

**UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
DIRETORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA**

FÁBIO CLAVISSO FERNANDES

**AS ENGRENAGENS DE MANHATTAN: UTILIZANDO WATCHMEN
PARA O ENSINO DE FÍSICA COM ENFOQUE CTS**

DISSERTAÇÃO

**PONTA GROSSA
2017**

FÁBIO CLAVISSO FERNANDES

**AS ENGRENAGENS DE MANHATTAN: UTILIZANDO WATCHMEN
PARA O ENSINO DE FÍSICA COM ENFOQUE CTS**

Dissertação apresentada ao programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciência e Tecnologia da Universidade Tecnológica Federal do Paraná como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Ensino de Ciência e Tecnologia.

Orientador: Prof. Dr. Awdry Feisser Miquelin

Coorientador: Prof. Dr. Marcos Cesar Danhoni Neves

PONTA GROSSA

2017

Ficha catalográfica elaborada pelo Departamento de Biblioteca
da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Câmpus Ponta Grossa
n.73/17

F363 Fernandes, Fábio Clavisso

As engrenagens de Manhattan: utilizando Watchmen para o ensino de física com
enfoque CTS. / Fábio Clavisso Fernandes. 2017.
115 f.; il. 30 cm

Orientador: Prof. Dr. Awdry Feisser Miquelin
Coorientador: Prof. Dr. Marcos Cesar Danhoni Neves

Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciência e Tecnologia) - Programa de Pós-
Graduação em Ensino de Ciência e Tecnologia, Universidade Tecnológica Federal do
Paraná, Ponta Grossa, 2017.

1. Histórias em quadrinhos. 2. Radiação. 3. Física - Estudo e ensino. 4. Ciência -
Aspectos sociais. 5. Tecnologia - Aspectos sociais. I. Miquelin, Awdry Feisser. II. Neves,
Marcos Cesar Danhoni. III. Universidade Tecnológica Federal do Paraná. IV. Título.

CDD 507



Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Campus de Ponta Grossa
Diretoria de Pesquisa e Pós-Graduação
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO
DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA



FOLHA DE APROVAÇÃO

Título da Dissertação Nº **133/2017**

AS ENGRENAGENS DE MANHATTAN: UTILIZANDO WATCHMEN PARA O ENSINO DE FÍSICA COM ENFOQUE CTS

por

Fábio Clavisso Fernandes

Esta dissertação foi apresentada às **09 horas** do dia **20 de Outubro de 2017**, como requisito parcial para a obtenção do título de MESTRE EM ENSINO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA, com área de concentração em Ciência, Tecnologia e Ensino, do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciência e Tecnologia. O candidato foi argüido pela Banca Examinadora composta pelos professores abaixo citados. Após deliberação, a Banca Examinadora considerou o trabalho aprovado.

Prof. Dr. Ronei Clecio Mocellin (UFPR)

Prof^a. Dr^a. Josie Agatha Parrilha da Silva (UEPG/UTFPR)

Prof. Dr. Marcos Cesar Danhoni Neves (UEM/UTFPR)

Prof. Dr. Awdry Feisser Miquelin (UTFPR) - Orientador

Prof^a. Dr^a. Eloiza Aparecida Silva Avila de Matos (UTFPR)
Coordenador do PPGECT

A FOLHA DE APROVAÇÃO ASSINADA ENCONTRA-SE NO DEPARTAMENTO DE REGISTROS ACADÊMICOS DA UTFPR – CÂMPUS PONTA GROSSA

RESUMO

FERNANDES, Fábio Clavisso. **As engrenagens de Manhattan:** utilizando Watchmen para o ensino de física com enfoque CTS. 2017. 115 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciência e Tecnologia) - Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciência e Tecnologia, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Ponta Grossa, 2017.

Esta pesquisa utiliza as histórias em quadrinhos das séries “Watchmen” e “Before Watchmen – Dr. Manhattan” como base para ensinar física com enfoque CTS, levando em consideração a interdisciplinaridade da linguagem da arte sequencial. As revistas selecionadas inter-relacionam conteúdos referentes a física, história, sociologia, filosofia e arte em uma narrativa que gira em torno da física atômica, fazendo assim com que possam ser utilizadas como ferramenta para fazer um primeiro contato entre alunos e conteúdo e assim aumentar o engajamento. Esta pesquisa objetiva buscar informações para a elaboração de um material didático na forma de histórias em quadrinhos para o ensino de física, para isso utiliza-se de textos de diversos autores como Kakalios e Will Eisner, além de questionários e da matriz dialógica problematizadora.

Palavras-chave: Histórias em quadrinhos; Watchmen; Física com enfoque CTS; Radiação.

ABSTRACT

FERNANDES, Fábio Clavisso. **Manhattan's gears**: using Watchmen to teach physics with an emphasis on STS. 2017. 115 p. Dissertation (Master Degree in Teaching of Science and Technology) - Federal University of Technology - Paraná, Ponta Grossa, 2017.

This research uses the comics from the series “Watchmen” and “Before Watchmen – Dr. Manhattan” as a base to teach physics with an emphasis on STS, considering the interdisciplinarity of the sequential arts, which on the selected comics interrelates subjects referring to physics, history, sociology, philosophy and art in a narrative that revolves around atomic physics, making it possible to use it as a tool for a first contact between the students and the subject as a way to increase the students engagement when studying physics with an emphasis on STS, specially on subjects concerning modern physics. This research presents an history of the uses of comic books in teaching, historic reports concerning the dangers that a lack of information and the scarcity of a education focused on STS can cause when populations interact with radioactive technological artifacts.

Keywords: Comic books. Watchmen. Physics with an emphasis on STS. Radiation.

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 - Manual ilustrado por Will Eisner, utilizado para ensinar soldados a desemperrar suas armas.....	17
Figura 2 - Before Watchmen - Dr. Manhattan, pg. 83.	18
Figura 3 - Before Watchmen - Dr. Manhattan, pg 4.	44
Figura 4 - Before Watchmen - Dr. Manhattan, recorte da pg. 33.	46
Figura 5 - Before Watchmen - Dr. Manhattan 36/37.	47
Figura 6 - Before Watchmen - Dr. Manhattan, pg 50.	49
Figura 7 - Reator nuclear da McMaster University, no Canadá.	50
Figura 8 - Uma das capas alternativas de Before Watchmen - Dr. Manhattan.	51
Figura 9 - Before Watchmen - Dr. Manhattan, pg 11, quadro 1.	60
Figura 10 - Before Watchmen - Dr. Manhattan, pg 67.	64
Figura 11 - Anúncio de água radioativa - início do século XX.	68
Figura 12 - Anúncio de pasta de dente a base de tório, um elemento radioativo - início do século XX.	70
Figura 13 - Registro de uma das garotas afetadas pela tinta de Rádio.	71
Figura 14 - Manchete de jornal sobre o caso das "radium girls".	71
Figura 15 - Manchete de jornal referente a vitória judicial do caso das garotas radioativas.	72
Figura 16 - Capa alternativa da revista "Before Watchmen - Dr. Manhattan vol.3"....	94

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1 - Questão 2.1	79
Gráfico 2 - Questão 3.1	80
Gráfico 3 - Questão 6.1	81
Gráfico 4 - Questão 7.1	82
Gráfico 5 - Questão 8.1	82
Gráfico 6 - Questão 9.1	83
Gráfico 7 - Questão 10.1	84
Gráfico 8 - Questão 2.2	86
Gráfico 9 - Questão 6.2	87
Gráfico 10 - Questão 7.2	88
Gráfico 11 - Questão 8.2	89
Gráfico 12 - Questão 9.2	90

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	9
1 OS HOMENS-MINUTO	14
1.1 HISTÓRIAS EM QUADRINHOS E ENSINO	15
1.2 A ARTE NA DIVULGAÇÃO CIENTÍFICA	23
1.3 SOBRE OS AUTORES	28
1.3.1 Alan Moore	28
1.3.2 Dave Gibbons	29
1.4 SOBRE OS OUTROS AUTORES	30
1.4.1 J. Michael Straczynski	31
1.4.2 Adam Hughes	31
2 ESSA NOITE, UM COMEDIANTE MORREU EM NOVA YORK	33
2.1 O CONTEXTO	35
2.2 DR. MANHATTAN	40
3 UM RELÓGIO SEM UM RELOJOEIRO	43
3.1 A FÍSICA EM WATCHMEN	44
3.2 UMA BREVE HISTÓRIA DAS RADIAÇÕES.	52
4 DOIS MINUTOS PARA A MEIA NOITE	56
4.1 EDUCAÇÃO CTS	56
4.2 AS DISCUSSÕES CTS PRESENTES EM WATCHMEN E BEFORE WATCHMEN	60
5 METODOLOGIA DE PESQUISA E APLICAÇÃO DO MATERIAL	74
5.1 ANÁLISE DE QUESTIONÁRIO PRELIMINAR	78
5.2 ANÁLISE DO QUESTIONÁRIO SUBSEQUENTE	84
5.3 MATRIZ DIALÓGICA PROBLEMATIZADORA	91
5.3.1 Watchmen Pode Ser Percebida Como Mais do que uma Obra de Entretenimento?	92
5.3.2 A Narrativa de “Watchmen” é Suficiente para Demonstrar a Importância do Enfoque CTS?	92
5.3.3 A Ciência Apresentada em Watchmen é de Fácil Compreensão?	93

5.3.4 Apresentar Um Conteúdo Usando A HQ Watchmen Contribui Positivamente Para O Ensino?	93
5.3.5 Quais São Os Tópicos Envolvendo CTS Presentes Em Watchmen?.....	95
5.3.6 Qual A Relevância Do Enfoque CTS Na Educação?	96
5.3.7 É Possível Compreender O Enfoque CTS Sem Um Amplo Conhecimento Científico?	97
5.3.8 O Enfoque CTS Deve Provocar Adaptações No Ensino?	97
5.3.9 Quais Dos Fatos Científicos Em Watchmen São Pautados Na Realidade?	98
5.3.10 Conhecimento Científico É O Suficiente Para Que Os Alunos Pensem No CTS?	98
5.3.11 O Público Em Geral Se Interessa Pelos Aspectos Científicos De Uma Obra?	99
5.3.12 Existem Maneiras Mais Eficientes De Abordar Ciência No Ensino?.....	99
5.3.13 O Que É Possível Ensinar Utilizando Watchmen Como Exemplo?.....	100
5.3.14 O Ensino Tradicional Aborda O Enfoque CTS O Suficiente?	100
5.3.15 O Ensino De Ciência É De Fácil Compreensão Para Os Alunos? Se Não, Por Quê?.....	100
5.3.16 Os Métodos Comumente Utilizados No Ensino São Eficientes?	100
5.5 CONSIDERAÇÕES SOBRE A APLICAÇÃO	101
6 CONCLUSÃO	102
REFERÊNCIAS.....	104
ANEXO I.....	107
ANEXO II.....	113
ANEXO III.....	114

INTRODUÇÃO

As histórias em quadrinhos têm ganho cada vez mais espaço e visibilidade entre o público de todas as idades, cada vez mais pessoas estão se interessando pelas revistas e indo atrás de conhecer diversos títulos e selos. Este fenômeno é uma consequência da popularização dos filmes inspirados em histórias em quadrinhos, ou HQs. Estes filmes na maioria das vezes exibem personagens com habilidades sobre-humanas que desafiam alguma forma de mal em prol de proteger as pessoas inocentes.

