ciência. Então, tendo discutido as diversas maneiras que a ciência aparece na mídia e os resultados positivos e negativos, destacou-se o preconceito contra a ciência e o cientista de forma recorrente. Por isso, o produto tenta responder a esta problemática, enquanto a metodologia deste trabalho tenta descobrir a melhor forma de fazê-lo. Enquanto o espetáculo é usado frequentemente para despertar o interesse do público que busca entretenimento e informação, promovendo uma aproximação do público, ele também é responsável por reduzir a credibilidade da divulgação que exerce (Siqueira, 1998). Deste modo chega-se a um conflito dentro da recontextualização da ciência, ou seja, como a recontextualização pode ao mesmo tempo tornar a ciência interessante ao público e ser informativa, zelando pela transmissão de conhecimentos.

Quanto à transmissão de conteúdos, Pretto (1993) sintetiza os conceitos apresentados por Bueno (1985), referindo-se à divulgação científica, destinada à sociedade em geral, por meio de quaisquer mídias, nas quais é necessário uma recodificação *a priori* que torne esses conteúdos apropriado a um público mais amplo, como visto na Sec. 3.1. Pretto (1993) ainda salienta a necessidade da divulgação da ciência, devido à influência social e política exercida por ela. Como previamente discutido, apesar do crescimento dos espaços destinados à divulgação científica, os conteúdos enfatizam a apresentação dos resultados de forma superficial, mediante imagens cartunescas e caricatas do cientista, e com um tom sensacionalista que, muitas vezes, é amplamente usado na atividade jornalística, o que acaba colocando em segundo plano a transmissão do conhecimento.

Sobre a divulgação científica, discute-se se o próprio cientista deveria se incumbir da divulgação científica, enquanto destaca-se um aumento nos cursos de formação de profissionais na área de jornalismo científico (Marandino et al., 2004). O desbalanço no investimento e status que há nas universidades também explicita o desnível entre a pesquisa científica e a divulgação da mesma (Bordenave, 2005), revelando que quem está fazendo ciência nem sempre a divulga. Isso acontece, tendo em mente que a divulgação científica exige uma transformação da linguagem científica para se adequar ao público, uma vez que essa transformação não deve ser vista como uma adaptação ou mera simplificação, mas constitui-se uma nova produção de saberes (Marandino, 2004). Por outro lado, poderia a

recontextualização ser entendida como uma transposição didática?

Chevallard (1991) descreve um estudo extensivo das transformações sofridas por conceitos matemáticos desde a ciência até a aplicação no ensino, pormenorizando todo o processo. A partir do texto de Marandino (2004), é possível entender que o saber sábio está ligado ao conhecimento científico em toda sua estrutura social e histórica, e para ser ensinado em escolas, precisa passar por uma transformação, onde haverá adaptação, podendo haver perdas e distorções, exclusões e inclusões de conhecimentos, porém levando à construção (ou reconstrução) de um outro conhecimento, o saber ensinar. Portanto, a transposição didática é a transformação do conhecimento científico em conhecimento escolar. De toda forma, a construção do conhecimento escolar depende da cultura e estruturação social ao redor da escola (“ciência escolar”, com epistemologia própria), em seu próprio contexto. Para museus, onde se dá o ensino não-formal, o contexto é diferente da escola. A ciência também não é retratada de forma pura, de modo que há uma transposição do conhecimento científico (saber científico), uma vez que ele sofre uma transformação para sua exposição. Assim, não se trataria de uma transposição didática, mas são propostas as noções de *transposição museográfica* e também *transposição expositiva*, por exemplo. Essas noções levam em consideração o público, o meio, o contexto, etc. (Marandino, 2004).

Adiante, em Marandino (2004), discute-se a diferença entre a transposição e a recontextualização. A primeira, aplica-se na tradução da linguagem científica para o ensino formal. Já a recontextualização, incumbe-se de recodificar a linguagem científica para ser empregada em outros meios e contextos, mais sujeita às mediações das pessoas envolvidas e da sociedade e público a que se destinam.

As animações educativas, por mais que almejem o ensino, são produtos do meio audiovisual por definição. Assim, em seu contexto, aplica-se a recontextualização da ciência para a narrativa. “Por sua capacidade de adaptar-se às distintas narrativas, discursos e práticas comunicacionais, os mitos e os rituais são frequentemente empregados pelos meios de comunicação de massa. A eles se recorre para explicar o novo, para aproximar o espectador de uma mensagem.” (Siqueira, 1998, p. 58). Ora, conforme visto na Subsec. 2.2.2, os mitos são usados há milênios para transmitir conhecimentos e valores. Estes são representações de nós mesmos, de nosso ser e facilmente nos identificamos com a figura do herói; de modo que a construção do mito vem para nos propor soluções para os problemas (Campbell e Moyers, 2011). Assim, como o custo do tempo na televisão e outros meios de

comunicação é alto (Siqueira, 2002), recorre-se com frequência a mitos, rituais e simbologias facilmente reconhecidos pelo público para se transmitir uma mensagem. Neste ponto, conclui-se que a narrativa não é a melhor forma de comunicar a ciência.

Por outro lado, Barros (2002) ressalta a importância de se apresentar a ciência dentro de um contexto social, e nesta questão, a animação é um ambiente propício, posto que é repleta de elementos sociais e culturais de sua origem. Por fim, a transposição didática remete diretamente à transformação de conhecimentos científicos para conhecimentos escolares. Não cabe, portanto, entender a transposição de conceitos científicos para a animação como transposição didática, mas como uma recontextualização ou outra transposição (que não didática). Neste trabalho, refere-se à transformação do conhecimento científico em conhecimento transmitido como transposição em seu sentido mais amplo, ou como recontextualização. Há a transferência de um discurso científico para um discurso cinematográfico (recontextualização), reconstruindo um saber sábio em saber ensinar (transposição) inserido não na escola, mas em um produto audiovisual.

3.4.2 *Animação para o ensino não formal*

A problemática destacada até aqui mostra como a divulgação científica na mídia é apenas informativa e visa apenas os resultados, deixando de lado o procedimento científico. A veiculação é principalmente sensacionalista, removendo a ciência do cotidiano, o que atrai o público em um primeiro momento, porém acaba afastando-o da ciência. Dentro deste sensacionalismo, a figura do cientista é geralmente mostrada sob um forte estereótipo negativo, e dentro das animações ainda é satirizado. As implicações do estereótipo e do sensacionalismo são, sumariamente, ruins para a divulgação científica, como descrito na Sec. 3.1. O afastamento criado é grande, principalmente em crianças, que ainda estão desenvolvendo seu senso crítico. Elas costumam se identificar com os heróis, dificilmente se verão fazendo ciência, e todos estes fatores podem afetar até seu desempenho escolar.

Entretanto, a necessidade de animações educativas acabou revelando-se na rapidez com que surgiram programas e espaços específicos para crianças. Isso se deve ao estímulo que as animações educativas podem promover, levando a criança a se interessar pela ciência. As animações educativas que incluem o lúdico, respeitam os processos de aprendizagem, são dinâmicas e figuram entre as programações educativas de sucesso.

Uma das formas recorrentes de aprendizagem infantil é através da repetição. A criança

repete uma ação numerosas vezes, como um treino, enquanto se prepara para a vida adulta. Siqueira (1998, p. 60) afirma que a “repetição dos procedimentos de veiculação [...] faz analogia aos rituais”. Zabala (1998) diz que a repetição tanto de fatos, quanto de atividades, aplicações e exercícios é substancial à aprendizagem servindo para a memorização, compreensão e entendimento. A repetição da estrutura narrativa, dentro da animação educativa tem um papel crucial, pois, uma vez definido o formato de um episódio, a criança pode se concentrar no conteúdo, assimilando-o mais facilmente (Arizono, 2015) As atividades lúdicas envolvem atividades em grupo com regras bem definidas e estimulam a diversão. Elas favorecem o desenvolvimento infantil e as mais comuns são música, dança, jogos, teatro.

Dentro da animação, a música tem função além de complementar do visual. Canções, músicas, danças podem estimular o interesse por instrumentos, auxiliar no desenvolvimento cognitivo, de coordenação espaço-temporal, e na memória (Vargas, 2014). Pode ser usada em canções para fixação de conceitos, em processos mnemônicos. E por fim, é carregada de significados culturais, que representam a sociedade da criança que assiste a série. Esse contexto cultural é importante tanto para facilitar a identificação da criança com o cotidiano das personagens quanto para valorizar a própria cultura nacional.

A animação não é uma atividade lúdica em si, mas pode estimular e incentivar, haja visto que muitas crianças acabam reproduzindo danças, canções e brincadeiras feitas pelas personagens. Ela age no imaginário infantil, acrescentando elementos culturais, conhecimentos e valores. Também pode ser usada inicialmente para motivar e como ferramenta de ensino, aplicável dentro e fora do ambiente formal.

Portanto, as animações em geral apresentam as seguintes estratégias que favorecem o aprendizado e cativam as crianças:

- Usam estratégias mnemônicas, como a música para fixar conteúdos;
- Usam personagens com alto apelo visual, facilitando a identificação com a personagem;
- Séries repetem o mesmo modelo de roteiro, de modo que o foco se torna o tema, ou seja, o objeto de estudo;
- São positivas e alegres, satisfazendo as necessidades cognitivas das crianças;

- Estimulam outras atividades lúdicas;
- Devem refletir o cotidiano da criança.

Apesar dos elementos citados anteriormente não poderem estar ausentes, eles também não podem ser aplicados de qualquer modo. Uma vez que são bastante técnicos, é necessário investigar as necessidades cognitivas de aprendizagem infantil e as soluções comumente usadas. Dessa forma, o roteiro terá um ar mais leve e será mais atraente para seu público-alvo.

Além disso, é essencial que a linguagem da animação esteja presente nas animações educativas. Karat e Ramos (2013) destacam, que crianças e jovens passam bastante tempo em contato com materiais audiovisuais, tornando-os familiarizados com a linguagem própria do meio. Então, a boa construção de um material audiovisual educativo leva em consideração a construção da narrativa e a composição audiovisual da obra, segundo o que já está consolidado no mercado, resultando em produtos educativos interessantes, instigantes e capazes de reter a atenção do público.

Para reverter esse quadro de afastamento em relação à ciência, são identificadas as seguintes soluções que podem ser aplicadas extensivamente na criação de animações educativas:

- A divulgação científica pensada a partir de seu público alvo (Krasilchik e Marandino, 2004);
- Uso de linguagem adequada, explicando termos e conceitos a partir dos conhecimentos do público (Ramos et al., 2012);
- Estratégias educacionais e pedagógicas de acordo com a fase de desenvolvimento infantil (Carneiro, 1999);
- Abordagem amigável da ciência, evitando frieza e distanciamento (Carneiro, 1999);
- Presença de especialistas ou cientistas, garantindo credibilidade à informação (Barca, 1998);
- Conversa direto com o público, proximidade (Barca, 1998);
- Alfabetismo científico em todos os estágios ou níveis, evitando a *elitização* da informação (Krasilchik e Marandino, 2004)

- Imagens de cientistas mais próximas da realidade: diversidade de gêneros, cores, sociais, etc. (abolição do esteriótipo);
- Ensinar sobre a ciência e seus métodos (Krasilchik e Marandino, 2004)

Em séries educativas é comum que um episódio se inicie a partir de um questionamento ou problema encontrado por uma ou mais personagens. A exploração de resoluções, as tentativas e erros apresentadas são comuns também à ciência e ao método científico, porém sem o rigor que a pesquisa exige (Arizono, 2015). Destarte, acrescentando às soluções sugeridas para a problemática apresentada neste trabalho, aconselha-se que os episódios devem seguir uma estrutura definida, iniciando com a apresentação de uma problemática ou questionamento, seguida de uma discussão sobre o tema que inclua a desconstrução de conceitos ingênuos, respostas e soluções com auxílio de cientista ou especialista e deve terminar com a aplicação ou repetição das respostas pelas personagens crianças.

Este trabalho aplica essas soluções no desenvolvimento do roteiro de uma série de animação focada no ensino não-formal de Astronomia. Como parte do desenvolvimento do roteiro, também há a definição das personagens. Uma vez discutido como a mídia em geral apresenta a ciência e o cientista, indica-se que a melhor forma de introduzi-los na série é mostrando cientistas como pessoas comuns, parte do cotidiano e que qualquer pessoa pode tornar-se cientista. Também é interessante mostrar as crianças interagindo diretamente com a ciência, aprendendo sobre seus processos e contextos.

Por fim, espera-se que essa série de animação, após produzida e veiculada seja capaz de criar um público melhor informado da ciência e sua importância na sociedade naturalmente questionará o sensacionalismo, fazendo com que a mídia em si passe por uma transformação. Também acredita-se que a série será um efetivo motivador, de modo que a ciência e suas carreiras poderão se tornar mais atrativas ao público, principalmente alunos. Para isso, propõe-se a utilização de elementos essenciais a este trabalho, listados abaixo:

- Cientistas e especialistas dentro do cotidiano das crianças;
- Discussão da importância da ciência, sem sensacionalismo porém repleta de fascínio;
- A ciência aplicada e seus resultados;
- O método científico, mostrando os processos da ciência;
- A ciência também pode ser divertida e é para todos.

Metodologia

Este Capítulo contém a metodologia utilizada na construção de *fichas* dos episódios e séries, baseada nas problemáticas e soluções apresentadas nos Capítulos 2 e 3. O desenvolvimento das fichas teve o propósito de manter o alfabetismo científico em foco, sem perder de vista os conteúdos e a estrutura narrativa.

Os problemas e soluções identificados nos capítulos anteriores, são sintetizados a seguir:

Problema: a narrativa não é, talvez, a melhor forma de ensinar ciências. **Solução:** trazer a discussão, o processo, a repetição e aplicação. Manter a mesma estrutura narrativa, trazendo o foco para a discussão.

Problema: despertar o interesse das crianças em um produto audiovisual educativo. **Solução:** explorar o lúdico enquanto também há uma aplicação didática: a música, a dança, a dramatização, etc., explorar o fantasioso.

Problema: baixa credibilidade do conteúdo científico na divulgação. **Solução:** inserir as figuras do cientista e do especialista.

Problema: estereótipo do cientista não condiz com a realidade (Siqueira, 2006); é masculino, maluco, antissocial (Mesquita e Soares, 2008); usa óculos, jaleco, tem tiques e manias (Siqueira, 2006); utiliza linguagem técnica e inteligência acima da média (Barca, 1998; Siqueira, 2006). **Solução:** apresentar cientistas e especialistas primando pela diversidade, utilizar linguagem apropriada, trazer a figura do cientista para o cotidiano. Outra solução é mostrando que as próprias personagens crianças podem tornar-se cientistas.

Problema: ciência mostrada de forma superficial, informativa e apenas os resultados, não o processo. **Solução:** alfabetismo científico em todos os estágios e níveis, discutir o método científico e a filosofia da ciência.

4.1 A criação de um roteiro educativo

A série tem como o público-alvo crianças com idade aproximada de alunos do ensino fundamental II, idade a partir da qual é comum elas terem contato com a Astronomia na escola. A série é composta por doze episódios, de cerca de 12 a 14 minutos de duração. O primeiro propósito da série é suprir uma demanda por animações educativas que abordem conteúdos astronômicos e que sejam ricas em elementos culturais brasileiros.

Em suma, a série tem cunho educativo, utiliza-se do lúdico, e objetiva ensinar conteúdos de Astronomia para as crianças. Uma criança aprende através do lúdico: ela imagina-se na situação e emula suas reações dentro de tal mundo. Quando assistindo a um desenho animado, há uma forte identificação com as personagens, uma vez que a representação das personagens está mais próxima do simbólico que de uma pessoa real. Ao se identificar, ela se põe no lugar da personagem e pode se imaginar vivenciando aquelas situações e experiências. Idealmente, as personagens dessa série vivem e experimentam a Astronomia de diferentes formas, com diferentes enfoques, almejando estimular o pensamento crítico, visitas culturais, busca da informação e, principalmente, alfabetizar cientificamente as crianças.

Baseados nas etapas de criação de um roteiro para qualquer produto audiovisual, segundo Comparato (2009) (como visto na Sec. 2.1.2), desenvolveu-se uma metodologia específica para criação de roteiros de séries educativas. A redação do roteiro está dividida nas seguintes etapas:

1. ideia e pesquisa;
2. definição do tema, da abordagem e da metodologia;
3. *storyline*: é o resumo das ações que acontecem na história, em até cinco linhas;
4. argumento: escrita livre com a descrição das ações, emoções, cenários e o que mais for importante para ilustrar a ideia;
5. roteiro: é a redação em si, seguindo um modelo fixo de lauda, com a identificação das falas, cenários e ações. Cada lauda (ou página) equivale a mais ou menos um minuto de animação.

Cada episódio apresenta três elementos que seriam pilares para a construção da história: o *tema*, a *abordagem* e a *metodologia*. O tema é conteúdo principal de Astronomia a ser abordado, que é subdividido em diferentes conceitos. A abordagem refere-se a quem explicará o tema para as personagens, e em que ambiente isso ocorrerá, e de que maneira. Por fim, a metodologia trata da maneira como as personagens infantis aplicarão o que foi aprendido.

4.2 Estrutura didática

Os elementos essenciais que devem pertencer à série foram definidos baseados nos problemas e soluções identificados nos Capítulos 2 e 3. Eles referem-se à imagem do cientista e da ciência na mídia, e às estratégias usadas em animações educativas. São eles:

- Desconstrução do estereótipo do cientista e reconstrução sob um olhar humano e diversificado;
- Aproximação das crianças e da ciência, desmistificando a ideia que ciência é difícil e apenas para pessoas inteligentes;
- Ensino dos conceitos;
- Apresentação da Astronomia ao alcance das crianças e presente no cotidiano;
- Apresentação das diferentes atividades de divulgação científica de Astronomia que existem, por exemplo: observatórios, planetários, museus, visitas guiadas, palestras, contato direto com cientistas.

4.2.1 Temas da Astronomia

Para organização e estruturação didática da série, tomou-se como base a construção do conhecimento do pequeno e usual para o grande; e como a ciência é feita, partindo de uma visão geral para a exemplos e aplicações mais específicas. Assim, os temas escolhidos foram organizados da seguinte maneira:

1. História da Astronomia no Brasil.
2. Escolha de um local para instalação de telescópios de pesquisa.
3. Visita a um planetário e estudo do movimento aparente dos astros.

4. A pesquisa em Astronomia através do estudo da luz.
5. Visita a um Observatório e observação com telescópios amadores - objetos Astronômicos I.
6. Astrofísica estelar.
7. O trabalho do cientista e o método científico.
8. Fotometria - reprodução de um experimento.
9. Visita a um Observatório de pesquisa e apresentação dos equipamentos.
10. Filosofia da ciência (quebra de paradigma) e o Paradoxo de Olbers.
11. Movimento no céu e astronomia extragaláctica.
12. O nosso lugar no Universo - distâncias e escalas.

4.3 Construção da ficha dos episódios

A ficha dos episódios foi desenvolvida para definir a estrutura narrativa e permitir uma análise da abordagem dos conteúdos, aplicada diretamente no alfabetismo científico.

4.3.1 Estrutura de ações e o lúdico

Como exposto na Subseção 3.4.2, definiu-se uma estrutura narrativa que já fizesse parte da linguagem audiovisual das animações educativas ao mesmo tempo que pudesse explorar o método científico e atender às necessidades cognitivas infantis. Assim, chegou-se a quatro situações necessárias, a serem apresentadas nesta ordem:

1. Inicia com um questionamento, problema ou curiosidade trazida para o grupo para ser alvo de exploração: problema.
2. Discussão entre o grupo sobre qual a melhor forma de solucionar o problema: discussão.
3. Aplicação direta do método científico ou contato direto com cientistas e a ciência: resolução.

4. Repetição da sequência questionamento, discussão e resolução: conclusão.

Na Subseção 2.2.3 desvenda-se a importância do apelo ao lúdico em uma animação educativa. Dessa forma, o lúdico pode apresentar-se como atividades em grupo, por exemplo, tarefas, experimentos ou brincadeiras. Também podem apresentar o desenvolvimento social em relação entre os personagens ou aproximação com os cientistas, apoiando uma visão mais humana e positiva destes. O lúdico pode ser usado como um reforço do método científico no agir das crianças e na forma como elas exploram a Astronomia. E por fim, as atividades lúdicas que podem ser exploradas são a teatralização, dança, música, etc..

4.3.2 Estágios de alfabetismo científico

Baseado nos estágios de alfabetismo científico (Krasilchik e Marandino, 2004; Biological Science Curriculum Study, 1993), é interessante que pelo menos alguns apresentem o alfabetismo científico da forma mais aprofundada possível, alcançando o nível Multidimensional. Esta classificação do alfabetismo científico pode ser interpretada como hierárquica. Dificilmente encontrar-se-ão situações onde o alfabetismo científico venha acontecer em um nível multidimensional sem atingir todos os outros estágios. Recapitulando, são eles:

- Nominal: aprendizagem dos termos;
- Funcional: compreensão dos termos e definições;
- Estrutural: compreensão das ideias e conceitos;
- Multidimensional: entendimento dentro de um contexto e integrado com outras disciplinas.

4.3.3 Classes de alfabetismo científico

As classes de alfabetismo científico, segundo Zabala (1998) são:

- Factual: apresenta os fatos e dados com exatidão;
- Conceitual: discute os conceitos envolvidos;
- Procedimental: aborda os métodos em todo o procedimento;
- Atitudinal: aplicações e impactos.