Com a popularização destes filmes e consequentemente das HQs, fica claro que esta não é uma mídia que deveria ser ignorada ou banalizada pela academia, algo que acontece com alguma frequência, como destaca a teórica de histórias em quadrinho Denise Guimarães(2012). Uma vez que se passa a dar alguma atenção às HQs, não é difícil notar que assim como no cinema ou em outros meios, existe muito material que pode ser utilizado com propósitos educativos, que são úteis para divulgação científica ou para discutir elementos históricos, filosóficos ou sociais. Em resumo: nem toda história em quadrinhos é feita para crianças. Estas obras com teor mais sério e adulto permeiam assuntos que podem ser aproveitados em discussões acadêmicas sobre história, geografia, sociologia, filosofia, ciências, entre outros. Basta saber qual história selecionar e como trabalhar a mesma com os alunos.

Esta pesquisa busca tratar isso em uma escala reduzida, não trabalhar uma visão geral sobre as histórias em quadrinhos, mas sim focar em um universo fictício específico. Este trabalho busca explorar as revistas *Watchmen (1986 – 1987)* de Alan Moore de Dave Gibbons e *Before Watchmen – Dr. Manhattan (2012)* de J. Michael Straczynski e Adam Hughes, para discutir física com enfoque CTS. Ao longo do trabalho serão exploradas algumas possibilidades de aproveitar estas revistas para trabalhar com alunos de ensino médio regular ou ensino para jovens e adultos. Ao longo das revistas existem vários momentos nos quais a leitura de texto e de imagem servem para ilustrar ou servir como ponto de partida para estas discussões, por mais que seja um meio que não agrada a todos os alunos, agradar a todos seria extremamente difícil, pode ser atraente para muitos destes por se tratar de uma leitura ficcional. Ao conseguir fazer com que um aluno goste de ler algo que gere uma discussão ao longo das aulas é mais provável que esse aluno fique pré-

disposto a aprender, partindo da ideia de que é muito difícil ensinar para quem não tenta aprender. O ensino antes de ser técnico tem que ser atraente, para fazer com que o aluno estude porque quer estudar.

A ideia para a criação de um material guia para que professores trabalhem física utilizando *Watchmen* como material de apoio surgiu enquanto lia *Before Watchmen: Dr. Manhattan (2012)*, foi quando me deparei com trechos da narrativa em que pude notar conceitos famosos da física ilustrados algumas vezes de forma bem subjetiva e exigindo um pouco mais de atenção do que se espera de uma leitura casual, outras vezes como corpo do texto e parte da história. Isto me chamou a atenção pelos motivos descritos nos parágrafos a seguir.

Acredito que muitas mídias que são por vezes ignoradas e sofrem algum preconceito de parte da comunidade acadêmica, podem colaborar com o ensino de diversas disciplinas contanto que usadas da forma correta. Entre estas mídias as que mais me chamam a atenção são as histórias em quadrinhos, o cinema, os desenhos animados e os jogos eletrônicos, que por muitas vezes na minha vida me auxiliaram na aprendizagem de algum conteúdo, que em alguns casos a escola não foi tão efetiva, e em outros a escola ainda não tivesse tido tempo de ensinar (por exemplo o fato de eu ter uma noção intermediária de inglês desde os 7 anos de idade graças ao jogo *Warcraft II* e dois anos depois ao jogo *Chrono Cross*, o que fez com que as aulas de inglês tenham se tornado uma frustrante repetição do verbo *to be* onde eu não aprendia nada novo. Mas isso não vem ao caso). Com o auxílio de jogos de videogame e quadrinhos aprendi conteúdos referentes a história, ciências, mitologia e filosofia.

O segundo motivo foi por perceber que um leitor atento não precisa ter conhecimento aprofundado em determinado conteúdo para perceber a relação entre este e a narrativa. A forma com a qual percebi isso foi por mesmo eu não sendo graduado em física ou ciências, mas sendo licenciado em Artes Visuais, pude perceber uma série de momentos em que *Before Watchmen* menciona física ou entra em discussões éticas e filosóficas acerca da prática científica, de como a humanidade utiliza os recursos que a ciência oferece e como isso afeta a sociedade como um todo. *Watchmen* me fez pensar sobre muitos conceitos da ciência, principalmente sobre a bomba atômica, energia nuclear e radiação.

O terceiro motivo une os dois anteriores: nas minhas experiências em sala de aula pude perceber que o rendimento dos alunos, mesmo os bons alunos, cai

quando eles precisam aprender um conteúdo que não lhes seja interessante, em diversas vezes tentei buscar formas mais atraentes de dar minhas aulas, utilizando atividades diferenciadas, filmes ou trabalhos em equipe e – na maioria das turmas – o resultado foi positivo, porém, vale ressaltar que cada aluno tem seu perfil e cada turma é uma sociedade à parte. Trabalhar os conteúdos tentando envolver os alunos com atividades diferenciadas funcionou na maioria das turmas que trabalhei, porém houveram três turmas nas quais seguir com o modelo tradicional de aula expositiva dialogada se mostrou mais eficiente.

Tendo como estopim os três motivos anteriores, resolvi tentar levar isto adiante e fazer uma pesquisa de mestrado com base nisto. Nesta pesquisa quis englobar além de *Before Watchmen: Dr. Manhattan* a série de revistas original, *Watchmen* (1986) do britânico Alan Moore.

Ao longo destas revistas é perceptível que *Watchmen* e *Before Watchmen – Dr. Manhattan* tem vários exemplos para discutir física moderna com enfoque CTS. Apesar desta notável relação com a ciência os autores da revista não as escreveram já pensando no ensino ou se o fizeram não deixaram isso claro, por isso o problema desta pesquisa é: Como a série de revistas *Watchmen* e a série *Before Watchmen – Dr. Manhattan* podem ser utilizadas no ensino de física com enfoque CTS?

Responder esta pergunta vai servir não só para suprir esta pesquisa como para criar um material didático digital que utiliza trechos destas revistas aliados a textos que servem para guiar e explicar alguns conceitos, fazendo assim com que o aluno possa ler e estudar por conta própria em casa e posteriormente levar a discussão pra sala, por isso o objetivo não é que este seja um material didático, mas sim que seja um material paradidático, ou seja, que seja um material para ser usado em casa paralelamente, como uma espécie de “dever de casa”, para então discutir com professor e alunos, com algumas exceções. Em alguns casos o professor pode julgar que a turma não esteja pronta para identificar os conceitos presentes na obra ou para pensar criticamente sobre eles, quando for o caso cabe a ele elucidar alguns dos conceitos antes de indicar o material para os alunos, para assim fazer com que a atividade tenha o efeito desejado.

Devido a esta pergunta e ao produto que se procura alcançar o objetivo geral desta pesquisa é criar material que possibilite utilizar fragmentos de *Watchmen* e *Before Watchmen – Dr. Manhattan* para auxiliar no ensino de física com enfoque CTS.

Para que este objetivo geral seja alcançado alguns objetivos específicos precisam ser alcançados, sendo estes:

Analisar as diferentes técnicas de representação gráfica utilizadas em *Watchmen* e *Before Watchmen – Dr. Manhattan* tendo como ênfase as formas como estes podem ser utilizados no ensino de física com enfoque CTS.

Fazer um levantamento teórico sobre os conceitos de física moderna com enfoque CTS presente nas revistas.

Esquematizar ilustrações e selecionar fragmentos das revistas para elaborar material paradidático para o ensino de física com enfoque CTS.

Para que este material possa alcançar quem quer que queira utilizá-lo em aula será estudada a possibilidade de uma publicação impressa, mas mesmo que isto se mostre inviável isto será publicado em meios digitais nas extensões .jpg e .pdf.

Tendo em visto este objetivo este trabalho está dividido em cinco capítulos, cada qual servindo a uma parte da pesquisa como um todo, os capítulos se organizam da seguinte forma:

1 – Os homens-minuto: Este capítulo discute a importância das histórias em quadrinho como mídia e a possibilidade de utilizá-las em um contexto educativo. Neste capítulo também são utilizados exemplos nos quais as artes em geral serviram para auxiliar a divulgação científica e por fim o capítulo traz um breve resumo da biografia dos autores e ilustradores de *Watchmen* e *Before Watchmen – Dr. Manhattan*.

2 – Hoje à noite, um Comediante morreu em Nova York: Este capítulo tem como objetivo contextualizar o leitor deste trabalho que não tenha tido acesso a *Watchmen* e *Before Watchmen – Dr. Manhattan*, para isso são discutidos vários elementos destas revistas como o universo no qual a história é ambientada, o contexto histórico, os elementos derivados da realidade e os elementos fantásticos e por último a figura do *Dr. Manhattan*, personagem que está profundamente envolvido em quase todos os fragmentos que discutem alguma coisa relacionada a ciência.

3 – Um relógio sem relojoeiro: Os conceitos da física em destaque nas revistas, este capítulo é articulado com a visão de diversos autores, inclusive de Kakalios, autor que defende o uso das histórias em quadrinho na divulgação científica.

4 – Dois minutos para a meia noite: Este capítulo discute o enfoque CTS e porquê isto deve estar presente na educação, além de trazer fragmentos da revista onde esta discussão é levantada, sempre procurando fazer diálogos com diversos autores, dando destaque novamente para Kakalios.

5 – Metodologia de pesquisa e aplicação de material: Capítulo destinado a metodologia de pesquisa, aplicação de material com uma turma de licenciatura em ciências e resultados.

Os nomes dos primeiros quatro capítulos foram escolhidos com base em referências a frases ou capítulos das revistas, sendo escolhidos da seguinte forma: "Os Homens-minuto" é na revista uma referência aos primeiros heróis, por isso pareceu apropriado para falar sobre os autores das revistas. "Hoje à noite, um Comediante morreu em Nova York" é referência ao início de Watchmen, onde a morte de um vigilante chamado Comediante está sendo investigada por outro vigilante, o início do enredo foi utilizado para o capítulo que contextualiza o leitor sobre o enredo. "Um relógio sem relojoeiro" é retirado de uma das frases do Dr. Manhattan ao se referir ao universo, por isso foi utilizado no capítulo que fala sobre física. "Dois minutos para a meia noite" é referência ao relógio do júízo final e por isso foi utilizado no capítulo referente ao enfoque CTS.