Deve haver um balanço entre os episódios, sendo que o alfabetismo pode ocorrer em mais de uma forma em cada episódio. As classes de alfabetismo científico não necessariamente são hierárquicas. Pensando em explicar diretamente como funciona a pesquisa e o método científico, é possível, porém não aconselhável, expor fatos e conceitos também explicando como isso afeta a sociedade, sem entrar em detalhes de como o processo se desenrola.

Um exemplo será apresentado no Episódio 1, onde as personagens aprendem que toda pesquisa científica é feita em equipes ou associações, então elas decidem criar um grupo próprio para estudarem e pesquisarem, mesmo não sendo cientificamente, mas como um ensaio para a ciência. De certo modo, há uma decisão e aplicação direta, mesmo sem as personagens compreenderem completamente como a ciência se desenrola. Entende-se que este tipo de decisão, sem compreensão global de um assunto não é desejável, porém, a série em si tem como cerne explicar como funciona a ciência e como trabalham os cientistas. Assim, o processo será ensinado ao longo de vários episódios.

4.4 *Desenvolvimento da estrutura do episódios*

A fim de garantir que todos os episódios contemplem alguns níveis e classes de alfabetismo científico, bem como apresentem em seu desenvolvimento a evolução da problemática e a discussão, aplicação e repetição da solução, foi criada uma ficha modelo a ser preenchida para cada episódio. Em seguida, desenvolveu-se uma ficha que proporcionasse uma visão abrangente da profundidade do alfabetismo científico alcançada na série. A ficha dos episódios foi dividida em diversas tabelas, separando os conteúdos conforme a abordagem e qual a profundidade do alfabetismo científico. A seguir, cada tabela é apresentada detalhadamente. A ficha da série foi sintetizada em uma única tabela, e também está melhor detalhada mais adiante.

4.4.1 *Ficha dos episódios*

A primeira tabela (exemplificada na Tabela 4.1) apresenta a essência dos episódios. Nela constam o número, o título, o tema geral da Astronomia e a *Storyline*, resumindo os elementos principais e permitindo rápida identificação dos episódios.

Tabela 4.1 - Cabeçalho do episódio

Episódio:	#	Título:	<i>Título</i>
Tema:		<i>Tema geral astronômico</i>	
Storyline:		<i>Resumo da história</i>	

A segunda tabela, representada pela Tabela 4.2, apresenta o tema dividido em conceitos de Astronomia e do método científico específicos daquele episódio. Cada conceito recebe um índice (a, b, c, ...) que será utilizado como referência nas próximas tabelas, que tratam da estrutura e do alfabetismo científico.

Tabela 4.2 - Conteúdos de Astronomia

Índice	conceito
a	<i>conceito 1</i>
b	<i>conceito 2</i>

A tabela de estrutura narrativa, exemplificada pela Tabela 4.3, descreve como cada conceito é trabalhado dentro da problemática, discussão, resolução e conclusão. Além de explicitar o avanço na discussão dos conteúdos, a tabela revela com mais detalhes como a história decorre e como os conteúdos se interligam ao tema.

Tabela 4.3 - Abordagem dos conteúdos na estrutura narrativa

Estrutura		
	Índice	Descrição
Problemática	a	<i>descrição do conceito a</i>
	b	<i>descrição do conceito b</i>
Discussão	a	<i>descrição do conceito a</i>
	b	<i>descrição do conceito b</i>
Resolução	a	<i>descrição do conceito a</i>
	b	<i>descrição do conceito b</i>
Conclusão	a	<i>descrição do conceito a</i>
	b	<i>descrição do conceito b</i>

A última tabela da ficha dos episódios, exemplificada pela Tabela 4.4, tem como objetivo elucidar quais as componentes da estrutura estão presentes no episódio, e qual a profundidade aplicada ao alfabetismo científico. Note que espera-se que apenas alguns episódios contemplem todos os níveis. Para cada componente presente a tabela será preenchida com “X” e para as ausentes, “.”. Esta tabela torna-se fundamental para uma análise mais detalhada da série ao todo, e é base para a construção da ficha da série (Tabela 4.5).

Tabela 4.4 - Exemplo de análise quanto à estrutura e ao alfabetismo científico

Aplicação			
Índice:		a	b
Problemática	Problema	.	X
	Questionamento	X	.
	Curiosidade	.	.
Discussão	Método científico	.	.
	Atividade lúdica	X	X
Resolução	Cientista ou especialista	X	X
	Experimento	.	X
	Divulgação científica	X	.
	Atividade lúdica	.	.
Conclusão	Repetição	.	.
	Aplicação	.	X
	Atividade lúdica	.	.
Alfabetismo Científico			
Índice:		a	b
Níveis	Nominal	X	X
	Funcional	.	X
	Estrutural	.	.
	Multidimensional	.	.
Classes	Fatual	X	X
	Conceitual	.	X
	Procedimental	.	.
	Atitudinal	.	.

Posteriormente à apresentação das quatro tabelas, a descrição da estrutura do episódio é complementada com a inclusão do argumento, de um texto de apoio e das ilustrações, conforme descrito a seguir:

Argumento

O argumento conta a história em detalhes.

Texto de apoio conceitual

Episódios

A partir dos temas sugeridos na Seção 4.1, apresentam-se aqui os episódios em detalhe, de acordo com suas respectivas subseções e títulos:

1. História da Astronomia no Brasil: (5.1) O clubinho de Astronomia.
2. Escolha de um local para instalação de telescópios de pesquisa: (5.2) A sede do clubinho.
3. Visita a um planetário e estudo do movimento aparente dos astros: (5.3) Quem se mexeu?
4. A pesquisa em Astronomia através do estudo da luz: (5.4) Pesquisando Astronomia.
5. Visita a um Observatório e observação com telescópios amadores - objetos Astronômicos I: (5.5) O que há lá fora?
6. Astrofísica estelar: (5.6) Ela piscou primeiro.
7. O trabalho do cientista e o método científico: (5.7) Um dia de astrônomo.
8. Fotometria - reprodução de um experimento: (5.8) Experimentando.
9. Visita a um Observatório de pesquisa e apresentação dos equipamentos: (5.9) Quebra-cabeças.
10. Filosofia da ciência (quebra de paradigma) e o Paradoxo de Olbers:(5.10) Cadê as estrelas?
11. Movimento no céu e astronomia extragaláctica: (5.11) Mas é só isso?
12. O nosso lugar no Universo - distâncias e escalas: (5.12) O nosso lugar no Universo.

5.1 O clubinho de Astronomia

Tabela 5.1 - Episódio 1: Cabeçalho

Episódio:	1	Título:	O clubinho de Astronomia
Tema:	História da Astronomia no Brasil		
Storyline:	Ao ouvir sobre Galileu em uma aula, Cora se questiona como começou a Astronomia no Brasil. Com ajuda de sua amiga Ruth, elas juntam um grupo interessado no tópico e vão até um museu tirar suas dúvidas e acabam criando um clube mirim de astronomia amadora.		

Tabela 5.2 - Conteúdos de Astronomia

Índice	conceito
a	História da Astronomia no Brasil
b	Trabalho em equipe na ciência (como método científico)
c	Espectro eletromagnético

Tabela 5.3 - Episódio 1: Abordagem dos conteúdos na estrutura narrativa

Estrutura		
	Índice	Descrição
Problemática	a	Descobrir como decorreu a história da Astronomia no Brasil.
	b	Como continuar as discussões sobre Astronomia.
	c	Dúvida sobre o que é o espectro.
Discussão	a	Montando uma expedição até um local que tenha respostas.
	b	Argumentação sobre o problema.
	c	Pergunta para o cientista.
Resolução	a	Visita a um museu guiada por cientista.
	b	Sugestão do cientista de montar um grupo de estudos ou um clube mirim.
	c	Explicação ilustrativa.
Conclusão	a	Leva à discussão do conteúdo b.
	b	Fundação informal de um clube mirim (Clubinho da Estrela)
	c	Retomada do conceito no episódio 4.

Tabela 5.4 - Episódio 1: Análise quanto à estrutura e ao alfabetismo científico

Estrutura				
Índice:		a	b	c
Problemática	Problema	.	X	.
	Questionamento	X	.	X
	Curiosidade	.	X	.
Discussão	Método científico	.	.	.
	Atividade lúdica	X	X	.
Resolução	Cientista ou especialista	X	X	X
	Experimento	.	X	.
	Divulgação científica	X	.	X
	Atividade lúdica	.	.	.
Conclusão	Repetição	.	.	X
	Aplicação	.	X	.
	Atividade lúdica	X	.	.
Alfabetismo Científico				
Índice:		a	b	c
Níveis	Nominal	X	X	X
	Funcional	.	X	X
	Estrutural	.	.	.
	Multidimensional	.	.	.
Classes	Fatual	X	X	X
	Conceitual	.	.	X
	Procedimental	.	.	.
	Atitudinal	.	X	.

5.1.1 Argumento do Episódio 1

Após uma aula sobre Galileu e a Astronomia, Cora se pergunta como era a Astronomia no Brasil. A aula fala sobre como Galileu usou o telescópio para olhar para o céu, viu fases em Vênus e luas em Júpiter e conseguiu evidências indicando que o geocentrismo estaria errado. Cora sai da aula se espreguiçando e perguntando para Ruth “como será que começou a Astronomia no Brasil? Será que alguém no Brasil ajudou Galileu a mostrar evidências do heliocentrismo?”

Ruth responde que não faz ideia, mas indica um amigo de outro ano letivo que tem um pai astrônomo. Elas decidem visitar um museu/pesquisador e Ruth ressalta que o Brasil ainda não tinha nem 100 anos. Ela fala do seu amigo, Quincas (Joaquim), cujo pai trabalha num museu. Elas vão falar com Quincas durante o recreio e eles decidem visitar o museu. Quincas pergunta se pode levar o seu outro amigo da rua, que é de outra escola e

outra série. Em casa, Cora pede à sua irmã, Clarice, que os acompanhe no museu. Clarice, faz cara feia e fala que tudo bem.

Elas se encontram com as outras crianças na frente do museu só que se trata de um museu científico. Lá dentro, Quincas apresenta seu pai, e na seção de Astronomia (Cora, Ruth, Joaquim, Zé, e Clarice) e o pai de Quincas (que trabalha no museu) fala brevemente sobre a história da Astronomia no Brasil.

O pai de Quincas fala sobre a Astronomia no Brasil atual. O pai de Quincas fala sobre a importância de se trabalhar com outros pesquisadores e instituições, de todos os países. Clarice, maravilhada, diz como seria legal participar de um grupo de Astronomia. Cora sugere que eles formem um grupo, uma colaboração entre vários anos e escolas diferentes. Eles encerram a visita criando um clubinho de Astronomia, com alunos de anos e escolas diferentes.

5.1.2 *Texto de apoio conceitual*

a. História da Astronomia no Brasil

Pode-se dizer que a Astronomia no Brasil iniciou-se juntamente com o descobrimento do país. O primeiro registro astronômico fora a determinação da latitude geográfica assim que os portugueses desembarcaram, com a utilização de um instrumento chamado astrolábio (Moraes, 1955). O astrolábio é um instrumento antigo utilizado para se medir a altura dos astros. A partir da medida da altura do Sol no céu ao meio dia (e levando outros fatores em consideração), é possível estimar a latitude local.

Em 1639 foi instalado o primeiro observatório astronômico no Brasil, localizado no palácio de Friburgo, em Recife. Nessa época, João Maurício de Nassau governava a região invadida pelos holandeses em 1624. Ele trouxe consigo diversos cientistas e artistas e decidiu pela instalação do observatório. Pouco depois, em 1643, esse observatório fora destruído com a expulsão dos holandeses da região. (Araujo, 2010)

Quase cem anos mais tarde, em 1730, os jesuítas foram responsáveis pela instalação de um observatório no Morro do Castelo, na cidade do Rio de Janeiro. Além de operarem o observatório, os jesuítas também ensinavam ciências e artes. Posteriormente, em 1827, D. Pedro I estabeleceu no Morro do Castelo o Imperial Observatório do Rio de Janeiro, e após a Proclamação da República, tornou-se o Observatório Nacional. Entre as principais funções do Imperial Observatório também estavam os estudos geográficos do território

Brasileiro e o ensino de navegação. (ON, 2015)

A pesquisa científica em Astrofísica, inicia-se de fato, no século 20, após a construção de observatórios em Porto Alegre e São Paulo, de um telescópio de 60cm no Instituto Tecnológico de Aeronáutica (ITA, em São José dos Campos, São Paulo) e também após Belo Horizonte, Porto Alegre e Valinhos acomodarem telescópios de 50-60cm. O rádio telescópio de ondas milimétricas em Atibaia merece igual destaque: ele tem uma antena de 13,4m de diâmetro, sendo instalado em 1974 tornando-se um importante instrumento da radioastronomia, em uso até os dias atuais. (Steiner et al., 2011)

Em 1981, fora inaugurado o telescópio de 1,6m de diâmetro localizado no Pico dos Dias, que na época era administrado pelo Observatório Astrofísico Brasileiro, tido como uma divisão do Observatório Nacional, gerenciado pelo CNPq (Conselho Nacional de Pesquisa, atual Conselho Nacional de desenvolvimento científico e tecnológico). Este telescópio ficou sob a responsabilidade do LNA (Laboratório Nacional de Astronomia), criado em 1985, e também está em operação até os dias atuais. (Steiner et al., 2011; Araujo, 2010)

Hoje em dia o Brasil tem participação em alguns dos maiores telescópios instalados em observatórios internacionais, ou seja, os pesquisadores brasileiros tem tempo de observação de objetos astronômicos nos instrumentos mais modernos. Além disso, sempre há colaboração com pesquisadores de outros países. Assim, a pesquisa em Astronomia e Astrofísica no Brasil é reconhecida internacionalmente. Araujo (2010)

Referências: *As ciências no Brasil* (Moraes, 1955), *Astronomia no Brasil: das grandes descobertas à grande popularização* (Araujo, 2010), *A pesquisa em Astronomia no Brasil* (Steiner et al., 2011).

b. Trabalho em equipe

A pesquisa em Astronomia dificilmente é feita por somente um indivíduo. Mesmo o desenvolvimento da Astronomia teórica é feita com discussões, troca de ideias, informações e dados entre os pesquisadores teóricos. É comum, no ambiente científico, a formação de grupos de pessoas que estudem as mesmas subáreas, objetos ou técnicas pois o intercâmbio de ideias é enriquecedor. Participam desses grupos os pesquisadores e também alunos, que tem oportunidade de aprender na prática o que é a ciência.

c. Espectro eletromagnético

Hoje sabe-se que a luz pode ser decomposta em diferentes comprimentos de onda, e que a soma de todos os comprimentos de onda forma um espectro contínuo, do qual a luz

visível é apenas uma parcela. Uma estrela emite um espectro eletromagnético contínuo. Além disso, a espectroscopia elucidou a natureza da luz e dos elementos químicos, tornando possível saber características físicas de uma estrela através da luz que ela emite. Portanto, com o desenvolvimento e aperfeiçoamento de tecnologias e teorias, foi possível inferir muito mais propriedades das estrelas, além de sua temperatura e composição química, apenas estudando propriedades da luz que chega a nós.

Referência: *Astronomy Today* (Chaisson e McMillan, 2002).

5.1.3 Ilustrações

As ilustrações (Fig. 5.1 e Fig. 5.2 a seguir representam quadros que as crianças veriam no museu de ciências, relacionados à história da Astronomia no Brasil.



Figura 5.1: Quadro de D. Pedro II, que interessava-se por Astronomia.

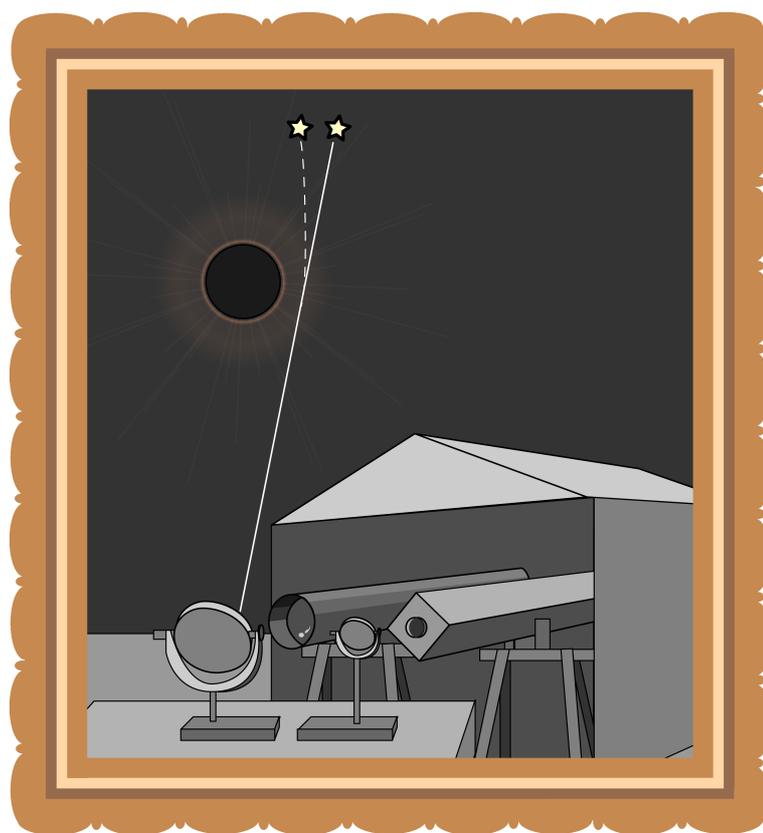


Figura 5.2: No museu, o quadro de Sobral mostra o equipamento usado nas medições que corroboraram com a teoria da relatividade.

5.2 A sede do clubinho

Tabela 5.5 - Episódio 2: Cabeçalho

Episódio:	1	Título:	A sede do clubinho
Tema:	Escolha de um local para instalação de telescópios de pesquisa.		
Storyline:	As crianças buscam consolidar seu clubinho e vão atrás de descobrir como funciona a ciência enquanto procuram por um lugar para ser a sede.		

Tabela 5.6 - Conteúdos de Astronomia do Episódio 2

Índice	conceito
a	Projeto e instalação de telescópios de pesquisa
b	O trabalho do Astrônomo pesquisador.
c	Poluição luminosa.
d	<i>Seeing</i> .

Tabela 5.7 - Episódio 2: Abordagem dos conteúdos na estrutura narrativa

Estrutura		
	Índice	Descrição
Problemática	a	A escolha de um ponto de encontro.
	b	Dúvida se os astrônomos trabalham dia e noite.
	c	Não é possível observar a Lua da praça da cidade.
	d	Dúvida sobre o conceito.
Discussão	a	Como os astrônomos definem o lugar de instalação de um telescópio.
	b	As crianças discutem o tema entre si.
	c	A ciência também encontra o mesmo problema?
	d	Não há.
Resolução	a	Conversa com um astrônomo.
	b	O cientista tira as dúvidas.
	c	Conversa com um astrônomo, conceito a.
	d	Explicação do cientista.
Conclusão	a	Escolha de um lugar análogo a escolha de um sítio para um telescópio.
	b	Não há conclusão, os conceitos serão retomados no episódio 7.
	c	Escolha de um local apropriado para observações.
	d	Repetição da explicação.

Tabela 5.8 - Ep. 2 - Análise quanto à estrutura e ao alfabetismo científico

Aplicação					
Índice:		a	b	c	d
Problemática	Problema	X	.	X	.
	Questionamento	.	X	.	.
	Curiosidade	.	.	.	X
Discussão	Método científico	X	X	.	.
	Atividade lúdica	X	.	X	.
Resolução	Cientista ou especialista	X	X	X	X
	Experimento	.	.	.	.
	Divulgação científica	.	.	.	.
	Atividade lúdica	.	.	.	.
Conclusão	Repetição	X	X	.	X
	Aplicação	X	.	X	X
	Atividade lúdica	.	.	.	.
Alfabetismo Científico					
Índice:		a	b	c	d
Níveis	Nominal	X	X	X	X
	Funcional	X	X	X	X
	Estrutural	.	.	X	.
	Multidimensional	.	.	.	.
Classes	Fatual	X	X	X	X
	Conceitual	X	.	X	X
	Procedimental	X	X	X	.
	Atitudinal	.	.	.	.

5.2.1 Argumento do Episódio 2

As crianças encontram-se em uma pracinha. O Sol está muito brilhante, a pino, e elas têm dificuldade para encontrarem um lugar em que todas consigam sentar-se confortavelmente. Elas se perguntam se os astrônomos encontram dificuldades de se reunir durante o dia. Quincas explica que a maioria dos astrônomos trabalha em suas pesquisas durante o dia, apenas as observações são durante a noite. Cora questiona se há algum tipo de observação durante o dia, mas Quincas não sabe responder. Ruth pergunta em seguida onde eles se reúnem. Quincas explica que seu pai trabalha dentro de uma Universidade e que às vezes ele visita outras Universidades ou participa de congressos em outras cidades.

As crianças então vão para a lanchonete do Seu João, ali do lado da pracinha. Clarice pergunta para Seu João se eles poderiam se reunir ali uma vez por semana. Ele não vê problemas, mas logo entra um grupo falando muito alto e as crianças se desanimam um

pouco. Ruth pergunta em seguida onde eles se reúnem. Quincas explica que seu pai trabalha dentro de uma Universidade e que às vezes ele visita outras instituições de ensino e pesquisa ou participa de congressos em outras cidades. Zé recebe uma mensagem de seu pai dizendo que ele encontrou um telescópio, e as crianças decidem se reencontrarem no começo da noite. Eles ficam animados com a ideia do telescópio.

Mais a noite, todos estão em frente à lanchonete do seu João, acompanhados pelo pai de Quincas (Manuel), que traz consigo uma luneta, e todos (até Seu João) estão animados para ver a Lua. Quando chegam na pracinha eles percebem que a copa das árvores não permitem que vejam a Lua, e o único ponto é bem na direção de poste de luz, que ofusca a visão. Frustrada, Ruth pergunta se é assim também com a pesquisa em Astronomia. O pai de Quincas conta para os outros que os observatórios são construídos em locais escolhidos com muito cuidado. Eles precisam ser afastados da poluição luminosa, em lugares onde o clima seja seco e tenha poucos dias de chuva, e que de preferência sejam altos. Ele explica que quanto mais alto, mais fina é a camada de atmosfera, então a luz tem um *seeing* melhor. Zé então tem uma ideia e diz para todos esperarem uns dias, que talvez ele tenha a solução.

Uns dias depois as crianças estão na frente da casa de Zé. Ele recebe todos e esclarece que mora em um sítio, afastado do centro cidade. O terreno é um pouco inclinado, então o fundo é mais alto, e lá há uma construção peculiar, meio enterrada e com uma plataforma em cima. Ele relata que conversou com seus pais, e que ali tinha sido uma obra de um primo arquiteto, e que seria perfeito para ser a sede do clubinho, mas ele teve que limpar e arrumar o lugar todo antes de convidá-los.

As crianças dizem como lá é perfeito: afastado da cidade já dava para ver muitas estrelas, era um lugar onde eles não seriam atrapalhados por barulhos, porém o ar era um pouco úmido. Quincas lembra que mesmo úmido, ali só costumava chover no verão. Na parte de cima ainda dava para colocar a luneta e ver boa parte do céu. Empolgadas, as crianças decretam fundada a sede do clubinho. Cora então se lembra que ela esqueceu de perguntar ao pai de Quincas se os astrônomos também observavam durante o dia. Essa seria, então, a história para outro dia.

5.2.2 *Texto de apoio conceitual*

a. Escolha de um local para a instalação de um telescópio

Para que um lugar seja elegível como propício para a instalação de um observatório astronômico profissional, deve-se levar em conta as seguintes características:

- Estar no mínimo 2000m acima do nível do mar, de modo que a quantidade de vapor d'água se torna menor.
- Clima seco. A grande quantidade de água na atmosfera, além de reduzir a qualidade das imagens, também pode ser prejudicial aos instrumentos. O número de noites chuvosas e a umidade do ar são dois fatores importantes quando se consideram a escolha de um terreno.
- O local deve ser escuro, uma vez que a poluição luminosa torna o céu noturno mais brilhante, impossibilitando a observação de objetos mais fracos.
- Pouco vento. A turbulência no ar afeta a passagem da luz, o que pode gerar imagens borradas ou distorcidas.
- A infraestrutura local. O acesso ao telescópio também deve ser levado em conta, afinal é um grande investimento financeiro e tecnológico.

b. O trabalho do astrônomo pesquisador

As ciências, principalmente as exatas, dependem da análise de dados. Uma hipótese só pode ser provada verdadeira ou falsa se for verificado através da observação do fenômeno que a hipótese tenta prever. Do mesmo modo, um fenômeno precisa ser observado várias vezes para que seja possível uma compreensão plena de sua natureza. Assim, a observação de um fenômeno, sujeita ao método científico, gera dados que os cientistas precisam analisar. Portanto, o trabalho do cientista consiste em estudar o que já se sabe sobre aquilo, observar o objeto de estudo, formular ou testar hipóteses. Portanto, em algum momento, os astrônomos vão precisar de dados. Em geral, eles mesmos são responsáveis por obter os dados, ou então, eles acessam dados que foram coletados por outros pesquisadores.

c. Poluição luminosa

A poluição luminosa é resultado das luzes artificiais que iluminam as ruas, casas, comércio. Essa luz, principalmente quando apontada para o alto, espalha-se na poeira atmosférica, ofuscando a luz dos objetos astronômicos e deixando o céu noturno avermelhado aos olhos.

d. Seeing

Quando a luz de uma estrela entra na atmosfera da Terra, ela sofre pequenos desvios. Esse efeito faz com que o brilho da estrela pareça variar rapidamente, e comumente diz-se que a estrela está piscando. Para mensurar a quantidade de deflexão que a luz sofre devido à turbulência atmosférica, os astrônomos definiram o *seeing*, baseado no disco que o espalhamento da luz forma ao redor de um ponto central.

Referência: *Astronomy Today* (Chaisson e McMillan, 2002).

5.3 Quem se mexeu?

Tabela 5.9 - Cabeçalho

Episódio:	3	Título:	Quem se mexeu?
Tema:	Movimento aparente dos astros e planetário		
Storyline:	Durante uma brincadeira simulando o movimento dos planetas ao redor do Sol, as crianças se deparam com dúvidas sobre o movimento dos astros e decidem ir até um planetário sanar todas as suas dúvidas, onde aprendem mais do que esperavam.		

Tabela 5.10 - Conteúdos de Astronomia

Índice	conceito
a	Movimento aparente dos astros
b	Estações do ano
c	Movimento retrógrado dos planetas
c	Rotação e translação dos planetas

Tabela 5.11 - Abordagem dos conteúdos na estrutura narrativa

Estrutura		
	Índice	Descrição
Problemática	a	O Sol se põe ou a Terra gira?
	b	O calor do verão e frio do inverno.
	c	<i>Não se aplica.</i>
	d	Para que lado os planetas giram.
Discussão	a	Discussão sobre o problema e sobre o relógio solar, explicação no planetário.
	b	Troca de informação entre as crianças, explicação no planetário.
	c	Explicação no planetário.
	d	Argumentação entre as crianças, consulta com especialista.
Resolução	a	Explicação no planetário.
	b	Explicação no planetário.
	c	Demonstração no planetário.
	d	Conversa com especialista, pesquisa e estudo de uma criança.
Conclusão	a	Repetição após a sessão no planetário.
	b	Repetição após a sessão no planetário.
	c	Levanta questionamento para ser explorado em outro episódio.
	d	Brincadeira onde as crianças simulam a rotação e a translação dos planetas ao redor do Sol.

Tabela 5.12 - Ep. 3 - Análise quanto à estrutura e ao alfabetismo científico

Aplicação					
Índice:		a	b	c	d
Problemática	Problema	.	.	.	.
	Questionamento	X	.	.	X
	Curiosidade	.	.	.	.
Discussão	Método científico	.	.	.	.
	Atividade lúdica	.	.	.	X
Resolução	Cientista ou especialista	X	X	X	X
	Experimento	X	.	.	.
	Divulgação científica	X	X	X	.
	Atividade lúdica	X	.	.	X
Conclusão	Repetição	X	X	X	.
	Aplicação	.	.	.	.
	Atividade lúdica	.	.	.	X
Alfabetismo Científico					
Índice:		a	b	c	d
Níveis	Nominal	X	X	X	X
	Funcional	X	X	.	X
	Estrutural	X	.	.	.
	Multidimensional	X	.	.	.
Classes	Fatual	X	X	X	X
	Conceitual	X	X	.	X
	Procedimental	X	.	.	.
	Atitudinal	.	.	.	.

5.3.1 Argumento do Episódio 3

Cora, Ruth, Quincas e Zé estão largados em almofadas no clubinho. Zé joga um jogo eletrônico portátil enquanto os outros se abanam e reclamam do calor. Eles discutem a visita do pai de Quincas ao Chile, comentando do frio que estava lá. Quincas, propõe então uma atividade. Zé diz que só participa se for parada. Cora sugere que eles brinquem de *o mestre mandou*. Durante a brincadeira, Ruth diz que queria que o Sol se pusesse mais rápido para que o dia refrescasse logo. Cora, jocosamente, responde que a Terra deveria girar mais rápido então. Zé, que era o *mestre* na hora, manda todo mundo girar ao redor de Ruth. Enquanto elas estão correndo, Quincas para e questiona por quê eles estão correndo ao redor de Ruth, se eles deveriam estar girando. Alguns começam a girar para um lado, uns para o outro, eles se trombam e caem. Rindo, Ruth aponta que aquilo estava muito confuso. Eles discutem um pouco as direções que os planetas giram e não chegam a

nenhuma conclusão. Cora então sugere que eles visitem o museu de novo. Quincas explica que seu pai não estará lá naquela semana. Eles decidem, então visitar um planetário.

Em outro dia, as crianças e Clarice encontram-se num parque. O ponto de encontro é em um relógio de Sol, e elas estão vendo como a sombra marca o horário. Quando todas estão reunidas, elas caminham até o planetário e notam no chão uma estrela de oito pontas. Clarice explica a rosa dos ventos para eles. Na fila para entrar no planetário as crianças contam para Clarice como chegaram na confusão sobre o movimento dos planetas, esperançosas em ver uma seção que as ajude.

Durante a seção, o planetarista explica sobre os pontos cardeais, o dia e a noite, as estações do ano, mostra algumas constelações e fala sobre o movimento retrógrado dos planetas. A sessão termina e todos estão excitados, falando sobre as partes que mais gostaram. Cora está visivelmente desanimada. Zé pergunta para ela o que foi e ela explica que o essencial eles não viram - a resposta para a translação e rotação dos planetas. Do lado de fora, percebendo que deveriam ter lido sobre a sessão antes, elas procuram uma sessão que as atendesse melhor, mas seria apenas em um dia que várias delas não poderiam ir.

Uma moça que trabalha no planetário se aproxima deles e pergunta se pode ajudar. As crianças perguntam se há uma sessão que explique o movimento de rotação e translação dos planetas. Ela dá algumas informações que lembra de cabeça: o ano de Marte é quase dois anos na Terra, o eixo de rotação de Urano está tão inclinado que quase faz parte do plano de translação, e que Vênus gira para o outro lado. A planetarista, porém sugere que eles pesquisem na biblioteca e na Internet mais sobre isso.

Em outro dia, no clubinho, as crianças resolvem discutir a rotação dos planetas e elas não lembram de mais nada, mas Ruth puxa um caderno e mostra as anotações que fez sobre cada planeta. Ela diz que perguntou a um astrônomo, através de um sítio de uma instituição na Internet, se suas anotações estavam corretas. Zé conta que no jogo que ele brincava, as pessoas mantinham um diário de tudo, sugerindo que eles montassem o próprio diário de descobertas. Ruth disse que faria a primeira entrada do diário. As crianças então decidem simular a rotação dos planetas. Cora começa a rodar e transladar fingindo que é a Terra. Quincas decide ser Vênus e começa a rodar e girar em volta do Sol. Zé deita no chão e sai rolando, dizendo que é Urano. Clarice e Ruth, no centro riem.

5.3.2 *Texto de apoio conceitual*

a. Movimento aparente dos astros

A medição da passagem do tempo, dos dias, do ano e a definição das estações do ano são exemplos de aplicações da Astronomia. Entre os astros que podemos ver no céu, estão o Sol, a Lua, as estrelas e os planetas. Eles movimentam-se no céu ao longo do dia (incluindo o dia claro e a noite) e logo seu movimento foi utilizado para marcar a passagem do tempo. O dia foi definido com duas passagens consecutivas do Sol por um ponto céu. O mês sinódico é o tempo médio decorrido entre duas fases iguais e consecutivas da Lua. A semana teve sua divisão baseada na religião judaica, e posteriormente fora adotada pelos romanos. Esses notaram uma coincidência entre o número de dias e os deuses celestes, associados ao Sol, à Lua e aos planetas visíveis (Mercúrio, Vênus, Terra, Marte, Júpiter e Saturno).

b. As estações do ano

As estações do ano são verão, outono, inverno e primavera, e ocorrem em consequência da inclinação do eixo de rotação da Terra, o que faz com que a quantidade de luz solar incidente em diferentes regiões da Terra varie durante o ano. Elas também estão associadas com as condições meteorológicas, que variam durante o ano. Durante o verão, os dias são mais longos, então a luz solar incide na superfície por mais tempo, enquanto no inverno acontece o oposto. A radiação recebida é menor, os dias claros são mais curtos. As estações são o verão, outono, inverno e primavera. Os equinócios são dias em que o dia claro e a noite tem a mesma duração, e marcam o início da primavera e do outono. Já no solstício de verão e inverno, o dia claro tem maior e menor duração, respectivamente.

c. Movimento retrógrado aparente

O movimento retrógrado é um movimento aparente dos objetos no céu, onde eles movem-se na direção oposta aos outros corpos celestes, com relação às estrelas. Em geral, a maioria dos corpos celestes aparentam movimentar-se de leste para oeste. Alguns satélites artificiais da Terra e os planetas apresentam movimento retrógrado, vistos da Terra. Os planetas apresentam um movimento no céu que assemelha-se a uma laçada ou zigue-zague. Isso deve-se ao movimento relativo dos planetas com relação à órbita da Terra. Os planetas internos à Terra tem período orbital mais curto, enquanto os externos tem período mais longo. As diferenças nas velocidades orbitais levam a efeitos de aproximação e de

afastamento dos planetas em relação à Terra causando o movimento retrógrado aparente no céu.

d. Rotação e translação do planeta.

O *dia solar médio* de Mercúrio dura quase dois anos do planeta, ou seja, enquanto Mercúrio completa uma volta ao redor do Sol, ele completou apenas meia rotação.

Vênus leva 224,7 dias terrestres para completar uma órbita. Seu dia sideral também é maior que o ano, levando cerca de 243 dias terrestres. Além disso, Vênus tem rotação retrógrada, ou seja, sua direção de rotação é oposta à direção de translação.

O ano em Marte é cerca de 1,88 anos terrestres.

Júpiter leva 11,86 anos terrestres para completar uma órbita ao redor do Sol. Já o período orbital de Saturno é cerca de 29,5 anos terrestres.

O período orbital de Urano é de aproximadamente 84,3 anos terrestres. A inclinação do seu eixo orbital é de $97,7^\circ$, sendo praticamente paralelo ao plano do Sistema Solar.

Por fim, Netuno orbita o Sol a cada 164,8 anos terrestres.

Referência: *Conceitos de Astronomia* (Boczko, 1984).

5.3.3 Ilustrações

A imagem 5.3 mostra as personagens do Clubinho da Estrela em uma sessão do planetário, aprendendo sobre o movimento aparente das estrelas e dos planetas.



Figura 5.3: O clubinho assiste uma sessão no planetário.

5.4 Pesquisando a Astronomia

Tabela 5.13 - Cabeçalho

Episódio:	4	Título:	Pesquisando a Astronomia
Tema:	A pesquisa em Astronomia através do estudo da luz		
Storyline:	Clarice precisa fazer um projeto para a escola e decide apresentar um trabalho sobre Astronomia. Ela faz um ensaio da apresentação para o clubinho.		

Tabela 5.14 - Conteúdos de Astronomia

Índice	conceito
a	História da Astronomia
b	Fotometria
c	Espectroscopia

Tabela 5.15 - Abordagem dos conteúdos na estrutura narrativa

Estrutura		
	Índice	Descrição
Problemática	a	Buscar onde a Astronomia se relaciona com outras ciências.
	b	Explicar como a astrofotografia difere das imagens científicas.
	c	Explicar como os elementos químicos são identificados através da luz.
Discussão	a	Retomada do Episódio 1.
	b	Explicação entre as personagens.
	c	Revisão dos conceitos por um professor.
Resolução	a	Debate entre as personagens.
	b	Estudo e preparação de apresentação.
	c	Estudo e preparação de apresentação.
Conclusão	a	Apresentação para as crianças.
	b	Apresentação de trabalho escolar.
	c	Apresentação de trabalho escolar e aplicação dos conceitos em brincadeira.

Tabela 5.16 - Ep. 4 - Análise quanto à estrutura e ao alfabetismo científico

Aplicação				
Índice:		a	b	c
Problemática	Problema	X	.	X
	Questionamento	.	.	.
	Curiosidade	.	X	.
Discussão	Método científico	X	X	X
	Atividade lúdica	.	.	.
Resolução	Cientista ou especialista	X	X	X
	Experimento	.	.	.
	Divulgação científica	.	.	.
	Atividade lúdica	.	.	X
Conclusão	Repetição	X	X	X
	Aplicação	.	.	.
	Atividade lúdica	.	.	X
Alfabetismo Científico				
Índice:		a	b	c
Níveis	Nominal	X	X	X
	Funcional	X	X	X
	Estrutural	X	.	X
	Multidimensional	X	.	X
Classes	Fatual	X	X	X
	Conceitual	X	X	X
	Procedimental	.	.	X
	Atitudinal	.	.	.

5.4.1 Argumento do Episódio 4

Clarice está em casa, ao telefone, falando para sua amiga como é difícil pensar em um tema multidisciplinar para a feira de ciências e artes que elas terão na escola. Quando Clarice desliga, Cora pergunta por que ela não faz um trabalho sobre Astronomia. Clarice diz que não sabe como a Astronomia pode ser multidisciplinar, porém Cora lembra que muitas vezes elas encontraram termos como *astrofotografia*, *astrofísica* e *astrobiologia* quando liam notícias sobre novas descobertas. Clarice diz que é genial e abraça Cora.

Em outro dia, Clarice e sua amiga, Amanda estão escondidas atrás de uma pilha gigante de livros gigantes no clubinho da estrela, quando chegam Cora e Zé. Zé fica impressionado com o tamanho dos livros, mas Amanda explica que quanto maior a área e menor a lombada, mais fácil é. Ela abre um dos livros e mostra para eles diversas figuras, enquanto um livro menor é cheio de texto e fórmulas.

Clarice e Amanda decidem começar sua apresentação falando sobre a história da Astronomia, sobre a Cosmologia, a interpretação de Universo e sua relação com a religião. Clarice conta sobre a visita ao museu, lembrando que a pesquisa científica depende de um método científico, onde os estudos são feitas de acordo com padrões e regras estabelecidos pela sociedade e pela comunidade científica.

Zé começa a explicar o que assitiu em um documentário sobre fotometria. Que é bem diferente da astrofotografia. Ele também explica que a fotometria mede o brilho dos astros e os classifica em escalas de magnitude. Enquanto Zé discursa, Clarice e Amanda ouvem atentamente e tomam nota.

Em um dia chuvoso, Clarice e Amanda encontram as quatro crianças no clubinho. Elas estão brincando de inventar elementos químicos: “Zeônio”, “Ruthévio”, “Quincódio” e “Corônio”. Cada elemento daria um superpoder a eles, de acordo com suas características. Por exemplo, o “Quincódio” seria mais leve que o hélio, então o super-herói seria capaz de pular a alturas incríveis. Clarice estimula que cada um desenvolva a sua própria assinatura, pois cada elemento químico tem as suas próprias linhas espectrais, como uma assinatura.

Quando as crianças acabam de classificar e caracterizar seus elementos, inclusive escolhendo cores para eles, Clarice e Amanda apresentam seu trabalho para eles. Elas explicam cuidadosamente a espectroscopia e sua aplicação na Astronomia. Ao final da apresentação, as crianças aplaudem e Amanda pergunta se pode levar os desenhos para a apresentação.

Em casa, Clarice chega sorridente da escola e encontra Cora. Cora pergunta ansiosamente como foi a apresentação e ela diz que foi sucesso absoluto, principalmente a parte dos elementos químicos. O episódio termina com Clarice mostrando outros elementos que seus colegas de classe desenvolveram.

5.4.2 *Texto de apoio conceitual*

a. História geral da Astronomia

No passado pouco se sabia sobre o Universo que fosse além das estrelas. As visões cosmológicas estavam limitadas ao alcance da visão. Com a construção de telescópios e o desenvolvimento de equipamentos, tornou-se possível enxergar além da visão humana. Assim, as visões sobre o tamanho e o que é de fato o Universo precisaram se adaptar às novas descobertas.

É possível entender que a cosmologia sempre buscou situar a humanidade no Universo. Paralelamente, há uma necessidade de entender a natureza deste Universo. No passado, havia a necessidade de se explicar e prever o movimento dos astros, visíveis a olho nu. No século 17 Galileu trouxe à luz outras questões - os corpos celestes eram imperfeitos, tinham seus próprios satélites, entre outras.

Quando surgiram as placas fotográficas a aplicação na Astronomia também tornou-se evidente. Aos poucos, deixava-se de fazer uma ciência efêmera, baseada na informação instantânea captada pelo o olho humano. Agora era possível reter a informação.

Outro avanço marcante na Astronomia foi o estudo da natureza da luz. Entender que a luz poderia ser decomposta e fazia parte do espectro eletromagnético foi essencial. Principalmente quando revelou-se que cada elemento químico tinha uma assinatura própria, as linhas de emissão (ou absorção). A tecnologia sempre caminhou de mãos dadas com a ciência.

b. Fotometria

Ao final do século 19 surgia a fotografia astronômica. A fotografia permitia medir o brilho das estrelas com maior precisão. Esse brilho está diretamente relacionado com a energia que uma estrela é capaz de produzir e emitir. Para comparar o brilho de um corpo com outro, por exemplo, entre estrelas, utiliza-se a escala de magnitude aparente. Sabendo a distância que o objeto está do observador, é possível estimar a magnitude absoluta, e então, o fluxo de energia que uma estrela irradia. A medida quantitativa da luz dos objetos chama-se fotometria.

c. Espectroscopia

O estudo da natureza da luz e sua relação com os elementos químicos recebe o nome de espectroscopia. O espectro é a sequência de cores da luz decomposta. O espectro eletromagnético abrange a luz visível e as outras radiações fotônicas: rádio, micro-ondas, infravermelho, luz visível, ultravioleta, raios-X e raios-gama. Os objetos que são capazes de

absorver todos os comprimentos de onda, e por consequência, emitir em todos os comprimentos são conhecidos como corpos negros. Estrelas são consideradas corpos negros pois emitem em todos os comprimentos de onda, e a sua principal emissão está ligada à sua temperatura. Um espectro de emissão produzido por um gás aquecido e pouco denso não será contínuo, emitindo apenas as linhas relativas à sua composição química. O espectro de absorção, por sua vez, é visto quando uma nuvem de gás frio está entre o observador e um corpo negro. Deste modo, observa-se um espectro contínuo subtraído das linhas relativas aos elementos do gás frio.