1 OS HOMENS-MINUTO

Apesar de ser relativamente comum que digam que as histórias em quadrinhos são um meio entretenimento direcionado ao público infanto-juvenil as histórias em quadrinho direcionadas a adultos conquistaram seu espaço no mercado. Estas revistas costumam abordar assuntos que são inapropriados ou complexos e por isso não indicados para o público jovem.

Estas revistas para adultos, conhecidas como Graphic Novels ou narrativas gráficas, termo cunhado por Will Eisner (1985), utilizam o espaço da história em quadrinho para difundir narrativas que tratam de diferentes assuntos, desde o cotidiano e a efemeridade da vida (assunto trabalhado pelos quadrinistas brasileiros Fábio Moon e Gabriel Bá em sua revista *Daytripper*), ocultismo (tema de *Hellblazer*, de Alan Moore) ou, no caso de *Watchmen*, guerra fria e física moderna, fazendo com que um leitor que dedique um pouco mais de atenção a este tipo de leitura não se depare apenas com entretenimento, mas frequentemente ele é levado a refletir a respeito de algo mais.

É claro que alegar que é possível obter algo mais de uma história em quadrinho do que simples entretenimento não é uma afirmação muito surpreendente, este meio já foi utilizado para outros propósitos e já é estudado por teóricos, alguns dos quais são também quadrinistas. Ao longo deste capítulo alguns destes teóricos serão mencionados à medida que se discute sobre as histórias em quadrinho aliadas ao ensino, principalmente os teóricos Will Eisner, referência quando se estuda histórias em quadrinho, além de responsável pelos termos Graphic Novel e Arte Sequencial, e também o teórico Scott McCloud, que estuda a estética e semiótica das HQs.

Posteriormente, a arte de modo geral sendo utilizada na divulgação científica será abordada, falando ainda, principalmente, das histórias em quadrinhos, mas tendo algumas menções a outros meios.

Por último, neste capítulo haverá uma breve biografia dos autores e ilustradores de *Watchmen* e *Before Watchmen – Dr. Manhattan*, revistas utilizadas na elaboração desta pesquisa. *Watchmen* foi escrita por Alan Moore e ilustrada por Dave Gibbons e *Before Watchmen – Dr. Manhattan* foi escrita por J. Michael Straczynski e ilustrada por Adam Hughes.

1.1 HISTÓRIAS EM QUADRINHOS E ENSINO

As histórias em quadrinhos possuem a capacidade de transmitir informações e contar histórias, espera-se que qualquer pessoa saiba disso, porém, para muitos as HQs são vistas apenas como uma espécie de brinquedo, um produto destinado a crianças e que serve apenas para divertir. Porém quem entende de quadrinhos ou trabalha na área sabe que esta é uma concepção pobre e pejorativa. Se direcionadas corretamente, as histórias em quadrinhos podem se tornar uma importante ferramenta de ensino.

As histórias em quadrinhos já foram utilizadas para esta finalidade inclusive pelo autor Will Eisner, uma das maiores referências quando o assunto é histórias em quadrinhos. Eisner é considerado o pai do romance gráfico, com uma carreira que durou décadas, nenhum autor dos quadrinhos teve tamanha importância para a evolução e divulgação deste gênero. O autor foi o criador do termo Graphic Novel para definir as histórias em quadrinhos escritas para um público mais adulto, sério e buscando qualidade narrativa e literária, foi também conhecido por usar as histórias em quadrinhos para escrever manuais de manutenção de equipamentos para soldados norte-americanos e, além disso, tudo foi o primeiro grande teórico das histórias em quadrinhos.

Em seu livro *Quadrinhos e Arte Sequencial* (1985) Eisner defende que as imagens eram utilizadas para complementar os textos e a partir das *graphic novels* os textos passaram a servir as imagens e ser parte delas, não apenas como texto separado por um balão de fala, mas como letras estilizadas e redesenhadas para se encaixar em uma determinada sensação buscada pelo autor, fazendo com que esta tipografia não só sirva para transmitir uma mensagem para o leitor, mas também seja uma estilização da forma como o autor quer que o público leia a mensagem, a fazendo soar mais melancólica, agressiva, pacífica, formal, ou seja qual for a sensação que ele quis transmitir ao leitor. Esta codependência entre imagem e texto contribui muito para criar a ambientação das revistas, ou seja, criar o “clima” que se espera que o leitor vivencie à medida que lê.

Para ser capaz de atingir este efeito é importante que os autores conheçam o público para o qual estão escrevendo, de forma a utilizar tipografias, estruturas de páginas, jogo de cores e outros elementos visuais de forma eficiente, fazendo com

que os elementos façam com que o leitor identifique outros elementos (mesmo que inconscientemente) e assim acabe sentindo uma certa imersão na obra.

Nas Graphic Novels da série *Before Watchmen* esta preocupação com a linguagem visual da revista como um todo, é perceptível. Na revista, várias páginas podem ser consideradas uma imagem como um todo e não uma página fracionada em quadros. Os famosos 'quadrinhos' ainda estão presentes, porém a linguagem visual presente nos quadros em conjunto com a dos balões de texto criam uma unidade que contribui muito para causar impacto e imersão no leitor.

O formato da revista em quadrinhos apresenta uma montagem de ambos palavra e imagem, e o leitor então precisa exercitar tanto a interpretação visual quanto verbal. Os regimes da arte (perspectiva, simetria, pinceladas) e os regimes da literatura (gramática, enredo, sintaxe) tornam-se superimpostos um sobre o outro. A leitura de uma revista em quadrinhos é um ato de percepção estética e busca intelectual. (EISNER, 1985, pg 8).

Deve ser levado em consideração que, se o objetivo de uma história em quadrinho é que esta seja aplicada ao ensino, ela seja objetiva, sucinta e adequada à faixa etária dos estudantes aos quais ela é direcionada. Algumas revistas criadas como obras de entretenimento podem ser aplicadas ao estudo, porém, diferente dos famosos quadrinhos de Will Eisner direcionados ao exército norte-americano (imagem abaixo), as revistas em quadrinho que não foram criadas com o intuito de ensinar algo irão frequentemente precisar de um direcionamento, o aluno precisa ter uma noção do que está procurando na revista, porém, quando olhamos para a ilustração de Eisner vemos em detalhes o que um soldado precisa fazer para desobstruir um rifle que emperrou, a tira é simples, detalhada, possui uma sequência lógica de passo a passo e instruções precisas. A tira de Eisner foi criada para ser um manual, para indicar a um soldado um determinado curso de ação em uma determinada situação adversa. Quando lemos uma revista em quadrinho como *Watchmen* e queremos discutir com alunos a respeito da guerra fria ou física a mensagem não estará "mastigada" para o aluno, ou seja, diferente do manual de Eisner a Graphic Novel comercial foi feita com o intuito de narrar uma história e é isto que ela faz, os conteúdos inseridos no meio da revista estão lá como parte desta narrativa e para que um leitor consiga ter uma reflexão a partir deles não basta que ele saiba ler, porém ele saiba interpretar o que está lendo. Ainda assim, segundo

Eisner, revistas de entretenimento de tempos em tempos podem exibir informações instrucionais como uma necessidade de narrativa.

Em termos gerais podemos dividir as funções da arte sequencial em duas aplicações amplas; instrução e entretenimento. Revistas periódicas, graphic novels, manuais de instruções e storyboards são os meios mais comuns. Normalmente, revistas periódicas e graphic novels são destinadas ao entretenimento enquanto manuais e storyboards são utilizados para ensinar ou vender produtos. Mas há uma sobreposição pois a arte sequencial tende a ser expositiva. Por exemplo, revistas em quadrinhos, que normalmente se limitam a histórias designadas exclusivamente ao entretenimento, frequentemente empregam técnicas instrucionais que apoiam a narrativa exagerada e realçam o entretenimento. Em um trabalho de arte em quadrinhos destinado puramente ao entretenimento, alguma exposição técnica de certa natureza acontece com frequência. Exemplos comuns são procedimentos como a abertura de um cofre em uma história de detetive ou a montagem de partes em uma aventura espacial. Essa passagem técnica é na realidade um conjunto de imagens com uma mensagem instrucional incorporada em uma história de 'entretenimento'. (EISNER, 1986, pg 139)

Figura 1 Manual ilustrado por Will Eisner, utilizado para ensinar soldados a desemperrar suas armas.

DISASSEMBLY		ASSEMBLY	
13 Remove extractor and spring assembly for cleaning only. Remember not to lose, damage or separate them.		If you goofed and separated the spring from the extractor, insert the large end of the spring in the extractor and seat it.	6
14 Remove the sling.		Install the sling.	5
15 Take handguards off by first pulling down on the slip ring.		Install by first putting handguards in place, then push up on slip ring.	4
16 Use the firing pin to release the receiver pivot pin.		Engage the receiver pivot pin.	3
17 Separate the upper and lower receivers.		Join the upper and lower receivers.	2
18 Push the buffer assembly in about 1/4 inch, press in on the buffer retainer, then release the guide.		Insert the spring and buffer assembly.	1
19 Take out the buffer assembly and spring.			

AND THAT'S AS FAR AS YOU'RE ALLOWED TO GO! STOP RIGHT HERE!

WHAT TO DO IN A JAM

THINK COOL, BUT ACT FAST

If your M16A1 rifle refuses to pop off—or quits popping sudden-like—you've got a stoppage that needs immediate action. Immediate Action: Instinctively do the right thing to clear your weapon and get it firing again, soonest! Here's a slow motion of the procedure you'd best make second nature:

Careful, though, never "ride" the charger—let it go on its own. Now, again hit the forward assist to make sure the bolt's closed... and pull the trigger.

MAYBE YOU GOT A BAD ROUND... IMPERIALIST!

If she won't fire, now look for the cause... a bad round, busted firing pin or hammer spring, or whatever. Table 3-3 in your 12 TM covers causes and cures.

TRY TM

If no cartridge or case ejects, first look for a round in the chamber. If none's there, once more release the charging handle to feed a round. Next hit the forward assist and again pull the trigger.

If she still won't fire, do what your TM says on trouble-shooting. However, if you do find a cartridge or case in the chamber, be sure you remove it before you try to reload and recycle your weapon. Now, remember, get these steps down pat.

Top upward on the magazine to make sure it's seated right.

Now pull the charging handle all the way back and see if a whole cartridge or case comes out.

If a cartridge or case is ejected, release the charging handle to feed a new round.