Referência: *Astronomia & Astrofísica* (Oliveira e Saraiva, 2004). Referência: *Astronomy Today* (Chaisson e McMillan, 2002).

5.4.3 Ilustrações

A ilustração a seguir (Fig. 5.4) mostra o elemento químico “Quincódio”, criado pelas personagens do clubinho de astronomia no Ep. 5.4. Na parte esquerda está a representação do que seria o elemento fictício na tabela periódica. Ao lado, o herói ilustrado ao lado é baseado na personagem Zé após a transformação pelo elemento “Quincódio”.

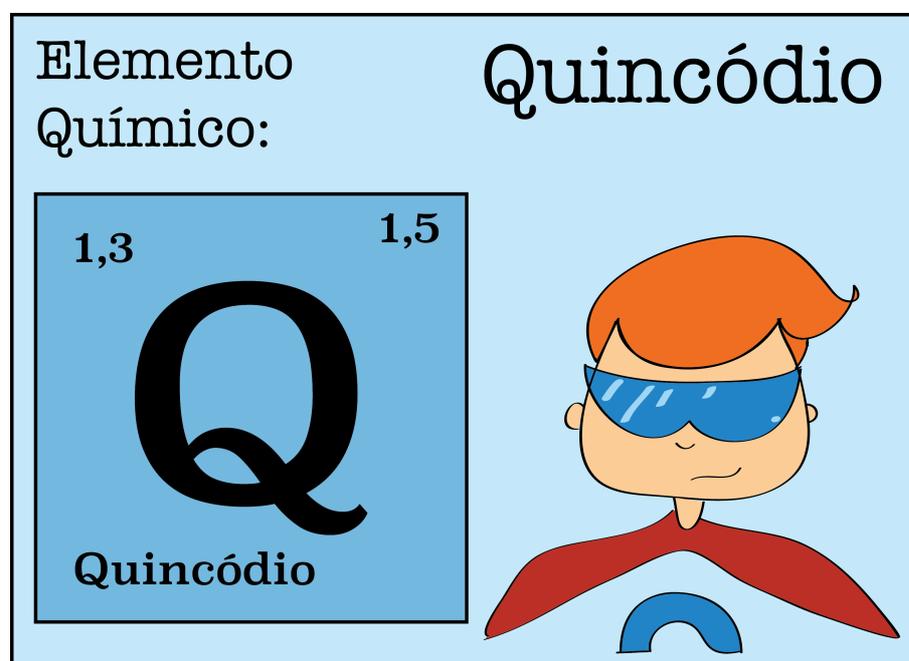


Figura 5.4: Características do elemento químico fictício “Quincódio”, representado pela personagem “Zé”.

5.5 O que há lá fora?

Tabela 5.17 - Cabeçalho

Episódio:	5	Título:	O que há lá fora?
Tema:	Visita a um Observatório e observação com telescópios amadores e objetos Astronômicos I		
Storyline:	As crianças observam o céu noturno e, querendo saber mais sobre os objetos astronômicos visitam um observatório, ondem aprendem sobre as constelações e os objetos que fazem parte da Galáxia.		

Tabela 5.18 - Conteúdos de Astronomia

Índice	conceito
a	Objetos astronômicos na Galáxia
b	Astronomia de posição - pesquisa
c	Movimento próprio
d	Constelações

Tabela 5.19 - Abordagem dos conteúdos na estrutura narrativa

Estrutura		
	Índice	Descrição
Problemática	a	Curiosidade e dúvida sobre o que há no céu.
	b	Não há.
	c	Não há.
	d	Retomada do Episódio 3.
Discussão	a	Observação do céu a olho nu. Visita a um observatório.
	b	Exposição a um telescópio de pesquisa.
	c	Palestra expositiva.
	d	Conversa com especialista
Resolução	a	Observação de objetos astronômicos com telescópio.
	b	Conversa com especialista, palestra.
	c	Não há.
	d	Observação direta.
Conclusão	a	Sonho e repetição dos objetos observados
	b	Repetição no próximo Episódio 9.
	c	Retomada no Episódio 11.
	d	Aplicação fantasiosa no sonho.

Tabela 5.20 - Ep. 5 - Análise quanto à estrutura e ao alfabetismo científico

Aplicação					
Índice:		a	b	c	d
Problemática	Problema	.	.	.	.
	Questionamento	X	.	.	.
	Curiosidade	X	.	.	.
Discussão	Método científico	.	X	X	X
	Atividade lúdica	X	.	.	X
Resolução	Cientista ou especialista	X	X	X	X
	Experimento	X	.	.	.
	Divulgação científica	X	X	X	X
	Atividade lúdica	.	.	.	.
Conclusão	Repetição	X	.	.	X
	Aplicação	X	.	.	X
	Atividade lúdica	.	.	.	.
Alfabetismo Científico					
Índice:		a	b	c	d
Níveis	Nominal	X	X	X	X
	Funcional	X	X	X	X
	Estrutural	X	.	.	X
	Multidimensional	.	.	.	X
Classes	Fatual	X	X	X	X
	Conceitual	X	X	X	X
	Procedimental	X	X	X	.
	Atitudinal	.	X	.	X

5.5.1 Argumento do Episódio 4

Na sede do clubinho, Quincas está mostrando uns desenhos que fez sobre o movimento retrógrado dos planetas para colocar no diário do clubinho. As crianças estão desenhando também, e começam a se perguntar se existiria algum outro objeto para ser usado como referência de posição no céu. Elas então começam a discutir sobre o que há no céu. Elas listam cometas, asteroides, galáxias, buracos negros. Como está anoitecendo, elas saem da sede para o andar de cima, onde podem ver o céu. Logo surgem as primeiras estrelas e elas conseguem ver a Via Láctea. Quincas pega o telescópio de seu pai e aponta para o céu. Elas percebem uma mancha esbranquiçada e se perguntam o que poderia ser. Clarice chega para buscar Cora. Zé vai recebê-la e volta para o clubinho convidando as outras crianças para uma visita a um Observatório, onde haverá observação do céu.

Clarice, Cora, Ruth, Zé e os pais de Zé chegam ao Observatório durante o dia. Eles são

recebidos por dois monitores, Gabriela e Mateus. Ambos são alguns anos mais velhos que Clarice. Gabriela tem o cabelo todo colorido e *piercings*, enquanto Mateus está todo de preto mesmo numa tarde bem quente. Eles levam as crianças para conhecer o telescópio círculo meridiano que há no Observatório. Lá eles explicam como eram feitas as medidas de posição e velocidade dos objetos, por exemplo, determinando a órbita de Plutão ou de um cometa. Eles falam um pouco sobre o movimento próprio das estrelas antes de seguir em frente.

Clarice começa a agir meio abobalhada perto de Mateus, enquanto Gabriela consegue entreter as outras crianças com maestria. Eles sentam para um lanche e as crianças contam sobre o clubinho e tudo que já aprenderam para os Monitores. As crianças começam então a fazer várias perguntas: se eles já viram algo estranho no céu, se já fizeram contato com alienígenas, como em uma notícia que viram e o que poderia ser um objeto luminoso brilhante que passou rápido no céu. Rindo, os monitores respondem a todas as perguntas, dizendo que até então não se sabe de nenhuma forma de vida fora da Terra, e que a luz brilhante poderia ser um balão ou a estação meteorológica. Ruth se lembra da mancha que viram no céu. Sabendo que não poderia ser um cometa, perguntou o que era.

Como estava escurecendo, os monitores levaram as crianças para a cúpula, onde uma outra monitora havia preparado os telescópios para a observação. Os monitores listam todos os objetos astronômicos que conseguem se lembrar. Eles apontam o telescópio para uma nebulosa, depois para um aglomerado aberto e um globular, explicando um pouco sobre estes objetos. Quando a Via Láctea se torna evidente no céu, eles mostram a nuvem escura chamada Saco de Carvão, e falam sobre as constelações, explicando o que é e mostrando os desenhos de algumas delas no céu (Órion, Leão, Cruzeiro). Também contam uma das lendas sobre Órion e o escorpião. As crianças lembram-se de ter visto a constelação no planetário.

A visita termina e as crianças vão para casa felizes e cansadas. Cora sonha durante a noite que está viajando pelo céu, revendo todos aqueles objetos e conversa com Órion, perguntando por que ele era tão bravo. No dia seguinte, ela conta seu sonho para Ruth na escola e Ruth incumbe Cora de colocar tudo no diário do clubinho, incluindo o sonho.

5.5.2 *Texto de apoio conceitual*

a. Objetos Astronômicos

A maioria dos objetos possíveis de serem vistos a olho nu são as estrelas. Apesar das grandes distâncias e da ausência de luz perceptível aos olhos humanos, o espaço entre as estrelas não é completamente vazio. Há uma abundância de outros objetos que podem ser vistos com telescópios amadores.

O meio interestelar é rico em gás, principalmente o hidrogênio, e poeira. A poeira interestelar consiste de carbono, silicatos e outros compostos, e seu tamanho é significativamente menor que a poeira comum. O Saco de Carvão apresenta-se como uma mancha escura na Via Láctea, e é uma nebulosa escura.

O gás frio e a poeira desta nebulosa absorvem a radiação vinda das estrelas “atrás” desta nuvem. Nuvens de poeira próximas a estrelas espalham a radiação dessas mais do que absorvem, portanto a nebulosa torna-se uma nebulosa de reflexão. Nebulosas próximas a estrelas muito quentes encontram-se num estado fotoionizado, ou seja, os fótons (luz) das estrelas ionizam o gás da nebulosa. Esse gás emite radiação (espectro de linhas). Essas nebulosas são nebulosas difusas ou regiões H-II.

Além do meio interestelar, também são interessantes para a observação amadora as estrelas binárias, os aglomerados globulares e abertos, e obviamente a Lua e os planetas. Os aglomerados globulares tem de milhares a centenas de milhares de estrelas. Eles tem uma distribuição globular que justifica seu nome e, em geral, são encontrados no halo galático. Aglomerados abertos são encontrados no disco e tem centenas de estrelas. Diferentemente dos aglomerados globulares, essas estrelas não estão necessariamente ligadas gravitacionalmente.

Referências: *Astrofísica do Meio Interestelar* (Maciel, 2002), *Astronomia e Astrofísica* (Oliveira e Saraiva, 2004), *Astronomy Today* (Chaisson e McMillan, 2002).

b. Astronomia de posição

A astronomia de posição existe desde o início da Astronomia. Instrumentos como o astrolábio permitem a medida das coordenadas de um objeto com relativa precisão. O mapeamento das estrelas e a determinação das coordenadas foram utilizados durante milênios como base da determinação das coordenadas terrestres.

Os primeiros telescópios desenvolvidos dependiam do fator humano para a observação. Evidentemente, surgiram telescópios que melhorassem a medida das coordenadas dos objetos astronômicos. O círculo meridiano é um telescópio que pode mover-se apenas na direção do meridiano celeste local (girando entre o Norte e o Sul). Esta limitação ga-

rante uma precisão maior nas medidas tomadas. O alvo desse telescópio consistia de fios finíssimos, por exemplo, teias de aranha tratadas. Quando um objeto passava pelo centro do alvo, o horário da passagem era anotado, completando assim, com a medida do altura, as coordenadas do objeto. A astronomia de posição foi usada para determinar a distância a objetos, e também determinar órbitas e velocidades, possibilitando identificar cometas e também Plutão. Referência: *Conceitos de Astronomia* (Boczko, 1984).

c. Movimento próprio

As estrelas estão se movendo no céu, assim como o Sol. A distância entre o Sistema Solar e as outras estrelas é tão grande que não é possível perceber o movimento das estrelas em relação ao Sol, sem medi-lo com auxílio de instrumentos. A astronomia de posição também é responsável pela determinação dos movimentos das estrelas. O movimento próprio é a variação da posição dos astros, medida em relação às estrelas de fundo, que estão muito distantes. A velocidade tangencial é a velocidade “no plano do céu”, que podemos medir observando o deslocamento da estrela ao longo do tempo. A outra componente é medida na direção de visada da estrela, através da detecção de desvios para o vermelho ou para o azul na luz da estrela, sendo que essa está se afastando ou aproximando, respectivamente. Essas duas velocidades somadas resulta na velocidade espacial da estrela.

Referência: *Conceitos de Astronomia* (Boczko, 1984).

d. Constelações

As constelações são regiões do céu, definidas pela União Astronômica Internacional. Elas são inspiradas nas constelações mitológicas, mas existem mais constelações que as mitológicas, somando 88. É importante frisar que as estrelas de uma constelação não tem mais nada em comum além de aparecerem projetadas numa mesma área do céu. Elas podem estar a distâncias completamente diferentes.

Referências: *Nightwatch* (Dickinson, 1998).

5.5.3 Ilustrações

A imagem a seguir (fig. 5.5) apresenta Cora observando através de um telescópio amador no observatório.



Figura 5.5: Cora observa em um telescópio amador enquanto um meteoro ilumina o céu.

5.6 Ela piscou primeiro

Tabela 5.21 - Cabeçalho

Episódio:	6	Título:	Ela piscou primeiro
Tema:	Astrofísica estelar		
Storyline:	As crianças estão brincando de ver quem pisca primeiro e começam a discutir por que as estrelas parecem piscar, lembrando que é um efeito causado pela atmosfera. Elas descobrem sobre as estrelas variáveis e acabam aprendendo mais sobre o que é uma estrela.		

Tabela 5.22 - Conteúdos de Astronomia

Índice	conceito
a	O Sol é uma estrela
b	A vida das estrelas
c	Cor e temperatura
d	Outras estrelas

Tabela 5.23 - Abordagem dos conteúdos na estrutura narrativa

Estrutura		
	Índice	Descrição
Problemática	a	O Sol é a única estrela que não pisca no céu.
	b	Curiosidade sobre a evolução das estrelas.
	c	Dúvida de como se sabe que as estrelas são diferentes.
	d	Dúvida sobre quais são os diferentes tipos de estrelas.
Discussão	a	Pergunta sobre o Sol para professora.
	b	Estudo e discussão sobre a vida das estrelas.
	c	Diferença entre as estrelas.
	d	Conversa com cientista.
Resolução	a	Explicação sobre a vida do Sol e das estrelas.
	b	Conversa com 'monitor' sobre a vida das estrelas.
	c	Estudo em grupo com elaboração de atividade.
	d	Perguntas ao cientista.
Conclusão	a	Leva ao conceito b.
	b	Apresentação com objetos que ajudam a ilustrar a evolução estelar.
	c	Teatralização da relação entre cor e temperatura.
	d	Não há.

Tabela 5.24 - Ep. 6 - Análise quanto à estrutura e ao alfabetismo científico

Aplicação					
Índice:		a	b	c	d
Problemática	Problema	.	.	.	.
	Questionamento	.	.	X	X
	Curiosidade	X	X	.	.
Discussão	Método científico	.	.	.	X
	Atividade lúdica	.	.	.	.
Resolução	Cientista ou especialista	X	X	X	X
	Experimento	.	.	.	.
	Divulgação científica	.	.	.	.
	Atividade lúdica	.	X	.	.
Conclusão	Repetição	X	.	.	.
	Aplicação	.	.	.	.
	Atividade lúdica	.	X	X	.
Alfabetismo Científico					
Índice:		a	b	c	d
Níveis	Nominal	X	X	X	X
	Funcional	X	X	X	X
	Estrutural	X	.	.	.
	Multidimensional	.	.	.	.
Classes	Fatual	X	X	X	X
	Conceitual	.	X	X	.
	Procedimental	.	.	.	.
	Atitudinal	.	.	.	X

5.6.1 Argumento do Episódio 6

As quatro crianças estão na plataforma do clubinho, enquanto o Sol se põe. Elas estão brincando de “quem pisca primeiro”. Ruth ganha das outras três crianças. Logo o céu está mais escuro e aparecem os primeiros pontos brilhantes. As crianças desafiam Ruth a ver quem pisca primeiro: ela ou a estrela. Ruth encara a estrela, mas ela não parece “pisca”. Enquanto os outros objetos apresentam cintilação, aquele de Ruth parece ter brilho constante. As crianças se lembram de Manuel explicando sobre a cintilação causada pela atmosfera, no dia da pracinha. Logo elas começam a se perguntar que tipo de estrela não piscaria. Eles discutem que a única estrela que não pode participar da brincadeira é o próprio Sol.

Pouco depois, chega Manuel para buscar Quincas. Ele responde para as crianças que elas estão vendo o planeta Vênus, e que por ele estar mais próximo que uma estrela, sua

superfície reflete muita luz e ele aparenta não piscar. E não importa o quanto os telescópios de hoje fossem potentes, não era possível ver uma estrela diferente de um pontinho. As crianças então perguntam como os astrônomos podem saber se uma estrela era diferente da outra. Manuel responde que através da luz dava para saber tudo sobre uma estrela.

No dia seguinte, na escola, Cora está inquieta sobre as estrelas. Ela quer aprender mais sobre o Sol. Na hora do intervalo, ela pergunta para a professora, que responde que o Sol é uma esfera muito quente e que está no meio da vida. Mais tarde, no clubinho estão apenas Ruth, Zé e Quincas. Zé está explicando para os outros como é possível saber a temperatura de uma estrela a partir de sua cor. Ruth comenta como Cora deveria estar lá com eles para ver esta discussão. Eles decidem então fazer um teatrinho que pudesse explicar a relação entre cor e temperatura das estrelas para ela.

Na outra semana, Ruth questiona a ausência de Cora. Ela explica que está preparando algo especial para o clubinho com Clarice. Mais tarde, no Clubinho, estão todos reunidos, e Cora conta entre dentes para Ruth que Clarice gostou da desculpa para poder escrever para o monitor do observatório. Clarice ficou vermelha e irritou-se com Cora, que saiu rindo. Clarice então explicou que elas prepararam uma apresentação com cartazes e bexigas sobre a vida das estrelas. Quincas explica que eles também prepararam uma apresentação sobre a cor e a temperatura. Manuel chega e Cora e Clarice começam. Elas explicam como a estrela se forma, e como ela passa a maior parte de sua vida transformando hidrogênio em hélio. Depois, enchendo uma bexiga mostram o que aconteceria com o Sol no fim da vida. E enchendo muito mais, esvaziando um pouco e estourando, o que aconteceria com estrelas massivas. Em seguida, entram em cena Ruth, Zé e Quincas, cada um vestido de uma cor. Eles falam sobre a temperatura de cada um e sobre as diferentes classificações espectrais das estrelas.

Quando as apresentações terminam, Manuel aplaude tudo e elogia as crianças, por seu desenvolvimento. Ele complementa falando sobre os pulsares e estrelas variáveis, e qual a utilidade destas. Elas mostram o diário, cheio de anotações, desenhos e fotos, e Manuel fica mais contente ainda, dizendo como elas podem, em breve, se tornar cientistas.

5.6.2 *Texto de apoio conceitual*

a. O Sol é uma estrela

O Sol é uma estrela e está no centro do Sistema Solar. Ele é a principal fonte de luz e

calor da Terra. Está a oito minutos luz de distância, ou seja, a luz leva oito minutos para sair do Sol e chegar à Terra.

Como as outras estrelas, o Sol é uma esfera quase perfeita, feita de plasma (é um estado da matéria, onde o gás está muito quente). O calor que emite é gerado em seu núcleo, onde ocorre a fusão do hidrogênio em hélio. O Sol está praticamente no meio de sua vida, tendo se formado há cerca de 4,6 bilhões de anos e provavelmente levará 5 bilhões de anos até se tornar uma gigante vermelha.

b. A vida das estrelas

Após o colapso gravitacional da nuvem de gás, a estrela se torna estável quando a fusão do hidrogênio se inicia, liberando energia na forma de radiação. A pressão de radiação equilibra a gravidade da própria estrela.

Uma estrela passará a maior parte da vida fazendo a fusão do hidrogênio em hélio. Porém, após o consumo deste hidrogênio, não haverá mais condições para ocorrer a fusão, quebrando o balanço com a gravidade. Isto levará o seu núcleo inerte a se contrair, de modo que a temperatura irá subir com a contração. Assim, as camadas vizinhas ao núcleo iniciarão a fusão do hidrogênio. A fusão aumenta a pressão de radiação nas camadas mais externas, fazendo o raio da estrela aumentar, de modo que a fotosfera expandirá e se resfriará. Nesta fase a estrela é uma gigante vermelha.

Supernovas tipo II são o final da vida de uma estrela massiva, ejetando violentamente as camadas externas e no centro, o remanescente do núcleo será uma estrela de nêutrons ou um buraco negro. Supernovas tipo I são o final da vida de uma estrela pouco massiva de um sistema binário, tal que haja acreção de massa da estrela companheira na estrela menor até que não haja mais o equilíbrio termodinâmico e o núcleo explode, ejetando as camadas mais externas.

c. Cor e temperatura

O que define a cor de uma estrela é a sua temperatura. Uma estrela emite radiação eletromagnética em todos os comprimentos de onda, mas, de acordo com sua temperatura, há um comprimento em que ela é mais eficiente. Esta relação entre cor e temperatura é a lei de Wien. Quanto mais quente um objeto, mais azulado ele é.

d. Outras estrelas

Um pulsar é uma estrela de nêutrons com alta rotação e fortemente magnetizadas. Essas estrelas emitem feixes de radiação eletromagnéticas que podem ser observadas peri-

odicamente devido ao efeito causado pela inclinação do eixo magnético em relação ao eixo de rotação. Os pulsos são observados quando o feixe de radiação passa na direção do observador. Os pulsares são extremamente densos e os pulsos são muito precisos. Seu período pode variar entre milissegundos e segundos. Os pulsares vão diminuindo seu período de rotação ao longo de dezenas de milhões de anos, conforme vão perdendo energia com a emissão de radiação até que eles não sejam mais capazes de emitir os feixes de radiação.

Hubble, principalmente, conseguiu provar a existência de outras galáxias ao medir com precisão a distância à estrelas pertencentes às “nebulosas espirais”. Henrietta Lewitt estudou estrelas variáveis (Cefeidas e RR-Lyrae) que têm período regular e descobriu uma relação empírica entre seu período e luminosidade. Conhecendo a distância algumas dessas estrelas variáveis mais próximas, foi possível saber seu brilho intrínseco. Desta forma, foi possível medir a distância à Cefeidas que estavam em Andrômeda. Inferindo a luminosidade a partir do período da estrela, obteve-se distâncias muito maiores que o tamanho de nossa Galáxia, indicando que são objetos extragaláticos.

5.7 Um dia de astrônomo

Tabela 5.25 - Cabeçalho

Episódio:	7	Título:	Um dia de astrônomo
Tema:	O trabalho do cientista e o método científico		
Storyline:	Quincas passa um dia acompanhando seu pai no trabalho, animado ele relata tudo para as outras crianças que decidem brincar de cientistas.		

Tabela 5.26 - Conteúdos de Astronomia

Índice	conceito
a	O cotidiano do pesquisador
b	Debates na pesquisa
c	O método científico

Tabela 5.27 - Abordagem dos conteúdos na estrutura narrativa

Estrutura		
	Índice	Descrição
Problemática	a	Uma criança acompanha um pesquisador durante seu dia.
	b	Questionamento sobre a pesquisa.
	c	Dúvidas sobre o método científico.
Discussão	a	A personagem anota tudo que vê.
	b	Observação e pergunta.
	c	Conversa com cientista.
Resolução	a	Apresentação para as outras crianças.
	b	Anotações e dúvidas.
	c	Anotações e apresentação.
Conclusão	a	Elas simulam o dia de um pesquisador.
	b	Leva ao conceito c.
	c	Aplicação do método científico na brincadeira.

Tabela 5.28 - Ep. 7 - Análise quanto à estrutura e ao alfabetismo científico

Aplicação				
Índice:		a	b	c
Problemática	Problema	X	.	.
	Questionamento	.	X	.
	Curiosidade	.	.	X
Discussão	Método científico	.	.	X
	Atividade lúdica	X	.	.
Resolução	Cientista ou especialista	X	X	X
	Experimento	.	.	.
	Divulgação científica	.	.	.
	Atividade lúdica	.	.	.
Conclusão	Repetição	X	.	.
	Aplicação	.	X	X
	Atividade lúdica	X	.	.
Alfabetismo Científico				
Índice:		a	b	c
Níveis	Nominal	.	.	X
	Funcional	.	.	X
	Estrutural	.	.	.
	Multidimensional	.	.	.
Classes	Fatual	.	.	X
	Conceitual	.	.	X
	Procedimental	X	X	X
	Atitudinal	X	X	.

5.7.1 Argumento do Episódio 7

Quincas tem um dia sem aulas na escola, e seu pai, Manuel, decide levá-lo para a universidade onde trabalha, para que ele acompanhe o dia de um pesquisador. Quincas está muito empolgado e trouxe o diário do clubinho para fazer as anotações necessárias. Apesar de ser manhã, o dia está muito quente e Quincas repara, logo no início, que os corredores da universidade são bem ventilados e frescos. Ele anota tudo que vê: secretaria, sala de computadores, biblioteca, sala de estudos. Ele vê, então, uma sala com um *cluster* de computadores ao lado de uma sala onde se faz observações astronômicas remotas. Embora ele fique fascinado com tudo, as salas estão fechadas e ele acompanha seu pai.

Durante o dia, Quincas percorre os corredores e nota grupos conversando sobre suas pesquisas em volta de mesinhas com café. Há grande movimentação nos corredores e ele volta para admirar a sala de observação remota. Um estudante pergunta se ele precisa

de ajuda. Quincas pergunta se a sala funciona também durante o dia. O estudante explica que a sala funciona durante algumas noites por ano, pois o uso do telescópio também é compartilhado com pessoas de diversos países que contribuíram na construção do telescópio. Ele também fala sobre a radioastronomia e sobre os estudos do Sol, que podem ser realizados durante o dia. Quincas, então encontra uma daquelas mesinhas de café desocupada, e percebe que há muitas revistas científicas sobre ela. Ele se entretém lendo diversas matérias.

No outro dia, Quincas conta para os outros integrantes do clubinho tudo que viu, mostrando desenhos e fotos. Ele também conta de uma entrevista que fez com seu pai sobre o método científico, depois que ele leu um artigo sobre isso em uma revista. As crianças, sem fôlego, decidem fingir que são cientistas. Como o clubinho precisa de uma ordem e o diário, de algumas atualizações, tudo que eles fazem, eles tentam fazer com o rigor científico, dando muito mais pompa do que o necessário, fazendo tudo mais divertido.

5.7.2 *Texto de apoio conceitual*

a. O cotidiano do Astrônomo

Os astrônomos e astrofísicos, em sua maioria, estão ligados a instituições de ensino. Eles dedicam seu tempo estudando e pesquisando a fim de compreender os fenômenos observados na Astronomia. A observação dos objetos e a tomada de dados, compreende apenas uma pequena fração do tempo de pesquisa, sendo apenas alguns dias por ano. Dependendo dos objetos de estudo, as observações podem ser feitas inclusive durante o dia, como, por exemplo, na radioastronomia.

b. Debates na pesquisa

Os astrônomos publicam seus trabalhos em artigos de revistas científicas. Esses artigos passam por uma criteriosa verificação e análise, antes de serem aprovados para publicação. Os trabalhos científicos, hoje, podem alcançar o mundo todo e envolver pessoas de diversos países trabalhando em colaboração. Regularmente os cientistas se reúnem em congressos, simpósios e também podem trabalhar em outras instituições por períodos que variam entre algumas semanas e alguns anos. Assim, a ciência é muito debatida e discutida, abrindo a possibilidade para explorar novos pontos de vistas, métodos e técnicas.

c. O método científico

Basicamente, o método científico consiste em formular hipóteses que tentam explicar

um fenômeno e prever as consequências desse. Em seguida, são feitos experimentos, com procedimentos bem definidos, a fim de determinar se as hipóteses estão corretas. Em geral, apenas após numerosas verificações é possível confirmar ou descartar uma hipótese.

O método científico permite que se tenha uma visão objetiva do universo que vivemos. Para se refutar uma teoria já aceita são necessários novos dados e uma nova análise, levando a uma nova hipótese. Mais sobre isso é discutido nos Episódios 8 e 10, que abordam os paradigmas da ciência.

5.8 Experimentando

Tabela 5.29 - Cabeçalho

Episódio:	8	Título:	Experimentando
Tema:	Fotometria		
Storyline:	Ainda empolgadas com o método científico, as crianças descobrem experimentos de Astronomia que elas podem realizar na escola.		

Tabela 5.30 - Conteúdos de Astronomia

Índice	conceito
a	Experimento científico
b	Técnicas fotométricas

Tabela 5.31 - Abordagem dos conteúdos na estrutura narrativa

Estrutura		
	Índice	Descrição
Problemática	a	Atividades práticas de observação.
	b	Atividade prática: determinação de parâmetros.
Discussão	a	Conversa com a professora e o técnico.
	b	Explicação da professora.
Resolução	a	Aplicação do método científico.
	b	Coleta de dados e discussão.
Conclusão	a	Apresentação de um relatório.
	b	Repetição dos conceitos.

Tabela 5.32 - Ep. 8 - Análise quanto à estrutura e ao alfabetismo científico

Aplicação			
Índice:		a	b
Problemática	Problema	X	X
	Questionamento	.	.
	Curiosidade	.	.
Discussão	Método científico	X	X
	Atividade lúdica	.	.
Resolução	Cientista ou especialista	X	X
	Experimento	X	X
	Divulgação científica	X	.
	Atividade lúdica	.	.
Conclusão	Repetição	X	X
	Aplicação	.	.
	Atividade lúdica	.	.
Alfabetismo Científico			
Índice:		a	b
Níveis	Nominal	X	X
	Funcional	X	X
	Estrutural	X	X
	Multidimensional	.	.
Classes	Fatual	.	X
	Conceitual	.	X
	Procedimental	X	X
	Atitudinal	X	.

5.8.1 Argumento do Episódio 8

O clubinho descobre um projeto de divulgação científica que trabalha com atividades práticas, incluindo a observação do céu remotamente. Muito empolgados ainda com o dia-a-dia do cientista, eles conversam com os professores e a escola decide se inscrever para a atividade. São convidados a participar todos os alunos, mas poucos podem, o que abre vaga para que Zé, Clarice e Amanda possam participar também. Eles escolhem uma atividade de fotometria.

Na noite de observação, a professora de Cora e Ruth fala um pouco sobre a atividade. Eles se conectam pela Internet com o técnico do observatório, que fica em outro Estado. Ele dá mais algumas instruções e fala sobre o telescópio robótico, e o quão preciso ele é.

As crianças começam a fazer a medição, e logo percebem que uma das partes mais difíceis da ciência é tomar muitos dados. A agitação da mistura de turmas não deixa o

ânimo desaparecer. Eles tomam as medidas, fazem as contas e chegam a uma conclusão.

No final, o clubinho ainda faz um relatório e guarda uma cópia no precioso diário.

5.8.2 *Texto de apoio conceitual*

a. Experimento científico

Um experimento científico tem o objetivo de testar uma hipótese. Ele se baseia em um conjunto de teorias, sobre as quais elabora-se o experimento, definindo os procedimentos e técnicas utilizados. Então, toma-se dados relativos ao objeto de estudo. Os dados são, então, analisados. Quanto mais dados, menos erro haverá na análise. Por fim, são tiradas conclusões acerca da hipótese.

Sempre que possível, os experimentos são repetidos com diferentes métodos, e o resultado é comparado para ver se há semelhanças ou discrepâncias. Por fim, o trabalho científico tenta explicar os resultados encontrados.

b. Técnicas fotométricas

Esta seção de fotometria baseia-se num experimento do programa Telescópios na Escola (TnE). O TnE é um projeto que visa a aproximação dos alunos com a Astronomia, através do uso remoto de telescópios. Atualmente conta com sete telescópios instalados em diversos estados brasileiros. Para participar, a escola precisa acessar o sítio e se cadastrar para as atividades. Já há uma lista de atividades sugeridas e também há materiais didáticos disponíveis para consulta. As observações são feitas a partir da própria escola, e os alunos controlam remotamente o telescópio. Um técnico do observatório acompanha a observação, auxiliando, e também abrindo e fechando a cúpula, além de verificar as condições meteorológicas no momento da observação.

A atividade *Medição do brilho das estrelas - técnicas fotométricas* foi elaborada por Jane Gregorio Hetem, Eduardo Brescansin de Amôres, Raquel Yumi Shida (IAG/USP), e encontra-se disponível em: <http://www.telescopiosnaescola.pro.br/>

Referência: Telescópios na Escola (TnE, 2016).

5.9 Quebra-cabeças

Tabela 5.33 - Cabeçalho

Episódio:	9	Título:	Quebra-cabeças
Tema:	Visita a um Observatório de pesquisa e apresentação dos equipamentos		
Storyline:	As crianças estão brincando com quebra-cabeças quando descobrem que vão fazer um passeio a um observatório de pesquisa. Lá elas aprendem sobre os telescópios e outros instrumentos utilizados, percebendo que planejar a construção de um observatório é mais complicado que um quebra-cabeças.		

Tabela 5.34 - Conteúdos de Astronomia

Índice	conceito
a	Telescópios ópticos e instrumentos
b	Pedido de tempo de observação

Tabela 5.35 - Abordagem dos conteúdos na estrutura narrativa

Estrutura		
	Índice	Descrição
Problemática	a	As crianças vão conhecer telescópios de pesquisa.
	b	Curiosidade sobre os projetos.
Discussão	a	Elas discutem os telescópios amadores.
	b	Conversa com especialista.
Resolução	a	Apresentação dos instrumentos de pesquisa.
	b	Não há.
Conclusão	a	Comparação com o cotidiano e discussão das possibilidade de observação.
	b	Repetição e discussão fantasiosa sobre as hipóteses de observação.

Tabela 5.36 - Ep. 9 - Análise quanto à estrutura e ao alfabetismo científico

Aplicação			
Índice:		a	b
Problemática	Problema	.	.
	Questionamento	.	.
	Curiosidade	X	X
Discussão	Método científico	X	X
	Atividade lúdica	.	.
Resolução	Cientista ou especialista	X	X
	Experimento	.	X
	Divulgação científica	X	X
	Atividade lúdica	.	.
Conclusão	Repetição	X	X
	Aplicação	.	.
	Atividade lúdica	.	.
Alfabetismo Científico			
Índice:		a	b
Níveis	Nominal	X	X
	Funcional	X	.
	Estrutural	.	.
	Multidimensional	.	.
Classes	Fatual	X	X
	Conceitual	X	X
	Procedimental	.	X
	Atitudinal	.	.

5.9.1 Argumento do Episódio 9

Manuel está levando o Clubinho da Estrela (Cora, Ruth, Zé, Quincas, Clarice mais sua amiga, Amanda) para visitar um observatório de pesquisa científica. As crianças estão animadas, comentando sobre os melhores momentos da visita ao observatório de divulgação e ao planetário. Elas debatem o quanto de roupas vão precisar para a noite e quantas mais precisariam para viajar até para o espaço. Enquanto isso, elas brincam com quebra-cabeças feitos de peças metálicas enroscadas e justapostas.

Quando chegam lá, elas fazem um *tour* pelos telescópios, incluindo as diversas cúpulas e equipamentos. Elas aprendem sobre os tipos de telescópios e sobre os instrumentos que são utilizados nas observações. Elas, então, compreendem a complexidade desses projetos, e os comparam com quebra-cabeças. As crianças também aprendem sobre a submissão de projetos.

Elas fazem uma pausa para a janta e aproveitam para se agasalharem mais. As crianças tem a oportunidade de acompanhar a técnica de um telescópio operando-o, fazendo várias calibrações para a noite de observação. Em seguida, a técnica do observatório explica como os astrônomos tomam os dados nas salinhas, e apenas vão à sala do telescópio se houver algum problema.

Sonolentas, elas se dão por vencidas e vão dormir nos alojamentos. No dia seguinte, elas não conseguem parar de falar tudo que poderiam observar com aqueles telescópios.

5.9.2 *Texto de apoio conceitual*

a. Telescópios e instrumentos

Telescópios são instrumentos ópticos que auxiliam na observação de objetos remotos. Telescópios refratores usam um conjunto de lentes para focalizar e ampliar o objeto. As lunetas e binóculos são telescópios refratores. Telescópios refletores utilizam espelhos curvos para formar a imagem e tem a vantagem de terem um tubo proporcionalmente mais curto. Telescópios que usam uma combinação entre espelhos e lentes são chamados de catadióptricos.

Os telescópios de pesquisa tem áreas coletoras de luz muito grandes, o que permite que detectem a luz de objetos mais tênues. Telescópios com até 8m de diâmetro ainda tem um espelho único. Porém, é melhor construir um mosaico de espelhos pequenos que um espelho único muito grande, uma vez que este acaba se deformando muito. A óptica ativa usada nos telescópios monitora e controla o foco do telescópio, enquanto a óptica adaptativa minimiza os efeitos da turbulência atmosférica.

Os telescópios modernos utilizam *CCDs* ao invés de placas fotográficas para fazer a captura das imagens. Esses dispositivos são muito parecidos com os que estão presentes nas máquinas fotográficas atuais, porém tem sensibilidade muito superior e precisam de resfriamento e monitoramento constante da temperatura, já que funcionam melhor em temperaturas baixas.

As cúpulas modernas abrem-se bastante, para que não haja diferença de temperatura entre o ar dentro e fora da cúpula. A diferença de temperatura no ar causa refração, podendo aumentar o erro nas medidas tomadas.

Em telescópios ópticos há diversos instrumentos de medida e calibração conectados direta ou indiretamente ao aparelho principal.

Referência: *Astronomy Today* (Chaisson e McMillan, 2002)

b. Pedido de tempo de observação

A construção de um telescópio envolve vários países, que fornecem localização, material e tecnologia para tal feito. Esses países ganham tempos de observação proporcionais ao investimento e participação na construção. O tempo dos países é dividido entre os astrônomos que queiram observar. Para isso, os interessados submetem um projeto de observação com a lista de alvos e a justificativa. O projeto é, então, avaliado por uma comissão e o tempo é distribuído entre os projetos aprovados.

5.10 Cadê as estrelas?

Tabela 5.37 - Cabeçalho

Episódio:	10	Título:	Cadê as estrelas
Tema:	Filosofia da ciência e o Paradoxo de Olbers		
Storyline:	Cora e Clarice estão viajando com seus pais e conhecem dois irmãos que estão estudando para as Olimpíadas Brasileiras de Astronomia, e discutem por que só se veem poucas estrelas no céu.		

Tabela 5.38 - Conteúdos de Astronomia

Índice	conceito
a	Paradoxo de Olbers
b	Filosofia da ciência
c	Dispersão de Rayleigh

Tabela 5.39 - Abordagem dos conteúdos na estrutura narrativa

Estrutura		
	Índice	Descrição
Problemática	a	Dificuldade em ver as estrelas.
	b	O que é um paradoxo.
	c	Por que não há estrelas durante o dia.
Discussão	a	Contato com outras crianças.
	b	Discussão sobre os paradigmas.
	c	Contato com outras crianças.
Resolução	a	Conversa sobre o tema.
	b	Conversa sobre filosofia da ciência.
	c	Discussão do problema.
Conclusão	a	Repetição do conceito.
	b	Repetição.
	c	Aplicação com experimento.

Tabela 5.40 - Ep. 10 - Análise quanto à estrutura e ao alfabetismo científico

Aplicação				
Índice:		a	b	c
Problemática	Problema	.	.	.
	Questionamento	X	.	X
	Curiosidade	.	X	.
Discussão	Método científico	X	X	.
	Atividade lúdica	.	.	.
Resolução	Cientista ou especialista	.	.	.
	Experimento	.	.	X
	Divulgação científica	X	X	.
	Atividade lúdica	.	.	.
Conclusão	Repetição	X	X	.
	Aplicação	.	.	X
	Atividade lúdica	.	.	.
Alfabetismo Científico				
Índice:		a	b	c
Níveis	Nominal	X	X	X
	Funcional	X	X	X
	Estrutural	.	.	.
	Multidimensional	.	.	.
Classes	Fatual	X	X	X
	Conceitual	X	.	X
	Procedimental	.	X	.
	Atitudinal	X	.	.

5.10.1 Argumento do Episódio 10

Cora e Clarice estão viajando com seus pais para uma cidade do interior. Cora está obcecada em poder ver o céu noturno melhor do que no clubinho, pois lá onde elas estão há pouca poluição luminosa. Cora está tão animada que começa a se perguntar por que não há estrelas no céu diurno. Quando anoitece, o céu está claro, mas Cora, sem paciência para esperar os olhos se adaptarem ao escuro, não vê muitas estrelas e, frustrada, pergunta para onde foram todas.

Enquanto Clarice tenta acalmar Cora, chegam Júlia e Felipe, dois irmãos. Júlia tem a mesma idade de Clarice, e Felipe é um pouco mais velho que Cora. Júlia começa a explicar sobre o céu noturno e fala um pouco das constelações. Ela conta sobre o paradoxo de Olbers e explica sobre os paradigmas na ciência. Cora, fascinada com Júlia, começa a perceber o céu pontilhado de estrelas.

Ainda insatisfeita, Cora pergunta por que não podem ver estrelas durante o dia. Felipe, então, explica sobre o espalhamento Rayleigh da luz, e porque o céu é azul. Os irmãos ainda explicam um experimento em que é possível simular o céu colocando um pouco de leite na água e aplicando uma luz direta. Cora e Clarice estão atordoadas com o conhecimento que os irmãos demonstram. Eles então explicam que estão estudando para as Olimpíadas Brasileiras de Astronomia e Astronáutica (OBA), que será em alguns dias. Clarice conta para os irmãos sobre o clubinho. Clarice e Cora convidam os irmãos a fazerem parte do clubinho, e passarão lá na sede quando visitarem a cidade delas.

De volta ao clubinho, Cora pede para fazer uma anotação no diário e acaba contando para as outras crianças porque se pode ver apenas um número limitado de estrelas, mostrando, também, com um experimento, por que o céu é azul.