4

5

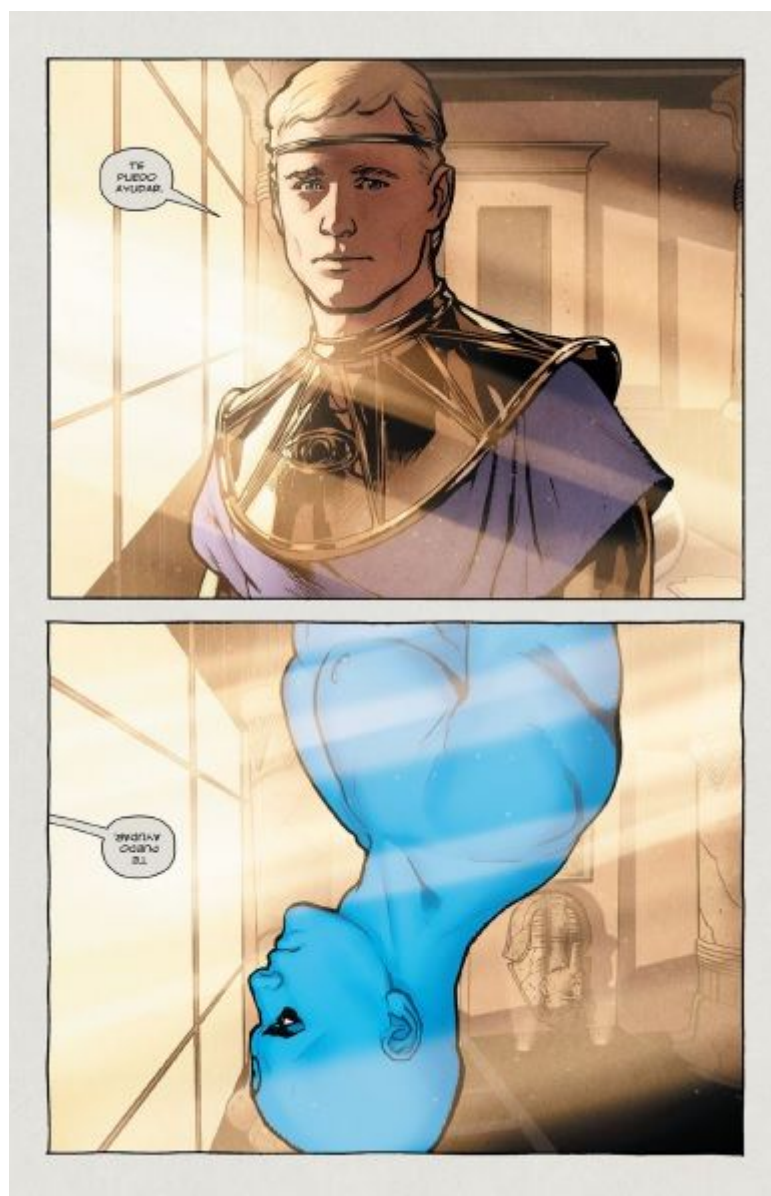
<http://www.ep.tc>

Comics With Problems #25: **TREAT YOUR RIFLE LIKE A LADY** - The Will Eisner M-16 U.S. Army Rifle Maintenance Booklet. Officially known as DA Pam 750-30. 32 Pages on proper cleaning and assembly of the M16A1 Rifle. Issued in comic book form, and with rifle, to every U.S. soldier stationed in Vietnam. Chapter titles include: HOW TO STRIP YOUR BABY - WHAT TO DO IN A JAM - CUES FROM GUYS WHO KNOW - SWEET 16 - ALL THE WAY WITH MEGGIE and DRAIN BEFORE SHOOTING. Also introduces "Maggie" a personified M-16 Magazine cartridge with arms, legs, and eyelashes. Full text of the entire booklet at <http://www.ep.tc/problems/25>

Fonte: Comics with Problems. <http://www.ep.tc/problems/25/>

Para aprender com uma Graphic Novel é necessário que o leitor saiba interpretar texto e imagem, de forma que a obra como um todo fale ao leitor. Interpretar uma Graphic Novel pode ser tão trabalhoso quanto interpretar um livro ou até mais difícil no caso de um leitor não habituado, afinal, ele precisa ser capaz de compreender o conteúdo escrito, o conteúdo ilustrado e a sequência lógica das páginas que costuma ser linear, porém alguns ilustradores escolhem criar páginas com quadros que fogem a sequência lógica e que precisam de alguma leitura a mais por parte do leitor, como é o caso da página a seguir de *Before Watchmen – Dr. Manhattan*.

Figura 2 *Before Watchmen - Dr. Manhattan*, pg. 83.



Fonte: Straczynski; Hughes, 2012. Volume único.

Aqui o ilustrador escolheu deixar o segundo quadro de cabeça para baixo com o intuito de demonstrar a diferença nas linhas de pensamento e forma de raciocínio dos dois personagens, qualquer um dos dois pode ser o segundo quadro, isto não altera a compreensão da história. Em diversos momentos em *Before Watchmen – Dr. Manhattan* este e outros recursos semelhantes são utilizados, estas escolhas por parte do ilustrador fazem com que o próprio layout da página se destaque e passa a fazer parte da narrativa.

Este tipo de escolha fora do padrão convencional das histórias em quadrinhos é um exemplo de algo discutido pelo quadrinista e teórico Scott McCloud (1993) que argumenta que alguns artistas utilizam as imagens de formas criativas e inovadoras para transmitir em pouco espaço alguma mensagem que na forma de texto seria muito extensa e cansativa, o próprio Scott faz isso em seu livro *Desvendando os Quadrinhos*, um livro teórico sobre a semiótica e a construção narrativa das histórias em quadrinhos escrito no formato de uma história em quadrinho, portanto em vez de ficar tentando fazer o leitor visualizar as situações e exemplos que o autor precisa falar a respeito ele simplesmente as mostra na forma de desenho e completa com falas na forma de balão, tornando a leitura muito mais simples e direta, mesmo para leitores não acostumados com o formato.

McCloud defende que o potencial para difundir informações das HQs é ilimitado, sendo que as escolhas visuais na revista podem influenciar não só na compreensão, mas também no ritmo do leitor, porém mesmo com tanto potencial a utilização das HQs no ensino encontra um grande problema que é o preconceito por parte da academia e de alunos, enquanto as histórias em quadrinhos forem tratadas como uma mídia pobre e infantil, elas não podem atingir o seu potencial máximo. Por causa da importância de desconstruir o preconceito que atrapalha as histórias em quadrinhos McCloud defende que elas devem passar a ser tratadas não simplesmente como histórias em quadrinhos, mas principalmente como Arte Sequencial, ou seja, uma sequência de desenhos, símbolos e letras que servem para transmitir uma ou mais informações. Enxergar as histórias em quadrinhos como obra literária é o primeiro passo para perceber todo o potencial destas histórias e como elas podem ser aplicadas em todos os níveis da educação.

Porém ao falarmos sobre a utilização de materiais alternativos na educação é válido perguntar o porquê de utilizar este ou aquele material, então, por que utilizar histórias em quadrinhos? Existe uma grande variedade de materiais produzidos em

diversos formatos, cabe ao professor escolher quais devem ser utilizados para alcançar os seus objetivos, ou seja, quais se encaixam melhor em cada conteúdo a ser trabalhado e principalmente quais atraem a atenção dos alunos. Ao longo desta dissertação será falado sobre “atrair a atenção” ou “despertar interesse” dos alunos em diversos momentos, tendo como base a ideia de que uma grande barreira ao aprendizado é a indisposição a aprender/ensinar, ou seja, cabe ao aluno estar disposto a aprender, um aluno que não quer prestar atenção a uma aula e não quer fazer as atividades propostas pelo professor dificilmente vai aprender significativamente um conteúdo, e um professor que não tenta adaptar sua aula ao perfil de seus alunos dificilmente vai conseguir que estes estejam dispostos.

Ao defender a necessidade da predisposição dos alunos me baseio nos textos de Joseph D. Novak e em experiências pessoais, e por isto este trecho será escrito em primeira pessoa do singular. Durante minha atuação como professor na rede pública do Estado do Paraná no ano de 2015 lecionei na disciplina de Arte para duas turmas do nono ano do ensino médio em uma escola rural nos arredores do município de Ponta Grossa. De todas as turmas que tive ao longo de 2015 estes nonos anos eram as que demonstravam melhores resultados, porém os perfis das turmas eram muito diferentes, pois uma das turmas era muito dedicada aos estudos e os alunos possuíam o hábito da leitura enquanto a outra era muito participativa e dedicada aos trabalhos práticos.

Enquanto estávamos no início do ano letivo as mesmas aulas eram aplicadas para ambas as turmas, pois eu ainda não estava ciente do perfil das mesmas. Quando trabalhava com textos e atividades teóricas uma das turmas, que é a turma extrovertida não gostava das atividades e, portanto, se desinteressava rapidamente, tinha rendimento entre baixo e médio e até mesmo alguns focos de indisciplina na sala, enquanto a outra turma possuía foco e rendimento alto. Quando trabalhava com produções artísticas ou debates a turma que tinha rendimento baixo nas atividades puramente teóricas possuía alta participação, alto rendimento e raramente alguma indisciplina, enquanto a turma que se destacava nas atividades teóricas era mais fechada e difícil de trabalhar em atividades que demandem criatividade e participação. Após perceber isto passei uma boa parte do primeiro bimestre tentando achar um campo em comum, onde conseguiria dar atividades semelhantes para ambas as turmas e conseguir um rendimento satisfatório, até que

desisti e a partir do segundo bimestre passei a preparar aulas diferentes para trabalhar os mesmos conteúdos em ambas as turmas.

Com esta experiência pude notar que não importa o quão bem preparada esteja a aula e o quanto o professor estude o conteúdo, se a abordagem não cativar os alunos de alguma forma o rendimento dificilmente será satisfatório, mesmo no caso de duas turmas que se destacavam em relação as outras.

Com exemplos como este se nota a importância de levar em consideração o aluno, seus gostos e suas capacidades, quando se estuda a respeito da história em quadrinho ou outras mídias aplicadas ao ensino é fácil se deparar com diversos artigos e relatos positivos sobre a utilização destes meios em sala de aula. Silva (2011) destaca que a interação entre visual e verbal contribui na compreensão, autonomia e senso crítico do aluno como leitor deste material.

Em todo meio educacional, a HQ se torna eficiente, como recurso didático, quando representa graficamente uma disciplina com detalhes visuais pertinentes àquela abordagem, aumentando ou diminuindo o número de informações visuais de acordo com as necessidades pedagógicas do processo ensino-aprendizagem em prática (ARAÚJO; COSTA; COSTA, 2008). Na Biologia, por exemplo, considerando-se uma aula sobre meio ambiente, pode-se utilizar, em uma HQ referente a tal conteúdo, imagens que dizem respeito a um ecossistema, ilustrando os animais e as plantas nativos de uma região, representando a ação do homem sobre tal nicho, desenhando os recursos minerais e a hidrografia próprios do local, enfim, caracterizando um espaço geográfico por meio de um panorama gráfico objetivo e enriquecedor sobre o tema. (SILVA, 2011, pg 79).