5.10.2 *Texto de apoio conceitual*

a. Filosofia da ciência

Segundo Thomas Kuhn, a ciência se desenvolve basicamente de uma maneira cíclica:

1. Estabelecimento de um paradigma. É o estabelecimento de um conjunto de conceitos e teorias aceitos como corretos pela ciência e que seja capaz de explicar os fenômenos naturais. Sobre este paradigma é desenvolvida a ciência: testado exhaustivamente para comprovar sua validade e aplicações.
2. Ciência é o estudo, o teste e a aplicação do paradigma estabelecido. A ciência pode evoluir percorrendo mais aprofundadamente sobre consequências das teorias dentro de um paradigma.
3. Crise: quando um paradigma já não é suficiente para explicar todos os fenômenos da natureza.
4. Ciência extraordinária: paradigmas novos surgem: conjuntos de conceitos e hipóteses (ou teorias) tentando solucionar o problema do paradigma estabelecido.
5. Revolução: quando um paradigma substitui o já estabelecido.
6. Estabelecimento do novo paradigma (item 1).

Kuhn ainda aponta que o trabalho de Copérnico não trazia cálculos, portanto, não poderia provar cientificamente sua hipótese como uma teoria. A revolução dos pensamentos de Copérnico, entretanto, abriu a possibilidade de outros cientistas fazerem ciência (com observação e cálculos) acerca de suas ideias, o que levou a uma nova concepção cosmológica.

b. Dispersão de Rayleigh

A dispersão de Rayleigh é o espalhamento da luz por partículas muito pequenas de gás. A dispersão ocorre quando a luz, ou uma parte dela, é absorvida pelas partículas e reemitida. Quando a luz do Sol chega à atmosfera, ela tem diversos comprimentos de onda. A luz visível entra na atmosfera, e desta, a luz azul é mais facilmente espalhada que os outros comprimentos, resultando na predominância da cor azul no céu.

Quando o Sol está nascendo ou se pondo, tal que ele está próximo do horizonte, a luz do Sol precisa atravessar uma camada espessa de atmosfera. O espalhamento é tão grande que além da luz azul, os outros comprimentos também são espalhados, fazendo o céu e o Sol parecerem alaranjados ou avermelhados.

Referência: *Astronomy Today* (Chaisson e McMillan, 2002)

c. Paradoxo de Olbers

Supõe-se que há incontáveis galáxias no Universo, distribuídas igualmente para todas as direções, ou seja, um Universo homogêneo e isotrópico. As galáxias são compostas de estrelas, que são responsáveis pelo brilho. Assim, deve haver estrelas em todas as direções que se olhe, porém, durante a noite, não é isso que se nota a olho nu.

Em uma primeira análise, poderia se dizer que as estrelas vão ficando mais tênues quanto mais longe estão, entretanto, ainda existiriam estrelas suficientes para clarear a noite. Esta contradição é conhecida como o paradoxo de Olbers, em referência ao astrônomo que popularizou esta discussão.

O que impede que o céu noturno seja completamente claro é a velocidade finita da luz, somada à idade do Universo. A luz viaja à velocidade constante, e é a maior conhecida. Nenhuma outra informação é mais rápida que a luz. Se o Universo tem cerca de 14 bilhões de anos, então só é possível observar a luz de objetos que estejam a, no máximo, 14 bilhões de anos luz. Ou seja, o objeto está tão longe que a luz demora 14 bilhões de anos para chegar à Terra. Portanto, mesmo havendo estrelas mais além, a luz delas ainda não conseguiu alcançar a Terra.

Referência: *Astronomy Today* (Chaisson e McMillan, 2002)

5.11 Mas é só isso?

Tabela 5.41 - Cabeçalho

Episódio:	11	Título:	Mas é só isso?
Tema:	Objetos Astronômicos II e subáreas da Astronomia		
Storyline:	Face a uma escassez de dúvidas, as crianças do clubinho acreditam que esgotaram tudo que podiam saber sobre a Astronomia. Em uma conversa com Manuel, o astrônomo, ele explica que há muito ainda para elas aprenderem e descobrirem, e acaba explicando a estrutura da Galáxia e contando um pouco mais sobre as outras áreas da Astronomia.		

Tabela 5.42 - Conteúdos de Astronomia

Índice	conceito
a	Subáreas da Astronomia
b	A estrutura da Galáxia
c	Astronomia extragalática

Tabela 5.43 - Abordagem dos conteúdos na estrutura narrativa

Estrutura		
	Índice	Descrição
Problemática	a	As crianças acreditam que esgotaram o que poderiam saber sobre Astronomia.
	b	Curiosidade para saber como é a Galáxia.
	c	Curiosidade sobre o que há além da Galáxia.
Discussão	a	Retomada do que foi visto no Episódio 5.
	b	Tentativa de entender onde estão os objetos que observaram.
	c	Discussão com cientista.
Resolução	a	Leva a discussão dos conceitos b e c.
	b	Montagem de maquete da Galáxia.
	c	Entendimento do problema.
Conclusão	a	Repetição das subáreas.
	b	Comparação da maquete com a Via Láctea.
	c	Fascínio com o que a ciência pode descobrir.

Tabela 5.44 - Ep. 11 - Análise quanto à estrutura e ao alfabetismo científico

Aplicação				
Índice:		a	b	c
Problemática	Problema	X	X	.
	Questionamento	.	.	X
	Curiosidade	.	X	.
Discussão	Método científico	X	.	X
	Atividade lúdica	.	.	.
Resolução	Cientista ou especialista	X	X	X
	Experimento	.	.	.
	Divulgação científica	.	.	.
	Atividade lúdica	.	X	.
Conclusão	Repetição	.	X	X
	Aplicação	X	X	.
	Atividade lúdica	.	.	.
Alfabetismo Científico				
Índice:		a	b	b
Níveis	Nominal	X	X	X
	Funcional	.	X	.
	Estrutural	.	X	.
	Multidimensional	.	.	.
Classes	Fatual	X	X	X
	Conceitual	X	X	X
	Procedimental	.	X	.
	Atitudinal	.	.	.

5.11.1 Argumento do Episódio 11

Na sede do clubinho, Cora e Ruth anotam no diário tudo o que conseguem se lembrar sobre a visita ao Observatório. Elas listam os objetos vistos: a Lua, estrelas binárias, aglomerado aberto como a Caixinha de Joias, aglomerado globular como *Omega Centauri*, nebulosa de Órion, constelações. Quincas está brincando com um aviãozinho de papel, tentando fazer com que se pareça com a *Discovery*, um ônibus espacial. O dia está moroso.

Quincas e seu pai, o astrônomo Manuel, chegam ao clubinho carregando uma caixa com materiais de artesanato. Manuel pergunta às crianças por que elas estão tão desanimadas. Elas listam tudo que aprenderam: sobre a história da Astronomia, sobre telescópios de pesquisa, o movimento dos planetas, o estudo da luz e os objetos que podem ser observados. Para eles, não sobrou nada mais a explorar e eles não tem mais dúvidas. Manuel ri e pergunta qual foi a última coisa que os monitores disseram para eles na visita ao obser-

vatório. Cora responde, mais animada, que eles convidaram todos a voltar lá em outras épocas do ano, para ver objetos diferentes. Manuel explica que ainda há muitos objetos bonitos a serem vistos na Galáxia, e mesmo no Sistema Solar, sendo que eles ainda não viram os planetas. Zé pergunta o que a Astronomia estuda, então.

Manuel explica para eles que a Astronomia é muito ampla, com muitas subáreas, cada qual com suas especialidades. Ele fala que há uma variedade de técnicas e formas de se estudar a Astronomia. Desde a teórica à observacional. Manuel fala também dos diferentes tipos de telescópios e equipamentos que são capazes de coletar inúmeras informações sobre as estrelas, a Galáxia e o Universo.

As crianças estão ouvindo com atenção e Ruth pergunta se o que eles viram no observatório estava muito longe. Manuel tenta explicar que o que eles viram está ainda nas proximidades do Sol, mas que as tecnologias atuais permitem até que seja feito um modelo da Galáxia. As crianças perguntam, então como é a Galáxia. Manuel respira fundo, mas Quincas sugere que eles montem um modelo da Galáxia com o que eles têm ali.

Manuel começa explicando sobre o disco. Eles pegam uma placa redonda de papelão bem grande e começam a pensar no disco. Manuel explica sobre as estrelas e o gás, os braços, o bojo e a barra. As crianças começam a acrescentar materiais ao disco, representando as estrelas, o gás, a poeira e colocam massinha no centro. As crianças estão decorando o disco enquanto Manuel começa a explicar sobre o halo. Ruth encontra uma esfera de plástico transparente que tem o tamanho certo para ser o halo. Ela começa a colar fios e prender miçangas nos fios, dizendo que representam os aglomerados globulares.

Ao fim do dia eles juntam tudo e têm uma maquete impressionante da galáxia. Muito mais dispostas, as crianças perguntam a Manuel o que há além da Galáxia e ele conta muito rapidamente, listando alguns objetos que são estudados. Logo ele convida todos para fora, pois já é noite. Eles podem ver a Via Láctea e Manuel mostra para eles a região do disco, e do centro galáctico. No final, as crianças estão encantadas com o tamanho do Universo e tudo que há ainda para se descobrir.

5.11.2 *Texto de apoio conceitual*

a. A estrutura da galáxia

A Galáxia é uma estrutura muito grande, que contém bilhões de estrelas entremeadas com radiação e nebulosas de gás e poeira. Ela é dividida nas seguintes componentes: halo,

disco, barra, bojo e o núcleo. Todas essas estruturas tem seu centro no centro da Galáxia.

O halo é a maior componente galáctica. Ele tem uma distribuição aproximadamente esférica de estrelas. A quantidade de estrelas, porém é baixa, principalmente quando comparada à densidade do disco. É no halo que fica a maior parte dos aglomerados globulares.

O disco galáctico concentra a maioria da matéria. Ele é “fino”: sua espessura é cerca de 60 vezes menor que seu diâmetro. Ele define um plano chamado de plano galáctico. No disco a matéria está concentrada no centro e torna-se mais dispersa quando afastadas do centro, tanto no plano quanto na “espessura”. As estrelas do disco, em sua maioria, giram ao redor do centro galáctico. A diferença na velocidade das estrelas acaba criando um efeito de “braço”. Os braços da galáxia não são rígidos. Contrariando o esperado, a velocidade de rotação dos objetos não diminui como deveria, o que levou à confirmação da presença de matéria escura do disco galáctico.

Entre a o disco e bojo há a barra. A barra é uma componente que atravessa o disco e só começou a ser, de fato, estudada a partir de 1990.

O bojo é uma componente quase esférica, fica situado na região central e tem muitas estrelas avermelhadas. A radiação que permite a observação do bojo é a infravermelha, porém ela é parcialmente bloqueada pela atmosfera da Terra. Desta forma a melhor maneira de observar é com satélites como o IRAS (*Infrared Astronomical Satellite*, ou Satélite Astronômico de Infravermelho), o COBE (*Cosmic Background Explorer*, ou Explorador do fundo cósmico), o Spitzer (*Spitzer Space Telescope (SST)*, ou Telescópio espacial Spitzer) e o Herschel (*Herschel Space Observatory*, ou Observatório espacial Herschel).

O núcleo é a região mais central da Galáxia, e é muito difícil de se observar. No núcleo da Galáxia encontra-se o buraco negro central. Sua existência só é conhecida após estudar o comportamento dos gases e estrelas nas regiões próximas ao buraco negro.

Referência: *A Via Láctea, nossa ilha no Universo* (Lépine, 2008)

b. Astronomia extragaláctica e Classificação de Hubble

Existem outras galáxias no Universo com estruturas diferentes da nossa Galáxia. Hubble criou uma classificação para elas, e que mais tarde foi aperfeiçoada. Existem galáxias elípticas, que não tem disco, e são classificadas de acordo com a elipsidade, ou seja, o achatamento. da galáxia. As galáxias lenticulares tem disco, mas este não tem nenhuma estrutura. As galáxias espirais são separadas entre barradas e não barradas. A classificação

para os dois tipos leva em consideração o tamanho do disco em relação ao bojo.

A Galáxia pertence ao Grupo Local de Galáxias, que inclui a galáxia de Andrômeda, que é um pouco maior que a nossa. O Grupo Local é parte do superaglomerado de Virgem, que engloba diversos grupos e aglomerados de galáxias da vizinhança. Há inúmeros aglomerados de galáxias e até onde a sensibilidade dos telescópios alcança, o Universo parece não ter fim. Acredita-se que ele estende-se além do limite do que observamos, seguindo as mesmas leis físicas que conhecemos. Dentre os objetos de estudos além da nossa Galáxia estão as outras galáxias, o fenômeno de lentes gravitacionais, os *quasares* e os QSOs *Quasi Stellar Objects* ou objetos quase-estelares e a cosmologia.

Referência: *A Via Láctea, nossa ilha no Universo* (Lépine, 2008).

c. Subáreas da Astronomia

A atmosfera da Terra é opaca a alguns comprimentos de onda do espectro eletromagnético, ou seja, ela impede que a radiação seja observada na superfície da Terra. As faixas de comprimentos de onda cuja radiação pode atravessar a atmosfera e serem observadas no solo são chamadas de janelas atmosféricas. Para estas faixas são construídos os observatórios na superfície.

Já raios gama, raios-X, e parte do ultravioleta são bloqueados pela atmosfera, assim como ondas longas de rádio (com comprimento de onda superior a 10m). Parte do infravermelho também não chega ao solo devido à atmosfera. Para poder observar nessas faixas, os telescópios devem estar acima da atmosfera, em órbita da Terra, por exemplo. Os observatórios espaciais são instrumentos de detecção como telescópios que estão, em sua maioria, em órbita da Terra. O telescópio espacial Fermi foi lançado em órbita em 2008 e é capaz de detectar emissões de raios gama. O Observatório espacial de raios-X Chandra foi lançado em 1999. O ultravioleta, o visível (que do solo é visto com atenuação) e o infravermelho são observados pelo telescópio espacial Hubble. O infravermelho, absorvido pela atmosfera, pode ser observado pelo telescópio espacial Spitzer, em órbita do Sol.

Referência: *Astronomy Today* (Chaisson e McMillan, 2002)

As principais subáreas da Astronomia, segundo a tabela do CNPq (2013), são: Astronomia de posição e mecânica Celeste, astrofísica do sistema solar, astrofísica estelar, astrofísica do meio interestelar, astrofísica extragaláctica e instrumentação astronômica. Além destas subáreas, a astrobiologia é uma área recente de pesquisa e envolve diferentes

áreas do conhecimento.

5.11.3 Ilustrações

Na ilustração a seguir (Fig. 5.6), as personagens Ruth e Zé falam sobre a estrutura da Galáxia, usando uma maquete que eles construíram.

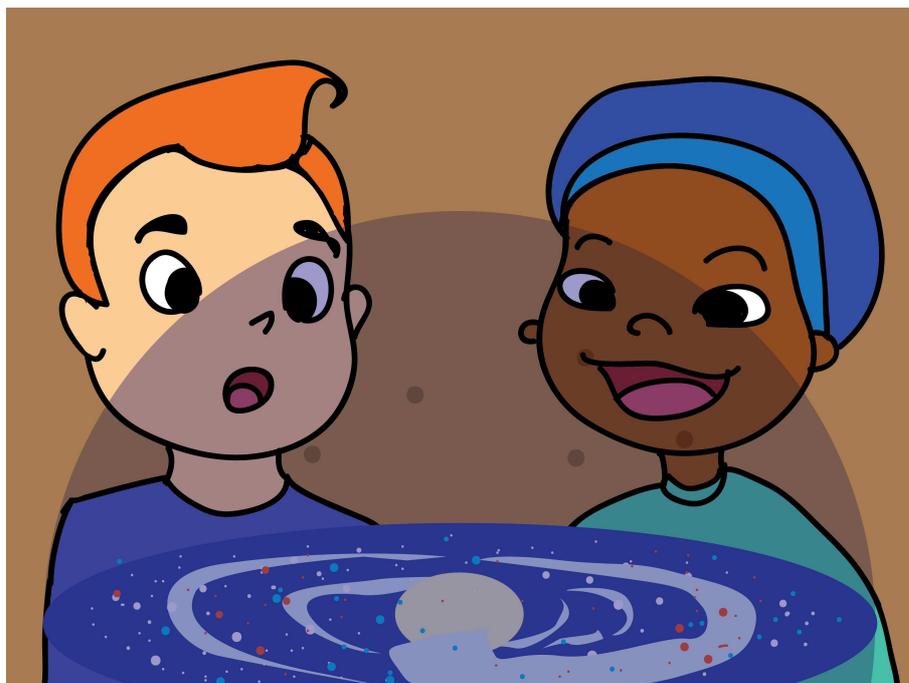


Figura 5.6: Ruth mostra o modelo da Galáxia para Zé.

5.12 O nosso lugar no Universo

Tabela 5.45 - Cabeçalho

Episódio:	12	Título:	O nosso lugar no Universo
Tema:	O nosso lugar no Universo - distâncias e escalas		
Storyline:	O clubinho começa a se expandir e as crianças assistem a um vídeo sobre as distâncias e escalas do Universo, apresentando uma palestra para outras crianças em seguida.		

Tabela 5.46 - Conteúdos de Astronomia

Índice	conceito
a	Distâncias e escalas
b	A ciência na vida
c	A expansão do Universo

Tabela 5.47 - Abordagem dos conteúdos na estrutura narrativa

Estrutura		
	Índice	Descrição
Problemática	a	Curiosidade sobre distâncias e escalas.
	b	Conversa informal sobre ciência.
	c	Dúvida sobre o Universo e a energia escura.
Discussão	a	Aplicar na festa temática.
	b	Usos da ciência em outras áreas.
	c	Explicação de cientista.
Resolução	a	Modelo de escalas do sistema solar e localização na Galáxia.
	b	Exemplos na exposição de arte.
	c	Discussão sobre as concepções cosmológicas.
Conclusão	a	Exibição para outras pessoas.
	b	Repetição.
	c	Repetição.

Tabela 5.48 - Ep. 12 - Análise quanto à estrutura e ao alfabetismo científico

Aplicação				
Índice:		a	b	c
Problemática	Problema	.	.	.
	Questionamento	.	.	X
	Curiosidade	X	X	.
Discussão	Método científico	.	.	.
	Atividade lúdica	X	X	.
Resolução	Cientista ou especialista	X	X	X
	Experimento	.	.	.
	Divulgação científica	X	.	.
	Atividade lúdica	.	X	.
Conclusão	Repetição	.	.	X
	Aplicação	.	X	.
	Atividade lúdica	X	.	.
Alfabetismo Científico				
Índice:		a	b	c
Níveis	Nominal	X	X	X
	Funcional	X	X	X
	Estrutural	.	.	.
	Multidimensional	.	.	.
Classes	Fatual	X	X	X
	Conceitual	.	X	X
	Procedimental	.	.	.
	Atitudinal	.	X	.

5.12.1 Argumento do Episódio 12

Zé convida todos para uma festa em comemoração ao dia das bruxas. Mas todos, é todos mesmo. Ele faz questão de convidar todas as pessoas que já entraram em contato com o clubinho. As crianças decidem, então, fazer o convite em forma de uma carteirinha do clubinho. Elas começam a se preparar para a festa, tentando achar uma solução entre o folclore e a Astronomia. Cora sugere decorar as paredes com a constelação inventada da mula-sem-cabeça. Zé pensa no esqueleto através dos raios-X. Quincas pensa em um modelo de tamanhos (mas não de distâncias) usando uma abóbora como o Sol. Ruth cuidadosamente complementa o modelo da Galáxia com teias de aranha, e ainda faz as Nuvens de Magalhães com a teia sintética. No fim do dia, a sede do clubinho parece mais uma exposição de artes que uma mistura entre a Astronomia e o dia das bruxas. Elas asseitem a um vídeo que fala sobre a distância e escala do Universo.

No dia da festa, as crianças decidem se vestir como pessoas de importância histórica, de acordo com sua Arte. Ruth se veste de Henrietta Lewitt, e explica para todos que as outras galáxias não são parte da nossa. Zé se fantasia de Wilhelm Röntgen, que descobriu os raios-X, enquanto Cora representava Marie Curie com suas aplicações do raios-X na medicina. Quincas escolhe se vestir de Kepler. Os convidados chegam para a festa, incluindo alguns alunos da escola de Cora, Ruth e Quincas, um amigo de Zé, Clarice e Amanda, Manuel, o padeiro João, os monitores Gabriela e Mateus, e Júlia e Felipe, que iriam prestar a prova da OBA. Um grupo bem animado, eles conversam sobre Astronomia, ciências e as várias implicações para a sociedade. As crianças apresentam suas obras de arte. Quincas e Ruth dão atenção especial à localização da Terra nas maquetes de cada um.

Depois da explicação das artes do clubinho, e de se servirem de doce de abóbora, milho verde e paçoquinha, já anoiteceu e eles decidem observar o céu. Enquanto eles montam a luneta na plataforma, Cora pede para Manuel falar mais sobre o Universo, e explicar o que é a matéria escura e a energia escura. Enquanto ele explica, todos vão observando e fazendo colocações que acham importantes. No fim, Manuel presenteia Cora, Ruth, Clarice, Zé e Quincas com uma carteirinha dourada do clubinho. Felizes, as crianças agradecem por tudo e esperam que o clubinho possa se expandir tanto quanto o Universo.

5.12.2 *Texto de apoio conceitual*

a. Distâncias e escalas

Um exercício que ilustra as proporções no Universo é aumentar dez vezes a escala, referindo-se a um objeto. A seguir, alguns exemplos:

10m = ônibus municipal

100m = um campo de futebol

10 km = uma cidade pequena

100 km = uma cidade grande

1000 km = um estado

10 mil km = quase o diâmetro da Terra

1 milhão de km = órbita da Lua

100 milhões de km = 1ua (unidade astronômica) = distância entre Terra e Sol.