Vale ressaltar que quando o meio é a história em quadrinhos nem sempre se fala de material impresso, é cada vez mais comum que as pessoas leiam em aparelhos eletrônicos como notebooks, tablets e celulares, sobre isso Silva menciona alguns projetos de ensino a distância em Santa Catarina que obtiveram êxito no uso de HQs no ensino, porém que os alunos responderam de forma diferente aos materiais impressos e digitais, segundo o autor, de modo geral as HQs impressas são mais agradáveis aos alunos, por serem fáceis de carregar para qualquer lugar e possibilitar uma leitura fracionada, conforme o tempo permitir, já a HQ digital em teoria também possibilita as duas coisas, mas incomodava os alunos ter que tirar um tempo para ler a HQ enquanto estão utilizando o computador ou celular, porém a HQ digital possui maior acessibilidade pelo potencial de difusão da internet. Vale lembrar que o meio escolhido também tem influência na prática da

leitura, tanto é que é comum ouvir de leitores que ler a versão digital de livros e revistas é desagradável, por diversas questões, além disso uma revista como *Before Watchmen – Dr.Manhattan* que em vários momentos exige que o leitor fique modificando a sequência de leitura e em alguns momentos gire a revista para isso, é muito mais fácil e confortável fazer isto usando a versão impressa.

Também é prudente pensar que nem todos os alunos tem acesso a computadores e celulares, em um cenário otimista onde todos os alunos de uma turma possuem acesso a estes recursos o material digital seria mais barato e, portanto, mais acessível.

Não devemos apenas considerar acessível aquilo que é barato ou facilmente difundido, mas também um material cuja compreensão seja simplificada e capaz de atingir um público amplo, por isso a história não deve se adaptar a uma determinada idade apenas por ser violenta ou ter algum dos outros indicativos para ser contraindicada para menores, mas também no tipo de linguagem escolhida, temas abordados, complexidade de modo geral, é por isso que uma revista como *Watchmen* deveria ser trabalhada apenas no ensino médio e isso com uma abordagem tanto prévia quanto posterior por parte do professor.

Segundo Novak(1984) os alunos precisam ter organizadores prévios para que possam ter uma aprendizagem significativa, ou seja, antes que aprendam a ligar novos conceitos adquiridos com outros conceitos previamente conhecidos, os organizadores prévios, uma vez que eles aprendam a fazer estas ligações eles terão aprendido algo significativamente. As histórias em quadrinhos podem servir para criar estes organizadores prévios ou para fazer com que os alunos liguem conceitos, no caso de uma história como *Watchmen*, por exemplo, seria interessante que os alunos já soubessem alguma coisa a respeito da guerra fria e da bomba atômica, caso eles não conheçam cabe a um professor fornecer estes indicadores. Grande parte desta pesquisa se baseia no livro do Novak *Aprender a Aprender (1984)*, este, por sua vez, baseia muito do que escreve nas pesquisas de David Ausubel. Segundo Novak:

O conceito principal da teoria de Ausubel é o de aprendizagem significativa, em oposição ao de aprendizagem memorística. Para aprender significativamente, o indivíduo deve optar por relacionar os novos conhecimentos com as proposições e conceitos relevantes que já conhece. Pelo contrário, na aprendizagem memorística, o novo conhecimento pode adquirir-se simplesmente mediante a memorização verbal e pode

incorporar-se arbitrariamente na estrutura de conhecimentos de uma pessoa, sem interagir com o que já lá existe.(NOVAK, pg 23, 1984)

O modelo de educação defendido por Novak (e Ausubel) utiliza conhecimentos já enraizados na mente do aluno (os organizadores prévios) para ensinar através da ligação de conceitos, porém, para que isso aconteça de forma eficiente muitas vezes é preciso uma combinação da aprendizagem significativa e da aprendizagem memorística. Utiliza-se a aprendizagem memorística para fornecer conceitos e organizadores prévios para que os alunos possuam uma base, para a partir dali construir novas ligações de conceitos.

A utilização de histórias em quadrinhos no ensino já demonstrou alguns resultados positivos, lembrando que o enfoque sempre deve ser uma preparação por parte do professor para abordar os conteúdos a serem trabalhados, no caso das ciências elas andaram lado a lado com as artes por muito tempo e mesmo na contemporaneidade que se difundiu a ideia de que as artes e as ciências não possuem campos em comum, o primeiro contato de muitas pessoas com as ciências costuma ser a partir dos quadrinhos, do cinema, dos jogos eletrônicos ou de outras mídias artísticas, mostrando que as artes tem o poder de aproximar o público do cientista. Já existem autores que defendem a importância dos quadrinhos no ensino de ciências, entre eles o destaque é o Dr. James Kakalios.

Segundo Kakalios(2005), Watchmen é de extrema importância para o ensino utilizando histórias em quadrinhos, pois é uma narrativa complexa e envolvente na qual temas relevantes a várias áreas da ciência e grandes reflexões históricas, sociais e filosóficas são abordadas.

A próxima parte deste capítulo vai ter como enfoque justamente esta colaboração entre as artes e a ciência, com uma breve discussão a respeito de outros períodos históricos, mas principalmente discutir esta ligação na contemporaneidade.

1.2 A ARTE NA DIVULGAÇÃO CIENTÍFICA

Em alguns períodos históricos a arte e a ciência eram tão próximas uma da outra que o artista e o cientista frequentemente eram as mesmas pessoas. Sendo

que o período mais famoso por isso é o Renascimento, período notório por artistas como Leonardo da Vinci, conhecido principalmente pela famosa pintura da Monalisa, mas que também deixou estudos sobre mecânica, física, anatomia e botânica.

No final do século XIX e início do século XX houve uma reestruturação nas artes, provocada pela popularização da fotografia. Devido a esta tecnologia alguns artistas cujo principal trabalho era a venda de retratos se viram confrontados por uma tecnologia que capta a imagem de uma pessoa com maior riqueza de detalhes, além de no período ser uma novidade que se tornou tendência: todo mundo queria uma fotografia, mas poucos uma pintura a óleo. Confrontados com a concorrência dos fotógrafos os pintores precisaram pensar em uma forma de reinventar a arte para que esta volte a chamar a atenção, a solução foi investir naquilo que a fotografia ainda não tinha: cores.

Alguns artistas, dos quais o principal destaque foi Claude Monet, passaram a estudar a influência da luz nas cores que enxergamos e a fazer pinturas com as cores o mais próximo o possível da realidade, utilizando pinceladas marcadas e rápidas para retratar principalmente paisagens antes que a luz natural mude por causa da posição do sol, assim surgiu um gênero artístico que procurava retratar as coisas com as cores reais, criar imagens onde a linha não esteja demarcada, pois não vemos os contornos dos objetos no mundo real e onde a sombra não seja necessariamente preta, como era comum que os artistas pintassem. Este movimento eventualmente recebeu de um crítico debochado o nome de Impressionismo e foi o primeiro movimento artístico do modernismo.

O impressionismo ainda foi um movimento com algumas características tradicionais das belas artes, apesar de ter sofrido muita rejeição em seu início, porém uma vez que passou a ser aceito pela sociedade ele abriu o caminho para muitos outros movimentos artísticos inovadores surgirem, as chamadas vanguardas modernistas. Havia movimentos que retratavam a angústia do período entre primeira e segunda guerra mundial, movimentos que procuravam trabalhar a geometrização da forma, movimentos que procuravam representar o subconsciente, inspirados pelos estudos de Sigmund Freud e até mesmo movimentos que apenas existiram em prol da falta de sentido. A questão do modernismo é que ele criou esta concepção de que a arte deve existir pela arte, e mesmo que do período modernista até os dias de hoje ainda existam alguns artistas que se preocupem com valores matemáticos, proporções ou que entendam e trabalhem com ciência, isto é uma

opção destes artistas, não sendo mais uma regra. Desde o modernismo é comum que os leigos taxem a arte apenas como estranha, sem sentido ou escandalosa, e que estas pessoas vejam uma clara distinção entre o racional e o belo e aquilo que as artes representam, graças a esta distinção é cada vez mais comum que as pessoas não pensem nas artes como algo que possa se aproximar e colaborar com a ciência.

Esta alcunha de algo estranho e de pouco valor é muito difundida pelo público especialmente ao se tratar da arte contemporânea, mesmo que alguns artistas claramente utilizem de conceitos científicos para a produção de suas obras de arte. Quando se busca aliar ciência à arte não é preciso sair da cultura pop, existem vários exemplos de obras de arte para comercialização em massa sendo utilizadas no ensino de ciência, história ou outras disciplinas, não só falando de história em quadrinhos.

Krakhecke(2009) alega ter tido resultados satisfatórios utilizando a série de filmes Mad Max para discutir com os alunos as possíveis consequências de uma guerra nuclear, além disto ele também tem relatos de Watchmen e Batman utilizados para falar a respeito da guerra fria.

Utilizar obras ficcionais para ensinar e discutir com alunos assuntos complexos como estes pode garantir que os alunos terão um organizador prévio onde nem sempre teriam, no caso de Krakhecke os alunos que discutiam sobre as consequências de Mad Max, por exemplo, não teriam meios de ter uma vivência capaz de suprir a informação trabalhada pelo autor: as consequências de uma guerra nuclear. No momento que a obra ficcional ela entra em jogo ela cria possibilidades para se iniciar uma discussão, esta obra não precisa existir como uma verdade absoluta e incontestável, até porque é uma obra ficcional, porém ela pode servir como ponto de partida para que os alunos concordem ou discordem com a mesma e assim passem a desenvolver discussões sobre o tema em questão.

As vezes um mesmo trabalho ficcional poderia ser adaptado a mais de uma disciplina, no caso de Watchmen é possível trabalhar física, história, sociologia, filosofia e em vários destes assuntos dar um enfoque CTS, que nada mais é do que discutir a interação entre ciência, tecnologia e sociedade. A obra continua sendo apenas uma narrativa, porém com uma leitura cuidadosa da mesma, diversos assuntos podem se destacar e abrir possibilidades para um uso didático.

Watchmen possui uma riqueza de assuntos abordados, que foram incrementados graças a série expandida Before Watchmen. Estas revistas podem contribuir no ensino pois podem ser mais compreensíveis do que uma leitura técnica e acadêmica, Zappone, Nascimento e Mello (2014) apontam que cerca de 74% dos brasileiros não possuem letramento para compreender textos técnicos, então será que é certo que professores trabalhem assuntos como o enfoque CTS a partir de artigos e textos acadêmicos sendo que usar um texto ficcional em um primeiro momento pode ser mais acessível aos alunos? O texto ficcional pode exigir algumas orientações por parte do professor e exigir alguma interpretação, mas dificilmente exige tantos organizadores prévios quanto os textos acadêmicos.

Em seu artigo, os autores discutem a importância da leitura ficcional para crianças e adolescentes ao argumentar que este é o primeiro contato que o público infante juvenil costuma ter com a literatura. Ao discutir sobre a leitura:

Sendo a leitura uma atividade que se dissemina socialmente por meio de diversas práticas e que não são homogêneas, mas, ao contrário, demarcadas por condições históricas e sociais particulares e específicas, pode-se inferir que os sujeitos podem realizar diferentes apropriações de um mesmo texto e mesmo investir os objetos/textos de leitura de diferentes valores. (ZAPPONE; NASCIMENTO; MELLO; 2014, p. 61)

Ainda segundo os autores, a leitura ficcional é uma etapa necessária na formação de uma pessoa alfabetizada, pois um leitor não habituado tem dificuldade de compreensão para ler um texto técnico, a leitura ficcional acaba servindo como um preparo para ler e escrever melhor no futuro e até para criar o hábito de ler. Mesmo quando a leitura ficcional não ensina diretamente, ela serve como uma espécie de ensaio.

Os autores argumentam que a leitura é uma prática social que não só prevê diversos tipos de textos, mas também de leitores, o que faz com que um autor leve em consideração que a sua mensagem vai ser compreendida de formas diferentes por diferentes leitores, além de estar sujeita a não compreensão por parte de alguns. Fazendo com que tanto Zappone, Nascimento e Melo quanto Will Eisner tenham um ponto em comum: defendem que a obra seja planejada também para o tipo de leitor que se espera dela. Isto é válido para todo o tipo de material, existem livros para criança e livros para adultos, quadrinhos para crianças e quadrinhos para adultos, no fim cabe ao autor direcionar sua obra para o público certo.

Lembrando que um leitor de uma história em quadrinhos deve ser capaz de ler efetivamente tanto seu texto quanto sua imagem, ambas possuem grande importância e são necessárias na transmissão efetiva da mensagem da história em quadrinho, além disso, a combinação de imagens e textos podem contribuir para transmitir informações efetivamente. Onde um autor que trabalhe apenas com imagens precisa de um gestual e símbolos muito bons e compreensíveis para transmitir uma mensagem, um que só trabalhe com textos precisa de explicações longas e elaboradas para ilustrar um cenário, e uma história em quadrinhos consegue utilizar o melhor das duas linguagens, resolvendo ambos os problemas simultaneamente. Citando algo que ouvi pessoalmente em Curitiba no lançamento de um livro da teórica sobre histórias em quadrinhos Denise Guimarães (2012): “Ignorar as histórias em quadrinhos como uma mídia relevante, que é algo que muitos teóricos fazem, é uma mistura de preconceito e cegueira, e a academia está cheia de gente cega e preconceituosa”.

Na verdade, ignorar o potencial de transmissão de mensagens de qualquer mídia ou estilo artístico da cultura pop é uma atitude tola. Os meios midiáticos da cultura popular podem contribuir muito para a divulgação científica, assim como as artes já contribuíram em vários momentos, seja através das mãos de artistas que também são cientistas ou de artistas que apenas estavam representando o trabalho de outras pessoas. Isto acontece tanto devido ao potencial das artes de atrair a atenção das pessoas, quanto da facilidade de acesso dos meios tecnológicos, afinal é cada vez mais comum que as pessoas possuam aparelhos portáteis que tem a função primária de um celular mas que, em menor escala, façam também aquilo que um computador faz, até mesmo em sala de aula enquanto eu lecionava para o ensino fundamental, já lecionei em turmas onde cerca de 75% dos alunos levavam celulares para o colégio, isto em uma comunidade de baixa renda, estes aparatos tecnológicos normalmente são vistos como um grande empecilho para a educação, sendo considerados um grande problema por muitos professores, porém possuem um imenso potencial educacional se direcionados para isso.

Lembrando que um dos principais meios utilizados pelos estudantes para terem acesso a arte, mesmo que as vezes não saibam disso. São os meios tecnológicos, a partir de filmes, jogos, reprodutores de músicas e outros meios semelhantes, estes podem ser apenas novas formas de entretenimento ou ser utilizado de forma consciente e planejada pela educação. Miquelin (2009) ressalta

que o computador e suas tecnologias tem aberto possibilidades para o ensino, porém falta uma reflexão a respeito disso, o problema é que já estamos na segunda década do século XXI e ainda existem professores que acreditam que a única forma de lecionar é com quadro negro, giz e livro didático, não que os meios tradicionais não devam ser utilizados, porém ignorar o potencial didático e paradidático de toda esta tecnologia que permeia nossa vida pode significar a diferença entre conseguir uma aula cada vez mais dinâmica e interessante do ponto de vista do aluno ou ter uma aula imutável e cada vez mais ultrapassada e monótona, afinal, os meios tecnológicos não são a única forma de trabalhar, porém abrem possibilidades que a aula tradicional não possui.

1.3 SOBRE OS AUTORES

Watchmen foi uma série de 12 volumes lançada originalmente entre 1986 e 1987, porém, hoje em dia Watchmen é um ícone das histórias em quadrinhos e é comumente vendida em volume único. A história foi criada por Alan Moore e ilustrada por Dave Gibbons, é verdade que é comum que as pessoas falem sobre as histórias sem mencionar os ilustradores, porém se tratando desta pesquisa isso seria um erro grosseiro, tendo em vista que grande parte das informações contidas em Watchmen estão presentes na ilustração (e nem sempre no texto).

1.3.1 Alan Moore

Apesar da importância do visual, o grande responsável por Watchmen é Alan Moore, segundo o site sobre cultura pop *Omelete* (<https://omelete.uol.com.br/alan-moore/>), Moore é um autor renomado, nascido na Inglaterra em 18 de Novembro de 1953, Moore é conhecido por histórias repletas de simbologia, subjetividade e por obras polêmicas e com características de protesto ou misticismo, entre suas obras mais icônicas estão Watchmen e V de Vingança, ambas obras que deram origem à filmes renomados e que passaram a influenciar amplamente a cultura pop (inclusive fazendo com que a máscara de Guy Fawkes utilizada pelo protagonista de V de Vingança tenha se tornado símbolo mundial de protesto e luta contra sistemas opressores).

Moore é originário de família uma família pobre e em sua adolescência foi expulso de uma escola conservadora, o que fez com que todas as suas tentativas subsequentes de se matricular em alguma escola de destaque fossem recusadas. Com 18 anos estava desempregado e sem uma formação profissional, porém junto com alguns amigos passou a trabalhar na revista *Embryo*. Posteriormente foi cartunista em outra revista, a semanal *Music Sounds*. Observando o próprio trabalho Moore constatou que é um péssimo ilustrador, e passou a se dedicar a escrita. Como escritor trabalhou na empresa britânica *Warrior*, onde escreveu *V de Vingança* e *Marvelman*, as duas séries deram a Moore o título de melhor escritor britânico de quadrinhos em 1982 e 1983, o que chamou a atenção do mercado estadunidense.

Graças ao renome obtido Moore pôde trabalhar na DC Comics, onde assumiu a revista já em andamento *Monstro do Pântano*. Com seu trabalho na DC, Alan Moore passou a ter visibilidade e destaque mundial. Também na DC Comics, Moore pôde escrever e publicar *Watchmen*, que baseou em uma frase retirada da *Sátira VI* do filósofo Juvenal (127 – 60 AC): *quis custodiet ipsos custodes* (Quem vigia os vigilantes?), transpondo a crítica original contra a sociedade romana a um universo onde combatentes do crime mascarados despertam a ira da população civil que tenta proteger.

Dos anos 90 em diante, Moore passa a se dedicar a projetos diversos para várias editoras, não só para a DC Comics.

1.3.2 Dave Gibbons

Nascido na Inglaterra em 14 de Abril de 1949, Dave Gibbons é ilustrador e escritor de quadrinhos, seus trabalhos mais conhecidos são colaborações com Alan Moore, especialmente a série de revistas *Watchmen*. Gibbons é um artista autodidata e a primeira empresa na qual trabalhou foi a *Underground Comics*, as informações presentes neste subcapítulo foram retiradas do website da *DC Comics*.

O trabalho de Gibbons em *Watchmen* se destaca pelo uso de um estilo de layout de página e ilustração típico das histórias em quadrinhos clássicas aliados a uma ilustração densa de elementos simbólicos, por isso muitas das informações presentes em *Watchmen* não estão presentes no texto mas podem ser claramente lidas através de uma análise da ilustração, fazendo com que o leitor se beneficie muito da leitura de imagem.

Além da simbologia empregada, quando Gibbon começou a ilustrar *Watchmen* seu objetivo foi fazer personagens que tivessem um estilo visual que fosse uma mistura do estilo dos primeiros heróis de quadrinhos com algo de incomum e estranho, utilizando referências de egípcias (perceptíveis no Coruja e principalmente no Ozymandias), da cultura norte americana e de histórias noir.

Dos anos 90 em diante Gibbons passou a se dedicar a diversos projetos, não apenas ilustrando, mas também trabalhando como arte finalista em algumas obras, e diversificando as empresas pra qual trabalhou, tendo colaborado até mesmo com o icônico autor da Marvel, Stan Lee.

1.4 SOBRE OS OUTROS AUTORES

Before Watchmen é uma série de revistas que tenta colaborar com o universo criado por Moore e Gibbons criando novas narrativas que se passam anteriormente aos eventos presentes em *Watchmen*. A série foi publicada ao longo de 2012 e é escrita e ilustrada por muitos artistas, porém iremos focar nas quatro edições referentes ao Dr. Manhattan (que no Brasil foi publicada como edição única).

Before Watchmen – Dr. Manhattan foi escrita por J. Michael Straczynski e ilustrada por Adam Hughes, a revista explora a história do Dr. Manhattan de um ponto de vista não linear e em vários momentos fazendo referência ao icônico gato de Schrodinger, por oferecer diversas linhas do tempo e possibilidades de leitura (por possibilidades de leitura, entenda que o leitor recebe a oportunidade de escolher por onde ler a página, sem precisar utilizar a sequência comumente utilizada nas histórias em quadrinhos).

A escrita de J. Michael contribui para aprofundar a história do Dr. Manhattan e dos elementos por ele desencadeado, porém o destaque vai para o ilustrador, que faz um trabalho que de uma maneira inovadora e atraente leva o leitor a compreender um pouco melhor a forma com a qual o Dr. Manhattan enxerga o mundo. Um leitor de *Before Watchmen – Dr. Manhattan* recebe inúmeras informações visuais que fazem referência a física moderna aliadas à história e sociologia, porém diferente de *Watchmen*, *Before Watchmen – Dr. Manhattan* exige um pouco mais de conhecimento por parte do leitor para absorver a totalidade das referências apresentadas na revista.

1.4.1 J. Michael Straczynski

Nascido em 17 de Julho de 1954 nos Estados Unidos, J. Michael Straczynski é formado em psicologia, sociologia e se destaca como roteirista não só de quadrinhos, mas também de séries televisivas e filmes, sendo que sua série de maior destaque foi *Babylon 5*. Apesar de seu destaque ser na indústria televisiva, Michael também tem várias publicações no mundo dos quadrinhos, tendo atuado como roteirista em *Homem-Aranha*, *Quarteto Fantástico* e é claro, *Before Watchmen*. (<http://www.dccomics.com/talent/j-michael-straczynski>)

Straczynski é conhecido pelo contato direto que gosta de ter com os fãs, sendo que ele é uma presença constante em fóruns online referentes a seu trabalho e já deixou o público influenciar em suas produções televisivas.