10 bilhões de km = quase todo o Sistema Solar.

Referência: *Astronomia & Astrofísica* (Oliveira e Saraiva, 2004).

b. A expansão do Universo

Matéria escura e energia escura estão no limite do conhecimento científico. Descobertas acerca de suas naturezas pode levar a uma concepção completamente nova do Universo em que vivemos. Ambas surgiram para explicar fenômenos naturais nas estruturas em grande escala, mas ainda não compreendemos completamente suas características, natureza e origem. A matéria escura encontra evidências de sua existência na curva de rotação da galáxia, na dispersão de velocidades das galáxias, na observação de lentes gravitacionais, na oscilação acústica de bárions, na formação das grandes estruturas. A energia escura tenta explicar a expansão acelerada do Universo; e isso é feito matematicamente através de um termo de pressão negativa nos modelos do Universo.

A Radiação Cósmica de Fundo é a radiação da última superfície de espalhamento. Quando o Universo se expandiu e resfriou, a matéria e a radiação se separaram. Essa radiação é a última interação entre ambos, após isso, o Universo ficou transparente. Essa radiação foi esfriando devido à expansão do Universo e hoje pode ser observada a uma temperatura de 3K. Essa radiação é similar à de corpo negro e pode ser medida em qualquer direção, permeando todo o Universo, possibilitando reescrever a história térmica do Universo.

A expansão do Universo é acelerada, e isso torna-se evidente ao relacionar a distância média das galáxias e o tempo (idade que observamos) através do *redshift*. Fazemos essas medidas com velas padrão, que são objetos cujo brilho intrínseco é facilmente estimado ou conhecido, por exemplo, as supernovas. Essa relação entre distância e tempo aumenta conforme o tempo passa. Sabemos que a distância média aumenta devido à energia escura, que com massa “negativa” atua como uma força inversa da gravidade e faz o Universo se expandir. Além disso, através da formação de grandes estruturas, notamos que os modelos mais compatíveis com as observações são aqueles que levam em consideração a expansão acelerada.

c. A ciência na vida

A ciência contribui o tempo todo na vida. A Astronomia era usada para navegação e posicionamento e por muitos séculos definiu e moldou a visão do Universo e do lugar da humanidade nele. As descobertas da Astronomia influenciaram a religião, a política e as artes. As descobertas levam a questionar a sociedade e a cultura. As tecnologias necessárias para o avanço da ciência acabam tendo usos além do propósito inicial.

Capítulo 6

Série

Neste capítulo a série é analisada como um todo.

A primeira parte da Tabela 6.1 apresenta o número de conceitos que cumprem os objetivos em cada episódio, sem levar em conta quantas vezes são cumpridos, uma vez que é mais importante que se atinjam os objetivos em mais episódios, do que várias vezes no mesmo. A segunda parte apresenta quantos conteúdos atingem cada nível e classe de alfabetismo científico. Um ponto representa zero conceito.

Tabela 6.1 - Análise da série toda quanto aos objetivos e ao alfabetismo científico

Análise da série													
Objetivos													
Objetivos	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Total
cientista ou especialista	3	4	4	3	4	4	3	2	2	.	3	3	35
divulgação científica	2	.	3	.	4	.	.	1	2	2	.	1	15
método científico	.	2	.	3	3	1	1	2	2	2	2	.	18
apelo ao lúdico	.	2	2	1	2	2	1	.	.	.	1	2	13
Alfabetismo científico													
Episódios:	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Total
Conceitos por episódio	3	4	4	3	4	4	3	2	2	3	3	3	38
Níveis													
Nominal	3	4	4	3	4	4	1	2	2	3	3	3	36
Funcional	2	4	3	3	4	4	1	2	1	3	1	3	31
Estrutural	.	1	1	2	2	1	.	2	.	.	1	.	10
Multidimensional	.	.	1	2	1	.	.	.	.	.	.	.	4
Classes													
Fatual	3	4	4	3	4	4	1	1	2	3	3	3	35
Conceitual	1	3	3	3	4	2	1	1	2	2	3	2	27
Procedimental	.	3	1	1	3	.	2	2	1	1	1	.	15
Atitudinal	1	.	.	.	2	1	2	1	.	1	.	1	9

6.1 Análise dos episódios

As análises a seguir foram escritas levando-se em conta os conceitos presentes nos argumentos dos episódios e a melhor maneira de aplicá-los. Sabe-se que uma auto-análise não é tão eficiente quanto uma feita por terceiros, então, os comentários aqui devem servir como uma base para orientar na escrita e revisão dos roteiros dos episódios.

- Episódio 1

O primeiro episódio de uma série pode, às vezes, fugir da estrutura padrão dos outros episódios. Enquanto o ritmo da narrativa e a estrutura seja basicamente a mesma dos outros episódios, é natural haver uma introdução das personagens. Elas se apresentam e o universo da série também desdobra-se para o espectador.

O *O Clubinho da Estrela* é um episódio que além de apresentar as personagens também traz um primeiro contato com a Astronomia. Seu tema principal e mais explorado é a história do Brasil. É o motivo que leva as crianças a se unirem, o foco do interesse. Porém, no decorrer da trama outros conceitos de Astronomia aparecem e são introduzidos, muitos dos quais serão aprofundados em outros episódios. Os conceitos que aparecem muito rapidamente e superficialmente não foram incluídos como conteúdos.

Desta forma, é compreensível que os conteúdos apresentados neste episódio (5.3) não alcancem níveis de alfabetismo científico mais profundos que nominal ou funcional, como expostos na Tabela 5.4. Apesar disso, ainda na mesma tabela, podemos ver que o conteúdo *b*, *trabalho em equipe* atinge a classe fatural e atitudinal de alfabetismo científico. O conceito tem uma influência sobre as crianças a ponto de influenciar na decisão de formarem um grupo de estudos, como explicitado anteriormente em 4.3.3. Porém vale notar que, em alguns casos, como na ideia do trabalho em equipe, o assunto é abordado e trabalhado no decorrer de toda a série, diluído entre os episódios.

Por tanto, espera-se que a série, em sua totalidade, atinja o objetivo de estimular o trabalho em equipe, a colaboração e a curiosidade científica. Ainda dentro da análise, na tabela 5.4, notamos que apesar de falhar em estimular atividades lúdicas para as crianças, este episódio mostra a visita a um museu, como uma atividade cultural que pode ser apreciada em grupo, afinal, um grupo tirando dúvidas traz mais esclarecimento a todos os participantes. A divulgação científica possível de se acontecer em um museu também é

destacada, visto que as crianças saem da escola e procuram as respostas diretamente com um cientista, porém dentro do ambiente do museu.

- Episódio 2

Neste episódio são abordados diversos conceitos da Astronomia, em diferentes níveis e classes de alfabetismo científico. É um episódio que dá mais o tom à série, e fornece assunto para outros episódios. Há um balanço entre os conteúdos e as ações das personagens. E, embora não haja muitas atividades lúdicas, como pode ser visto na Tab. 5.8, há muitas atividades em grupo e há a presença constante do cientista.

- Episódio 3

O episódio *Quem se mexeu?* baseia-se em uma atividade didática comumente aplicada no ensino formal, relacionada ao dia e a noite, estações do ano e movimentos de rotação e translação da Terra. As crianças se veem sem o apoio de um especialista pela primeira vez, e acabam discordando quanto aos conceitos.

Neste episódio, trabalham-se as atividades lúdicas em grupo: simulação do movimento dos planetas, com a brincadeira *o mestre mandou*. A brincadeira desordenada acaba desencadeando em uma discussão sobre Astronomia, a qual as crianças não conseguem encontrar uma solução. Assim, elas procuram a ajuda de especialistas indo ao planetário, porém escolhem uma sessão que não satisfaz seus questionamentos. As personagens ainda procuram outro especialista, e este, após uma resposta muito breve, sugere que eles estudem sobre o tema. As crianças, então percebem que podem estudar e se informar sozinhas, mediadas por um adulto especialista, cientista ou professor. Idealmente, a sessão do planetário deve ocupar entre um terço e um quarto do tempo, explicando compassadamente os conteúdos.

Espera-se que este episódio auxilie na formação de um senso crítico e independente no público alvo, além de ensinar os conceitos básicos da Astronomia.

- Episódio 4

Neste episódio são apresentados os conceitos de fotometria e espectroscopia, enquanto a relação da Astronomia com as outras ciências também é explorada, inclusive lembrando a discussão sobre História da Astronomia apresentada no episódio 1, *O clubinho da estrela*.

Em *Pesquisando a Astronomia*, duas personagens mais velhas protagonizam os estudos. Elas foram escolhidas pois alunos de ensino médio já devem ter sido expostos a conceitos mais complexos sobre os elementos químicos. Entretanto, elas transpõe o que aprenderam para apresentarem um trabalho para as personagens do ensino fundamental. Durante o episódio são discutidas as mudanças na sociedade que foram causadas pelas descobertas em Astronomia, e como as outras áreas da ciência também contribuem para o avanço em Astronomia.

Espera-se que, apesar da complexidade dos conteúdos, a multidimensionalidade desses seja mantida em foco. A exploração da criatividade em relação aos elementos químicos é uma das formas de apelo ao lúdico no episódio. Portanto, a despeito da dificuldade que as personagens poderiam enfrentar com os conteúdos, a abordagem é leve, e alcança muitos níveis de alfabetismo científico.

- Episódio 5

O episódio 5 faz referência a diversas atividades de extensão de Astronomia, por exemplo as oferecidas pelo Instituto de Astronomia, Geofísica e Ciências Atmosféricas (IAG) da Universidade de São Paulo (USP). Em especial, reflete a atividade *Noite com as Estrelas*, que acontece no Observatório Abrahão de Moraes da USP (Tomanik, 2011).

O que há lá fora? é um episódio que pretende explorar o céu noturno, com seus objetos visíveis a olho nu e observáveis com um telescópio amador. Ele apresenta os objetos astronômicos na Galáxia, e nas proximidades do Sistema Solar. O episódio inicia-se com a retomada de conceitos vistos no episódio 3, sobre o movimento dos planetas. As crianças continuam questionando sobre Astronomia. Desta vez elas mostram conceitos ingênuos listando objetos como *buracos negros* que são recorrentes nas mídias. Elas tentam, com uma luneta, encontrar as repostas sozinhas, mas, novamente não é o suficiente. A solução foi visitar um observatório aberto ao público e ter contato com cientistas em formação, os monitores.

Embora o episódio apresente poucas atividades lúdicas (Tab. 5.20), há muitas atividades em grupo e ordenadas e também o contato direto com a ciência, atingindo muitos níveis e classes de alfabetismo científico para conceitos simples. A série se encerra com uma aplicação fantasiosa dos conteúdos aprendidos, esperando refletir o impacto no imaginário infantil que a Astronomia pode ter.

- Episódio 6

O Episódio 6, *Ela piscou primeiro*, aborda temas da astronomia estelar. Apesar de envolver muitos conceitos que são bastante avançados para crianças do ensino fundamental, a abordagem é mais superficial e apela bastante ao lúdico.

Como pode ser visto na Tab. 5.24, os episódios apresentam os temas com bastante simplicidade, envolvendo bem o cotidiano das crianças e tentando fazer analogias bem ilustrativas dos conceitos. Este episódio faz referência ao conceito de *seeing* abordado no episódio 2. Ele também pode introduzir a cosmologia, explicando que as estrelas variáveis foram cruciais para a descoberta de que a galáxia de Andrômeda não pertencia à Galáxia, mudando a concepção de Universo. A quebra de paradigma e a cosmologia são vistas em mais detalhes nos episódios 10, 11 e 12.

Espera-se que a iniciativa do clubinho de procurar soluções sozinhos e o apelo ao lúdico possam incentivar nas crianças, ao menos um pouco, a curiosidade e a pró-atividade, qualidades valorizadas em pesquisadores.

- Episódio 7

Em *Um dia de astrônomo* não há muitos conceitos de Astronomia sendo abordados. Também faz um gancho com o Episódio 10, sobre o método científico e os paradigmas. O Episódio 7 que tem foco na vida do cientista e no método científico. Ataca direto no alfabetismo científico atitudinal e procedimental, sem explorar muitos conceitos sobre Astronomia.

Deste modo, busca-se passar uma imagem realista e positiva da ciência e do cientista.

- Episódio 8

O episódio 8, *Experimentando*, parece ser simples, porém ele é a reprodução direta de um experimento que visa ensinar os conceitos de fotometria. Apesar de poucas atividades lúdicas, a interação entre as personagens deve bastar para que se retenha a atenção do espectador. O Episódio é bastante denso com relação ao alfabetismo científico, mostrando diretamente os procedimentos e aplicações.

- Episódio 9

Em *Quebra-cabeças* as crianças visitam um telescópio de pesquisa, onde podem participar de atividades de divulgação científica e acompanhar uma parte do processo de calibragem e tomada de dados. Esse episódio mescla bem a divulgação e o alfabetismo científicos, sendo bem completo neste sentido, apesar de não haver um aprofundamento, apenas a apresentação de termos novos e do processo da ciência.

- Episódio 10

O foco do Episódio 10, *Cadê as estrelas* é a filosofia da ciência. Através da discussão do paradoxo de Olbers e das concepções cosmológicas, o episódio tenta ilustrar a quebra de paradigma e a discussão da ciência em si. Contribuindo mais para o entendimento geral do método científico, o episódio em si não apresenta aprofundamento no alfabetismo científico (ver Tab. 5.40).

- Episódio 11

Este episódio retoma os objetos galácticos e lista os extragalácticos. Ele também trata das áreas de estudo da Astronomia, com um enfoque nas técnicas, mas concentra-se na estrutura galáctica.

Mas é só isso? tenta dar uma dimensão do tamanho de nossa galáxia e das possibilidades de estudo, mostrando que o Universo é mais amplo do que as personagens imaginam. Os conceitos de astronomia extragaláctica e as subáreas da Astronomia são apenas listados, enquanto a estrutura da Galáxia é apresentada em mais detalhes, aplicada em uma atividade manual.

No final, há uma comparação entre a Via Láctea no céu e a maquete das crianças, e uma repetição da ideia que a Astronomia abrange muitas subáreas, utiliza-se de muitas técnicas e está sempre avançando.

- Episódio 12

O episódio *O nosso lugar no Universo* tenta contextualizar a ciência atual e o que significa para a sociedade. São mostrados exemplos de como ela pode contribuir em outras áreas do conhecimento. Neste episódio, busca-se fazer analogias das distâncias e escalas do Universo com coisas do cotidiano. Além disso, tenta-se dar uma sensação de fechamento da série, ou de pelo menos uma fase no desenvolvimento do clubinho.

6.2 Série sob perspectiva

A série apresenta episódios dinâmicos, alguns mais que outros. A estrutura narrativa é mantida em todos os episódios, porém a cadência difere um pouco, garantindo que não há monotonia na série. Para isso, utiliza-se também a intercalação entre episódios mais conceituais e outros mais lúdicos.

Quanto ao alfabetismo científico, ela alcança todos os níveis e estágios, e como o esperado, os mais simples, são também os mais comuns, como fatural, conceitual, nominal e funcional.

Também são apresentadas atividades lúdicas ou em grupo em todos os episódios. A maioria dos episódios acaba referindo-se a um conceito aprendido em outro episódio anterior, o que ajuda no aprendizado e cria uma ligação entre as histórias.

Conclusões

A série tem 12 episódios e aborda um total de 38 conteúdos, alguns dos quais são vistos em mais de um episódio, porém com enfoques diferentes.

Dos 38 conceitos apresentados, 35 (92,1%) contam com a presença de um especialista, 15 (39,5%), através da divulgação científica, 18 (47,4%) lidam com o método científico e 13 (34,21%) usam de alegorias e brincadeiras no apelo ao lúdico (Sec. 6). Aliados a isso, são apresentadas diversas personagens diferentes na posição de cientista ou especialista. Essas personagens são tanto homens quanto mulheres, em número semelhante. Em cada episódio, utiliza-se uma maneira distinta de aproximar as crianças da ciência, seja através da divulgação científica, da prática direta do método científico, ou de uma aproximação desse através do lúdico. A ciência é mostrada no cotidiano em suas aplicações diretas, na concepção do mundo, e no dia-a-dia de quem pratica a ciência.

O alfabetismo científico está presente em todos os episódios, sendo que os níveis nominal (94,7%) e funcional (81,6%) são os mais alcançados, como o esperado. Segundo a divisão de Zabala (1998), as classes de alfabetismo científico mais expostas são as mais básicas também: fatural (92,1%) e conceitual (71,5%).

Dentre os 38 conteúdos, destacam-se 25 conceitos de Astronomia (65,8%) e 13 abordagens diretas do método científico e do cotidiano da pesquisa (34,2%). Embora nem todos os episódios utilizem atividades lúdicas, todos tratam de atividades em grupo e tentam fazer analogias com o cotidiano (Sec. 6.1).

Portanto, pode-se dizer que este trabalho cumpre os objetivos propostos aos episódios e descritos na Sec. 4.3.1. O estereótipo do cientista é desconstruído ao apresentar personagens masculinos e femininos, cientistas e especialistas, de diferentes tribos culturais. Essas personagens também mantêm uma convivência positiva e constante com as protagonistas.

Na série, as crianças experimentam a ciência através da divulgação científica, do estudo e do contato direto com a ciência. Elas são curiosas e exploram o mundo onde vivem, mostrando que a ciência está ao alcance de todos. Os conceitos astronômicos são abordados várias vezes no decorrer da série, respeitando os limites dos conhecimentos do público alvo, mas abrangendo muitos temas. Esses conceitos são introduzidos no cotidiano, tanto mostrando aplicações e exemplos quanto sendo inseridos em brincadeiras e atividades, sempre favorecendo o contato com a ciência ou com a divulgação científica.

7.1 Considerações finais e perspectivas

Em suma, a série tem cunho educativo, utiliza-se do lúdico, e objetiva ensinar conteúdos de Astronomia para as crianças. Uma criança aprende através do lúdico: ela imagina-se na situação e emula suas reações dentro de tal mundo. Quando assistindo a um desenho animado, há uma forte identificação com as personagens, de modo que a criança se põe no lugar da personagem e pode se imaginar vivenciando aquelas situações e experiências. Idealmente, as personagens dessa série vivem e experimentam a Astronomia de diferentes formas, com diferentes enfoques, almejando estimular o pensamento crítico, visitas culturais, busca da informação e, principalmente, alfabetizar cientificamente as crianças.

A partir da ficha das séries é possível construir roteiros que apresentem de forma balanceada os conteúdos e os elementos que cativam as crianças. Os próximos passos são: o desenvolvimento visual mais completo da série e a produção. O roteiro presente neste trabalho pode sofrer alguma alteração para acomodar melhor o rigor técnico exigido.

Finalmente, caso a série seja produzida, espera-se manter os níveis de alfabetismo científico aplicados neste trabalho. Desse modo, acredita-se que a série tem potencial de cativar e ensinar o público infantil, abordando conteúdos astronômicos e enriquecendo o imaginário infantil com um produto cultural brasileiro.