Atualmente JMS possui sua própria produtora, inaugurada em 2012 e atualmente responsável pela produção da série *Sense8*.

1.4.2 Adam Hughes

Adam Hughes nasceu em 3 de Maio de 1967 nos Estados Unidos e é um artista já consagrado nos quadrinhos. Pode-se dizer que Adam foi uma escolha surpreende para *Before Watchmen – Dr. Manhattan*, pois segundo seu website oficial (<http://www.justsayah.com/>) Hughes é consagrado por seu trabalho ilustrando mulheres sensuais, sejam estas heroínas, princesas em apuros, vilãs ou o que quer que seja, Adam define seu próprio trabalho não como realista, mas como naturalista. Seus trabalhos mais famosos são como ilustrador de capas para *Mulher Maravilha* e *Mulher Gato*.

Em *Before Watchmen – Dr. Manhattan*, Hughes tem um trabalho espetacular, não só por seu domínio técnico, mas também por seu uso criativo e eficiente do layout de páginas e da ilustração. Ao ler *Dr. Manhattan* é possível compreender um pouco da mente do protagonista e da forma como este enxerga o universo (além de ser possível identificar conceitos da física moderna) através de uma combinação inteligente e elegante das ilustrações de Hughes e da disposição de quadros da revista, que em vários momentos não são dispostos de maneira tradicional. Isto leva o leitor de *Dr. Manhattan* a ter uma experiência de leitura única,

intrigante e interessante, que pode ser confusa para um leitor desabitado a ler imagens, porém que enriquece muito a narrativa para um leitor experiente.

2 ESSA NOITE, UM COMEDIANTE MORREU EM NOVA YORK

Com certeza existem muitas obras ficcionais com narrativa e elementos que podem ser analisados para contribuir com o ensino de uma ou mais disciplinas. Nem sempre estas obras foram estruturadas com este objetivo, sendo que frequentemente o autor pode ter criado simplesmente uma obra de entretenimento, porém, se analisadas de um ponto de vista acadêmico e didático, acabam contribuindo para um ou mais conteúdos.

Mesmo no conteúdo a ser trabalho nesta tese (física com enfoque CTS) existem muitas obras ficcionais de muitos meios midiáticos com contribuições memoráveis. Estas obras tem o poder de provocar reações e lembranças daqueles conteúdos da aula de física que uma pessoa viu e – talvez por desinteresse, talvez por sobrecarga de conteúdos – acabou esquecendo e guardando naquele cantinho cheio de poeira na sua mente. Além de provocar estas ligações as obras ficcionais podem fazer algo ainda mais incrível e memorável: fazer com que alguém crie um interesse por ciência e seus conceitos pela primeira vez, graças aos conteúdos expostos na obra. Isto pode parecer bobagem para o leitor que está habituado a leitura acadêmica e não costuma buscar muito de seu entretenimento em obras ficcionais, porém aos leitores que já dedicaram seu tempo livre às páginas dos gibis, aos jogos eletrônicos ou a tantas outras mídias de entretenimento, é improvável que em nenhum momento algo assim tenha acontecido.

Sobre isto escreve o autor James Kakalios, em seu livro *The Physics of Superheroes (2005)*, onde relata a importância dos quadrinhos de heróis na divulgação científica, porém inicia o assunto contando ao leitor como na primeira vez que parou pra pensar em como a gravidade funciona, James era um garoto que se intrigou enquanto assistia *Papaléguas e Coyote*, pois o vilão cartunesco continuava andar em puro ar após acabar o chão de um precipício, e só despencava em queda livre no momento que percebesse que o chão estava distante de seus pés. Assistir o Willie Coyote em queda livre não fez com que James acreditasse que ele também poderia andar em uma ponte de ar contanto que não percebesse que não estava encostando em matéria sólida, o que o Cartoon fez foi provocar um momento de reflexão em uma criança ao perceber que aquilo não deveria acontecer.

Quando se trabalha com obras ficcionais o objetivo não é buscar aquilo que seja cientificamente preciso e realista, afinal o autor de ficção pode se dar ao direito de tomar liberdades poéticas e criar seu próprio universo com as suas leis, o que deve ser enfatizado é como estas histórias podem contribuir para fazer com que o espectador pense a respeito de ciência. Kakalios cita como exemplo o fato de que um professor pode utilizar o *Homem-Aranha* para levar seus alunos a discutir o conceito físico de *momento* ou a *gravidade*, assim como é possível utilizar outros personagens para discutir outros conceitos das ciências, sejam exatas, humanas ou biológicas.

Em *Homem-Aranha*, Kakalios discute o conceito de momento em uma cena trágica da revista, quando a personagem Gwen Stacy está caindo da ponte do Brooklyn em direção a água, quando ao ser atingida por uma teia que tinha como objetivo salvar a sua vida, morre. Kakalios começa calculando a velocidade da queda da personagem:

To determine the forces that acted upon Gwen Stacy, we first need to know how fast she was falling when the webbing stopped her. In our previous discussion of the velocity required for Superman to leap a tall building in a single bound, we calculated that the necessary initial velocity v was related to the final height h (where his speed is zero) by the expression $v=2gh$ where g is the acceleration due to gravity. The process of falling from a height h with initial velocity $v=0$, speeding up due to the constant attractive force of gravity, is the mirror image of the leaping processes that got him to the height h in the first place. (KAKALIOS, 2005, pg 63)¹

Após determinar a velocidade da queda e discutir sobre o efeito da resistência do ar em um objeto que seja arremessado para cima ou que esteja em queda, o Dr. Kakalios destaca o seguinte:

¹ Para determinar as forças que atuaram em Gwen Stacy, primeiro precisamos saber quão rápido ela estava caindo quando a teia fez com que ela parasse. Em nossa discussão prévia sobre a velocidade requerida para que o Super-Homem pulasse sobre um prédio, nós calculamos que a velocidade inicial v estava relacionada com a altura final h (onde a velocidade é zero) pela fórmula $v=2gh$ onde g é a aceleração devido a gravidade. O processo de cair de uma altura h com velocidade inicial $v=0$, acelerando devido a atração constante da força gravitacional, é o movimento espelhado dos processos do salto que fizeram com que ele alcançasse aquela altura em primeiro lugar. (Tradução do autor)

The upshot is that we can employ the expression $v=2gh$ to calculate Gwen Stacy's speed right before she is caught in Spider-Man's webbing. Assuming that Spidey's webbing catches her after she has fallen approximately 300 feet, Gwen's velocity turns out to be nearly 95 mph. Again, air resistance will slow her down somewhat, but as indicated in fig. 6, she is falling in a fairly streamlined trajectory. As we are about to discuss, the danger for Gwen is not the speed but the sudden stopping that the river would provide. (KAKALIOS, 2005, pg 63).²

Após isso o Dr. Kakalios destaca que a morte da personagem na revista possa ser devido a uma redução brusca de sua velocidade, onde ao invés dela ir gradualmente de 152,8km/h para 0, ela faz esta transição em uma fração de segundo, o que é o suficiente para fraturar o pescoço da personagem.

O foco desta pesquisa não é falar do *Homem-Aranha* nem do *Willie E. Coyote*, apesar das histórias do Homem-Aranha em diversos momentos citar uma das palavras chave desta tese, a *radioatividade*. As histórias ficcionais escolhidas neste trabalho são *Watchmen* (1986), obra escrita por Alan Moore e ilustrada por Dave Gibbons e a prequel *Before Watchmen: Dr. Manhattan* (2012), escrita por J. Michael Straczynski e ilustrada por Adam Hughes.

2.1 O CONTEXTO

Watchmen traz ao leitor a oportunidade de observar um mundo com heróis diferentes daquilo que costuma ser exibido nas páginas das outras revistas da *DC Comics* ou de sua rival *Marvel*. Nas histórias de Moore existem sim os heróis, mas eles não são moralmente idealizados como é comum em personagens icônicos como o *Capitão América*, e a maioria deles não possui poderes sobre-humanos como é tão comum nas páginas das histórias em quadrinhos. Em *Watchmen* houve uma época em que criminosos resolveram usar máscaras e codinomes para praticar

² A conclusão é que podemos empregar a fórmula $v=2gh$ para calcular a velocidade de Gwen Stacy antes dela ser parada pela teia do Homem-Aranha. Assumindo que a teia do *Aranha* a pegue após ela cair aproximadamente 300 pés (90 metros), a velocidade de Gwen é de aproximadamente 95 mph (152,8 km/h). Novamente, a resistência do ar vai reduzir a sua velocidade um pouco, mas como discutido na figura 6, ela está caindo em uma trajetória quase em linha reta. Como estou prestes a discutir, o perigo para Gwen não é a velocidade mas a parada brusca que seria proporcionada pelo rio (Tradução do autor).

crimes, assim não seriam reconhecidos e poderiam caminhar incógnitos entre as pessoas até resolverem atacar novamente. Como nem sempre a polícia era capaz de enquadrar e encarcerar estes criminosos eles não precisavam se esconder por muito tempo, com sua identidade oculta poderiam voltar as ruas em pouco tempo.

A medida que esta prática se popularizava entre os criminosos e a polícia se frustrava com a reincidência de crimes e com o fato de ser mais difícil agir contra sujeitos violentos quando não se pode atirar para matar, alguns cidadãos (normalmente vinculados a polícia ou ao exército) resolveram copiar a ideia: se fantasiaram, colocaram máscaras, e resolveram lutar contra o crime. Enquanto protegessem suas identidades poderiam fazer o que a polícia não podia: ir até as últimas consequências contra estes criminosos, se preciso até matar para tirá-los das ruas de uma vez. Estes foram os *Minutemen*, fundados em 1939 para lutar contra os vilões que o sistema tinha dificuldades para derrotar.

A medida que os anos se passaram os *Minutemen* foram saindo da ativa, alguns por quê morreram, outros por problemas de saúde e alguns apenas se aposentaram, até que por fim apenas sobrou um dos Minutemen, cuja alcunha era O *Comediante*, um homem truculento, afiliado ao exército e ao governo norte-americano.

Em 1966 com os Estados Unidos passando por todo tipo de crise, um dos heróis aposentados dos Minutemen que utilizava a alcunha *Capitão Metrópolis* resolve reunir um novo time de heróis, os únicos convocados para a reunião que tinha como objetivo criar os Crimebusters(nome da nova equipe) que fizeram parte dos Minutemen foram ele próprio e o Comediante. Além deles convocaram os heróis *Rorschach*, *Silk Specter*, *Coruja* (também houve um Coruja nos Minutemen, porém ambos são personagens diferentes que utilizam o mesmo pseudônimo), *Ozymandias* e o único personagem com superpoderes em *Watchmen*, o *Dr. Manhattan*.

Uma vez reunidos os Crimebusters (que haviam sido separados em duplas) eles voltaram a lutar contra o crime em Nova York. Com o tempo a popularidade dos Crimebusters despencou com o público graças a algumas afirmações racistas e xenofóbicas por parte do Capitão Metrópolis (antes que este morresse em 1975) e com o governo graças ao excesso de violência utilizada por um dos Crimebusters (*Rorschach*), que deixava rastros de sangue cada vez que investigava um crime, frequentemente nem sobrando bandidos para serem julgados. Em 1977 graças a queda em popularidade o governo norte-americano aprova uma lei chamada *The*

Keene Act, que autoriza os mascarados a se registrarem como funcionários às ordens do governo ou a se aposentarem com anistia por seus crimes, aqueles que continuarem atuando como heróis mascarados sem a filiação governamental seriam considerados criminosos. Quando isso acontece o Comediante, o Dr. Manhattan e a Silk Spectre se afiliam ao governo, o Coruja se aposenta mas mantém a identidade em segredo, o Ozymandias se aposenta mas revela sua identidade e aproveita sua fama conquistada para ganhar milhões com produtos que utilizam seu alter ego heroico como símbolo e o Rorschach é o único que segue lutando contra o crime, mesmo que isso faça com que ele entre para a lista de procurados da polícia.

A história de *Watchmen* se passa em 1985, na década final da guerra fria, em uma América do Norte que vive sob a sombra agourenta do relógio do juízo final³ e aterrorizado com a possibilidade de um conflito entre um Estados Unidos e uma União Soviética que possuem bombas atômicas em quantidade o suficiente pra extinguir a vida humana no planeta, ainda mais com Richard Nixon como presidente dos Estados Unidos (em *Watchmen* os repórteres que revelaram os escândalos de Watergate são assassinados, o que faz com que Nixon nunca seja exposto e seja reeleito repetidas vezes). Leia abaixo um resumo da trama de *Watchmen*, segundo sua versão cinematográfica, na versão impressa o final é levemente diferente, porém possui a mesma essência/objetivo.

A trama se desenrola quando Rorschach vai investigar um assassinato em Nova York e descobre que o homem que morreu era Eddie Blake, o Comediante, após fazer esta descoberta Rorschach resolve investigar o caso a fundo e cria uma teoria de que há um assassino de mascarados a solta, isto faz com que o vigilante vá atrás de seus antigos aliados com o propósito de alertá-los e descobrir se algum deles possui informações que possam levar ao assassino.

A medida que Rorschach faz suas visitas para alertar seus ex-aliados primeiro Rorschach visita o Coruja, seu antigo parceiro de vigilância (os crimebusters

³ O relógio o juízo final é um relógio simbólico mantido desde 1947 pelo comitê de diretores da Bulletin of the Atomic Scientist da Universidade de Chicago. Quando o relógio foi inaugurado ele foi definido em 7 minutos para a meia noite. Como é de se esperar por seu nome, o relógio do juízo final marca a distância entre a humanidade e uma catástrofe global com potencial para extinguir a humanidade, quando ele foi construído a maior preocupação era uma guerra nuclear. O mais próximo que o relógio já foi ajustado foi 2 minutos para a meia noite em 1953 (no mundo real), enquanto no universo ficcional de *Watchmen* ele alcança 1 minuto para a meia noite.

O relógio existe até hoje e no momento marca 3 minutos para a meia noite, não levando em consideração apenas a probabilidade de uma guerra nuclear, mas também catástrofes ambientais e epidemias. A checagem do relógio pode ser feita em <http://thebulletin.org/>.

trabalhavam em duplas), que acha que Rorschach está sendo paranoico. Após alertar o Coruja, Rorschach invade uma instituição militar que agora é a cada de Dr. Manhattan e Silk Specter. Nesta primeira aparição do Dr. Manhattan nos deparamos com uma figura colossal, azul brilhante e que possui um corpo tão idealizado que é digno de esculturas gregas. Dr. Manhattan é o único personagem com poderes na história de Watchmen, tendo seus poderes relação com física atômica e frequentemente sendo comparado dentro da narrativa com o Super-homem ou com Deus. No momento em que Rorschach vai falar com Manhattan este é Colossal pois escolheu ser assim, sua estrutura física é reflexo de sua consciência e por isso ele pode escolher sua estatura. Mas este é um assunto posterior.

Após falar com Dr. Manhattan e, Silk Specter se surpreende por saber da morte do Comediante, algo que não chama a atenção do Manhattan, mas eles não acreditam na teoria do assassino de mascarados. Rorschach tenta discutir e é teletransportado (outro dos poderes do Dr. Manhattan) para o lado de fora do muro da instituição.

Após isso Coruja vai visitar o único dos Crimebusters que ainda não foi alertado: Adrian Veidt, o Ozymandias. Ozymandias é um visionário, ele é o único dos Crimebusters cuja identidade foi revelada após o ato Keene, ele aproveitou a exposição instantânea para fazer fortuna vendendo livros e action figures sobre sua atuação como Ozymandias, além disso, Veidt é considerado na narrativa o homem mais inteligente e mais rápido do planeta, sendo que ele possui uma aliança permanente com Manhattan para tentar resolver alguns problemas da humanidade. Quando o Coruja se aproxima de Veidt este esnoba a teoria do assassino de mascarados, acusando Rorschach de ser paranoico.

Pouco depois Manhattan e Silk Specter tem uma briga e ela diz não aguentar mais a responsabilidade de ser o que o Dr. Manhattan diz ser 'seu único elo para com a humanidade'. Após a briga ele dá uma entrevista para uma emissora norte americana, porém um repórter passa a incriminar o personagem de causar câncer nas pessoas a sua volta devido a sua natureza incomum. Ao longo desta entrevista Manhattan se irrita e se transporta para outro planeta. Ao longo do desenrolar da história Rorschach cai em uma emboscada cujo objetivo era fazer com que ele fosse encurralado pela polícia. Sua prisão e uma série de outros acontecimentos levam o Coruja e a Silk Specter a voltarem a ativa, que soltam Rorschach da cadeia. Pouco depois Manhattan retorna e chama Silk Specter para

conversar com ele em outro lugar. Enquanto conversam uma explosão ocorre no centro de Nova York (e em diversas outras grandes cidades), a explosão possui um tipo de energia semelhante à energia gerada pelo Dr. Manhattan, fazendo com que o mundo acredite que ele é o culpado.

Enquanto isso o Coruja e Rorschach vão atrás de Ozymandias para investigar uma pista que possuem sobre o 'assassino de mascarados', não o encontram e passam a vasculhar o prédio de sua empresa, quando isso acontece encontram pistas que o ligam ao assassinato do Manhattan e à incriminação do Dr. Manhattan, e vão atrás dele em outra instalação de sua empresa, na Antártica. Pouco depois o Dr. Manhattan retorna pra terra e vê a destruição provocada pela sua assinatura energética e imediatamente sabe que apenas Ozymandias possui tecnologia para isso.

Quando coruja e Manhattan alcançam a instalação na Antártica também chegam o Dr. Manhattan e a Silk Spectre, Adrian Veidt já estava esperando que aparecessem. Lá Ozymandias revela seu plano, em que pretendeu criar um inimigo muito poderoso para que a terra se una contra um oponente comum e encontre a paz entre si, ele aprendeu a copiar a assinatura energética de Manhattan em projetos que ambos trabalharam em conjunto e utilizou isso para incriminar o Dr. Manhattan, que com seus poderes sobre-humanos seria um inimigo que provocaria temor o suficiente para unir todas as nações.

Todos concordam que isso deve acontecer, com exceção de Rorschach, que em sua convicção de revelar a verdade e fazer justiça acaba sendo morto pelo próprio Dr. Manhattan. Todos os outros envolvidos acreditam que o plano de Ozymandias teve êxito e que a humanidade passará por um período de paz mundial, porém a última ação de Rorschach antes de confrontar Ozymandias foi deixar um diário com toda a sua investigação (e pistas incriminando Adrian Veidt) na caixa de correio de um jornal. Deixando um final em aberto onde aparentemente esta paz na terra não tenha durado tanto tempo quanto se esperava.

Na versão impressa o final da trama é diferente, onde em vez de incriminar o Dr. Manhattan, Adrian Veidt paga uma equipe de cientistas para criar um monstro que é então solto no centro de Nova York e faz questão que o monstro tenha características que o liguem ao próprio Ozymandias, fazendo assim com que ele próprio se torne o antagonista da humanidade e seja a causa da paz mundial, o fim onde Rorschach é morto e a parte sobre o diário de investigações é o mesmo.

2.2 DR. MANHATTAN

Ao longo da narrativa a figura do Dr. Manhattan é a que mais tem destaque, tanto por seus poderes quanto por sua natureza enigmática. O Dr. Manhattan foi um físico chamado John Osterman. Filho de relojoeiro e de origem judaica, John e seu pai fugiram da Europa durante a Segunda Guerra Mundial, sua mãe também tentou fugir mas se sacrificou atraindo para si a atenção de soldados que estavam prestes a descobrir seu filho escondido, e assim foi morta. Quando já viviam nos EUA, John e seu pai ficaram sabendo do fim da Segunda Guerra Mundial e das bombas de Hiroshima e Nagasaki, o que fez seu pai repensar o mundo em que viviam e dizer que seu filho deveria estudar física nuclear. Foi o que John fez.

Como físico John participava de um projeto que estudava o campo eletromagnético das moléculas. Um dos aparelhos do local fazia testes onde o objetivo era criar uma carga elétrica tão grande que desregula este campo, fazendo com que as coisas se desintegrem. John esquece um relógio que vinha tentando consertar dentro da máquina, quando volta para buscar não dá tempo de sair, a máquina trava e John fica preso ali dentro, segundos antes do próximo teste. Não há nada que possa ser feito para parar o aparelho.

John é desintegrado, fazem um funeral simbólico para ele, o caixão está vazio, não sobrou corpo para enterrar. Algum tempo depois surgem boatos de que sua alma assombra o laboratório, gritos são ouvidos no corredor, um dia um zelador vê um sistema nervoso com olhos brilhando no ar, segundos depois a aparição desaparece. Outro dia alguém vê um esqueleto com alguns músculos aparecer agonizando em dor, isto se segue por algumas semanas.

Um dia os funcionários do laboratório estão almoçando e uma força eletromagnética muito intensa começa a agir no refeitório, fazendo com que pratos e talheres se movam e liberem eletricidade, então com um clarão no meio do refeitório surge a figura de um homem pairando no ar, este homem está nu, tem uma estrutura anatômica perfeita, quase idealizada e emite um brilho azulado. É John Osterman, em sua nova forma.

A ideia por trás dos poderes de John é que ele seja capaz de alterar seu próprio campo eletromagnético, é como na câmara seu corpo tenha se desintegrado, porém sua mente não. Quando percebeu que era capaz de manipular os campos eletromagnéticos em um nível atômico ele percebeu