Referências Bibliográficas

- Araujo D. C. C., *Astronomia no Brasil: das grandes descobertas á grande popularização*, Brasília: Universidade Católica de Brasília, 2010, Dissertação de Mestrado, 57 p.
- Arizono E., *O alfabetismo científico presente nas animações educativas brasileiras: um breve estudo da série O Show da Luna*, 2015, 88 p.
- BACK... BACK to the Future, 1995
- Barca L., *Ciência na programação da TV comercial: 14 anos de programa Globo Ciência*, Congresso Internacional sobre comunicação e educação, 1998, pp 1–6
- Barros H. L. d., , 2002 in Ribeiro D., Werneck F. H., eds, , *Ciência e pobreza no século XXI - Ciclo de a atualização em Jornalismo Científico*. Faperj; Academia Brasileira de Ciências Rio de Janeiro pp 11–16
- Biological Science Curriculum Study B., *Developing Biological Literacy*, 1993
- Boczko R., *Conceitos de astronomia*. E. Blucher, 1984
- Bordenave J. D., , 2005 in Rollemberg M., ed., , *Universidade: formação & transformação*. São Paulo: EDUSP pp 49–54
- Brandão C. R., *Educação popular*. vol. 22, Editora Brasiliense, 1984
- BRASIL Diretrizes Curriculares Nacionais da Educação Nacional. Brasília: 2005, 2005
- Bueno W. C., *Jornalismo Científico no Brasil: os compromissos de uma prática dependente*, São Paulo: Universidade, 1985, Tese de Doutorado
- Campbell J., *The hero with a thousand faces*. vol. 17, New World Library, 2008

- Campbell J., Moyers B., *The power of myth*. Anchor, 2011
- Carneiro V. L. Q., *Programas educativos na TV.*, Comunicação & Educação, 1999, vol. 1, p. 10
- Chaisson E., McMillan S., *Astronomy today*. Prentice Hall Upper Saddle River, NJ, 2002
- Chevallard Y., *La transposición didáctica, Del saber sabio al saber enseñado*, 1991, vol. 3
- CNPq, 2013 Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico: Tabela de Áreas do Conhecimento <http://www.cnpq.br/documents/10157/186158/TabeladeAreasdoConhecimento.pdf>
- Comparato D., *Da criação ao roteiro: teoria e prática*. Summus Editorial, 2009
- Díaz J. R. V., *Divulgación científica y democracia*, Alambique: Didáctica de las ciencias experimentales, 1999, pp 17–25
- Dickinson T., *Nightwatch: a practical guide to viewing the universe*. Firefly Books, 1998
- Fayard P., *La sorpresa de Copérnico: el conocimiento gira alrededor del público*, Alambique: Didáctica de las Ciencias Experimentales, 1999, vol. 6, p. 9
- Ferreira A. d. H., *Novo dicionário Aurélio da língua portuguesa*. Editora Positivo, 2004
- Gadotti M., *A questão da educação formal, não-formal*, In: DROIT À LÁ EDUCATION: Solution à tous les problems ou problems sans solution, 2005, pp 1–11
- GLOBO..., 1984 Globo Ciência
- Gohn M. d. G., *Educação Não-Formal e Cultura Política: impactos sobre o associativismo do terceiro setor*. Cortez, 1999
- Gomes A. P., *História da Animação Brasileira*, Cena Universitária, 2008, pp 2–28
- Jung C., Jung-Merker L., Dora Mariana R., da Silva F., Orth L. M. E., *Os arquétipos eo inconsciente coletivo*. Vozes, 2001
- Karat M. T., Ramos M. B., *Audiovisuais no ensino de ciências: o silêncio da autoria discursiva*, Encontro nacional de pesquisa em educação em ciências, 2013

- Krasilchik M., Marandino M., Ensino de ciências e cidadania.. 2a ed. Cidade: São Paulo, 2004
- Lépine J. R. D., A Via Láctea, nossa ilha no universo. EDUSP, 2008
- Maciel W. J., Astrofísica do Meio Interestelar Vol. 41. Edusp, 2002
- Maluf A. C. M., A importância das atividades lúdicas na educação infantil, Psicopedagogia On-line, 2014a
- Maluf A. C. M., Atividades lúdicas para Educação Infantil: Conceitos, orientações e práticas. 4a. Ed. Petrópolis: vozes, 2014b
- Marandino M., Transposição ou recontextualização? Sobre a produção de saberes na educação em museus de ciências, Revista Brasileira de Educação, 2004, vol. 26
- Marandino M., Selles S. E., Ferreira M. S., Ensino de Biologia: ensinamentos e práticas em diferentes espaços educativos. São Paulo: Cortez, 2009
- Marandino M., SILVEIRA R. d., Chelini M. J., Fernandes A. B., Garcia V. A. R., Martins L. C., Lourenço M. F., Fernandes J. A., Florentino H. A., A educação não formal e a divulgação científica: o que pensa quem faz, Atas do IV Encontro Nacional de Pesquisa em Ensino de Ciências, 2004
- McCloud S., Understanding comics: the Invisible Art. 1st Ed. New York: HarperPerennial, 1994, 215 p.
- Mesquita N. A. S., Soares M. H. F. B., Visões da Ciência em desenhos animados: uma alternativa para o debate sobre a construção do conhecimento científico em sala de aula, Ciência & Educação, 2008, vol. 14, p. 417
- Moraes A., , 1955 in (org.) F. A., ed., , A Astronomia no Brasil. 1a. ed. São Paulo:Ed. Melhoramentos pp 84–161
- Nogueira M. A., A música e o desenvolvimento da criança, Revista da UFG, 2003, vol. 5, p. 10
- Oliveira K., Saraiva M., Astronomia & Astrofísica. Editora Livraria da Física, 2004

- ON, 2015 Observatório Nacional: Histórico Institucional
<http://www.on.br/conteudo/institucional/historico/historico-old.html>
- Piaget J., O nascimento da inteligência na criança. 10. ed. Lisboa: Publicações Dom Quixote, 1971
- Pretto N., A ciência nos meios de comunicação, Rev. Bras. de Comunicação, 1993, vol. 16, p. 87
- Ramos J., Teodoro V., Ferreira F. M., Recursos educativos digitais: reflexões sobre a prática, Cadernos Scauserf Vii, Portugal, 2012, vol. 1, p. 11
- Ripoll D., Wortmann M. L. C., Aprendendo a amar a ciência na animação 'Sid, o cientista'. In: ANPEDSUL - Seminário de pesquisa em educação da Região Sul, 9., Caxias do Sul, 2012, pp 1–15
- Russo M., Ciências na Educação não formal: uma análise dos episódios de O Mundo de Beakman., 2011
- Sagan C., O mundo assombrado pelos demônios: a ciência vista como uma vela no escuro (The demon-haunted). 2a Ed. São Paulo: Schwartz Ltda., 2008
- Santaella L., Nöth W., Comunicação e semiótica. Hacker Editores, 2004
- Siqueira D. d. C. O., Ciência na Televisão: mito, ritual e espetáculo, Revista Brasileira de Ciências da Comunicação, 1998, vol. 21, p. 57
- Siqueira D. d. C. O., , 2002 in , Ciência e público: caminhos da divulgação científica no Brasil.. Editora da UFRJ Rio de Janeiro
- Siqueira D. d. C. O., O cientista na animação televisiva: discurso, poder e representações sociais, Em Questão, 2006, vol. 12, p. 131
- Siqueira D. d. C. O., Televisão e divulgação científica, ComCiência, 2008
- Steiner J., Sodr e L., Damineli A., Oliveira C. M. d., A pesquisa em Astronomia no Brasil, Revista USP, 2011, vol. 89, p. 98
- Thomas F., Johnston O., The illusion of life: Disney animation.. New York: Hyperion,, 1995

TnE, 2016 Telescópios na Escola <http://www.telescopiosnaescola.pro.br/>

Tomanik G. B., Observatório Abrahão de Moraes (IAG-USP): uma opção de lazer e de turismo sustentável em um cenário natural, Capa, 2011, vol. 4

Toynbee A. J., A Study of History. In 12 Vols. Oxford University Press, 1961

Vargas M. E., O uso da linguagem musical para facilitar a cognição e desenvolver o aprendizado, Anais do Congresso Internacional da Faculdades EST., 2014, vol. 2

Vygotsky L. S., et al., Pensamento e linguagem, Edição eletrônica: Ed Ridendo Castigat Mores. Disponível em, 1989

Zabala A., A prática educativa: como ensinar.. Porto Alegre: Editora Artes Médicas Sul Ltda, 1998

Apêndice

Apêndice A

Roteiro do Episódio 1

Nas páginas a seguir está o roteiro do Episódio 1, *O Clubinho de Astronomia* descrito nessa dissertação, e explanado no Capítulo 5.

O CLUBINHO DE ASTRONOMIA

by

Elisa Arizono

Elisa Arizono
Contact via Agency

FADE IN:

INT. SALA DE AULA DIA

A PROFESSORA está a frente da sala. Enquanto ela fala, ela mostra imagens do telescópio de Galileu das fases de Vênus, das Luas de Júpiter.

PROFESSORA

Galileu usou um telescópio para observar o céu noturno. Ele olhou para os planetas e viu fases em Vênus e luas em Júpiter. Assim, ele tinha provas para argumentar que era mais fácil a Terra girar ao redor do Sol do que o Sol ao redor da Terra. Mas a Igreja o proibiu de discutir esses assunto!

O sinal toca.

PROFESSORA

Podem ir para o intervalo!
Teremos aula de história depois!

Os outros alunos começam a sair da sala (ao fundo). CORA se levanta e espreguiça, enquanto RUTH mexe em sua mochila. CORA, ainda se espreguiçando pergunta para Ruth:

CORA

Ruth, será que alguém aqui no Brasil também olhou com uma luneta e ajudou o Galileu?

RUTH esfrega sua maçã com o punho e responde:

RUTH

Acho difícil, Cora. Em 1600 o Brasil tinha cem anos, as capitâneas hereditárias ainda estavam começando, praticamente!

EXT. ENCONTRO COM QUINCAS NO PÁTIO DIA

RUTH e CORA estão entrando no pátio.

CORA

Como será a história da Astronomia no Brasil?

RUTH

Eu não faço ideia! Mas conheço alguém que faz... Sabe o Quincas, do 7o ano?

CORA acena afirmativamente com a cabeça entusiasmada;

CORA

Hm-hm.

RUTH

O pai dele trabalha com astronomia. Podemos perguntar para ele! Olha ele ali!

RUTH mostra que QUINCAS está ali próximo. Ele está ouvindo música, sentado à sombra de uma árvore. RUTH e CORA se aproximam de QUINCAS.

RUTH

Oi, Quincas, tudo bem? Essa é a Cora, ela está na minha classe.

QUINCAS, tirando os fones, cumprimenta CORA.

QUINCAS

Oi, eu sou o Joaquim.

CORA acena timidamente.

RUTH

Quincas, o que você sabe da história da Astronomia no Brasil?

QUINCAS

Eu não sei, mas meu pai sabe! Podemos visitá-lo um dia no museu, o que acham?

CORA responde normalmente:

CORA

Podemos marcar na sexta-feira?

QUINCAS

Maneiro, vou falar com ele.

INT. SALA DE CASA DA CORA DIA

CORA chega em casa e encontra CLARICE deitada no sofá, lendo um livro e ouvindo música. Ela se aproxima devagar da irmã. Clarisse tomba o rosto para longe do livro, olhando para Cora e tira os fones de ouvido. Cora, fazendo charme com os braços, pergunta:

CORA

Hm, oi Clarisse. Eu queria saber se você iria comigo e uns amigos da escola no museu na sexta.

CLARICE ergue as sobrancelhas em espanto:

CLARICE

Um museu?

CLARICE sorri.

CORA

É um museu científico. Vamos a Ruth, eu e mais um amigo dela da escola. A mãe não pode ir, você nos acompanha?

CLARICE torce o nariz, senta-se no sofá, mostrando muito interesse:

CLARICE

Eu, babá?

CORA

O pai do Joaquim trabalha lá. É um museu científico.

CLARICE, ainda zombeteira, fecha a cara como se estivesse tomando uma decisão difícil. Então, ela bagunça o cabelo de Cora e sorri.

CLARICE

] Claro que vou!

CORA

Eba! Vou confirmar com a Ruth!

INT. TELEFONEMA NA SALA DIA

CORA telefona para RUTH. As duas são mostradas.

CORA

Alô? Ruth?

RUTH

Sim?

CORA

É a Cora, estou ligando para confirmar que vamos ao museu na sexta!

RUTH

Oi, Cora, tudo bem?

CORA

Tudo bem, e você?

RUTH

Tudo bem também. Você disse que vamos ao museu?

CORA

Sim, a Clarisse disse que nos acompanhará na sexta!

Q

ue ótimo! Então, eu falei com o Quincas e ele disse que vai levar mais uma amigo, tudo bem?

CORA

Acho que sim.

RUTH

Quincas e ele vão nos encontrar por lá. Acho que eles vão com o pai de Quincas.

CORA

Ah, tudo bem, então. Nos vemos amanhã na aula!

RUTH

Até amanhã.

ELAS desligam o telefone.

EXT. FRENTE DO MUSEU DIA

RUTH, CORA e CLARICE estão chegando à frente do museu. É um prédio antigo, de estilo colonial. Há uma grande fonte de água. Do outro lado da fonte estão QUINCAS e seu amigo.

RUTH

Os meninos já chegaram!

OS MENINOS acenam para elas. ELAS andam até eles.

CORA

Essa é minha irmã, Clarisse!

CLARICE

Olá, tudo bem?

QUINCAS

Oi, eu sou o Joaquim, mas pode me chamar de Quincas, e esse é o Zé.

ZÉ acena discretamente. ZÉ está usando uniforme de uma escola diferente, e parece ter a mesma idade de Quincas.

ZÉ

Oi.

QUINCAS

O Zé era meu vizinho, estamos na mesma série, mas ele frequenta outra escola.

CLARICE, bem animada:

CLARICE

Oi, Zé!

RUTH está um pouco quieta e também meio tímida. CORA está distraída olhando deslumbrada a fachada do museu. CLARICE fala com uma voz forte, tentando reagrupar a atenção da turma.

CLARICE

Então, sobre o que é esse passeio, mesmo?

CORA responde de pronto, erguendo um braço, como se respondesse a uma pergunta em aula:

CORA

Astronomia! Eu quero saber sobre a Astronomia no Brasil!

TODOS riem da empolgação súbita de Cora. TODOS se dirigem à entrada do museu.

INT. DENTRO DO MUSEU, NA SEÇÃO DE ASTRONOMIA DIA

TODOS chegam na seção de Astronomia do Museu. Há modelos de planetas por todos os lados e no meio um grande Sol. A sala é escura, o teto cheio de estrelas. Em uma das paredes, há uma seção de quadros, iluminados um a um por spots de luz.

As crianças entram deslumbradas, olhando para todos os lados, CORA olha boquiaberta para cima. QUINCAS entra olhando direto para as pessoas, procurando por seu pai. Ele estava vestido em um jaleco branco, com "monitor" nas costas. QUINCAS acena para seu pai, ele retribui sorrindo. QUINCAS fala para o grupo:

QUINCAS

Lá perto dos quadros está meu pai. Vamos até ele.

AS CRIANÇAS caminham até o pai de Quincas (MANUEL), que está parado próximo ao primeiro quadro.

QUINCAS

Pai, esses são meus amigos que queriam saber mais sobre a história da Astronomia no Brasil.

QUINCAS gesticula mostrando o peculiar grupo.

QUINCAS

Pessoal, este é o meu pai, Manuel. Ele é astrônomo e às vezes ajuda aqui no museu.

RUTH, ZÉ E CLARICE
Olá, Manuel.

CORA, com uma expressão séria:

CORA
Eu queria saber o que acontecia
com a Astronomia no Brasil
quando Galileu viu que Júpiter
tinha luas.

CORA mantinha a expressão séria e concentrada, enquanto os outros estavam distraídos com o museu.

MANUEL, com um sorriso bem grande no rosto, responde:

MANUEL
Aham, indo direto ao assunto!
Muito bem. Em 1609 Galileu para
o céu com um telescópio - um
objeto que podia enxergar longe.
Ele fez medições e descobriu o
período que leva para luas de
Júpiter darem uma volta ao redor
do planeta. A Astronomia foi se
desenvolvendo rapidamente na
Europa. Mas em 1639, em Recife,
já havia a construção de um
observatório amador no Brasil, o
Observatório no Palácio de
Friburgo. Porém ele foi
destruído alguns anos depois,
com a expulsão dos holandeses do
local.

Enquanto MANUEL fala, temos a inserção de uma pequena animação do que acontece, em outro estilo. São mostradas imagens do observatório e do telescópio sendo instalados no Palácio de Friburgo.

CORA
Que coisa triste!

MANUEL mostra para as crianças a imagem do Observatório de Friburgo. Ele anda devagar com o grupo até o segundo quadro.

CORA
Em 1730, quase cem anos depois,
os Jesuítas constroem um
observatório no Morro do
Castelo, No Rio de Janeiro. Só
que não foram feitas pesquisas
científicas nessa época.

ZÉ
Mas a Igreja não proibiu Galileu
de falar sobre o heliocentrismo?
Como que os jesuítas construíram
um observatório?

MANUEL

A Igreja tinha mais problemas com o heliocentrismo do que com a ciência. No início do século XVIII Kepler já tinha escrito as três leis de movimento (descrevendo as órbitas) e o heliocentrismo ganhava cada vez mais força.

MANUEL mostra imagens do Observatório do Morro do Castelo, no segundo quadro. Eles prosseguem até o terceiro quadro. A fala de MANUEL é ilustrada com Jesuítas observando no Morro do Castelo.

MANUEL

Em 1827, quase cem anos depois, Dom Pedro I constrói o Imperial Observatório do Rio de Janeiro. Seu filho, D. Pedro II, gostava muito de Astronomia. Mais tarde, esse observatório se tornou hoje o que conhecemos como Observatório Nacional.

O terceiro quadro é D. Pedro II.

MANUEL

Em 1919, 88 anos depois, O Observatório participa da expedição a Sobral. Essa expedição foi responsável por medir o desvio da luz de uma estrela devido à gravidade do Sol, provando a teoria da relatividade de Einstein.

QUINCAS

'Nervoso'!

Enquanto Manuel fala, uma imagem ilustra o conceito: A luz da estrela onde deveria ser observada e a luz da estrela onde foi observada.

MANUEL

No século XX são construídos observatórios em Porto Alegre e São Paulo, e são construídos e instalados de três telescópios de pesquisa. Então, podemos dizer que a produção científica em Astronomia começou em 1965 Brasil.

Enquanto Manuel fala, uma animação ilustra os observatórios em São Paulo (ITA) e Porto Alegre e o espelho do telescópio de 60cm sendo polido. Aparecem expressões de admiração nos rostos DAS CRIANÇAS. Eles passam para o próximo quadro.

MANUEL

Em 74 é instalado o rádio telescópio de Atibaia, com 13,5m de diâmetro. Em 1981 é instalado o Observatório do Pico dos Dias, com 1,60m de diâmetro.

Enquanto MANUEL fala, o texto é ilustrado com imagens dos dois telescópios, com pessoas por perto para compararmos o tamanho dos instrumentos.

CLARICE

Mas o rádio telescópio escuta alguma coisa?

MANUEL

Não é bem isso. Ondas de rádio, como as ondas AM, FM e as ondas que o telescópio capta são parecidas com a luz. Nos aparelhos de rádio que temos em casa, as ondas são convertidas em sinais elétricos e depois traduzidas em som. Nos telescópios, as ondas recebidas também são transformadas em sinais elétricos e depois, em informação armazenada em computadores. Tanto a luz quanto todas as ondas de rádio são parte do espectro eletromagnético.

RUTH

Espec-tro ele-trô-quê?

MANUEL começa a responder pausadamente. Ele vai até uma bancada próxima aos quadros. Lá há um prisma decompondo a luz visível em várias cores. Abaixo (e similarmente) à luz decomposta há uma imagem das divisões do espectro eletromagnético.

MANUEL

Eletromagnético. É a junção das palavras elétrico e magnético. A luz visível e o rádio são ondas eletromagnéticas de comprimentos diferentes. O conjunto de todos os comprimentos de onda que existem, chamamos de espectro eletromagnético. Apesar das ondas de rádio parecerem-se com a luz, nossos olhos não podem ver o rádio, pois elas tem um comprimento de onda diferente da luz visível. Dependendo desse comprimento, chamamos a onda de rádio, micro-ondas, infravermelho, visível, ultravioleta, raios-X, raios-gama.

CORA

Então existe um monte de luz que não podemos ver?

MANUEL

Cada raio de luz que seja a menor porção possível de luz, chamamos de fóton. A luz são todos os fótons que podemos ver. Portanto, existem sim muitos fótons que não podemos ver com nossos próprios olhos. Por isso construímos telescópios e detectores.

CORA

Mas falando em construção de telescópios, a história da Astronomia já acabou?

MANUEL

Ainda nem chegamos na melhor parte!

Bastante interessado, ZÉ incentiva:

ZÉ

Conte mais!

MANUEL

A partir da década de 90, o Brasil entrou no consórcio dos grandes telescópios, primeiro participando e ganhando tempo no telescópio do projeto Gemini e depois no SOAR. O Gemini tem dois telescópios iguais, um está no hemisfério norte, no Havaí. O outro está no Chile. O SOAR também está instalado no Chile.

QUINCAS

O Havaí parece um lugar legal. Queria ir lá um dia.

RUTH

Por que esses lugares foram escolhidos?

MANUEL

Por que nós sempre buscamos o melhor lugar possível para instalar um telescópio, e precisa ser um lugar bem alto. Por isso eles sempre ficam em morros e montanhas.

CORA

Mas, seu pai do Joaquim, como a gente usa o telescópio aqui no Brasil se o telescópio está no Chile?

MANUEL responde rindo:

MANUEL

Nós enviamos os astrônomos para fazerem as observações lá ou então fazemos tudo remotamente. Os técnicos ficam no telescópio auxiliando. Com uma boa conexão pela internet e os programas apropriados, os astrônomos podem controlar o telescópio daqui do Brasil. O projeto *Telescópios na Escola* disponibiliza telescópios pequenos para acesso remoto de escolas. É importante vocês saberem que hoje em dias ninguém faz pesquisa sozinho! Há grupos de pesquisa em diversas áreas da Astronomia e de todas as ciências. Nesses grupos há pessoas com conhecimentos e habilidades diversas trabalhando juntos. Elas trocam informação inclusive entre pessoas de outras universidades e instituições e até entre países!

Enquanto MANUEL explica, aparece um balão de pensamento ilustrando pessoas de diversos países se reunindo.

CLARICE

Puxa, deve ser legal trabalhar com estrangeiros!

MANUEL

Com certeza! E do mesmo jeito, quando alguém decide construir um telescópio, vários países diferentes vão participar: investindo dinheiro, construindo equipamentos, ou até cedendo o local! Todos os países que participam desse consórcio tem direito a um tempo de observação no telescópio.

CORA

Seria estrambólico de bom se pudéssemos participar de uma equipe de pesquisa!

QUINCAS

É uma pena não termos estudo suficiente!

RUTH

Mas podemos nos unir para estudar, ué.

MANUEL

Há outros grupos de astrônomos
além de pesquisadores. Também
há os grupos de astrônomos
amadores.

CORA, muito entusiasmada:

CORA

Poderíamos formar um grupinho!

ZÉ, também se empolgando:

ZÉ

Ou um clubinho. O que vocês
acham?

RUTH

Eu topo!

CORA

Eu também!

QUINCAS

``Tô'' dentro!

CLARICE

Ah, eu também queria participar!

CORA fala em tom de brincadeira

CORA

Ah, é? Qual vai ser sua
colaboração?

CLARICE responde com o queixo erguido:

CLARICE

Vou começar cedendo o nome:
Clubinho da Estrela!

CORA abre um largo sorriso:

CORA

Se é assim, pode participar do
Clubinho!

MANUEL infere calmamente:

MANUEL

Está fundado o Clubinho da
Estrela!

FADE OUT: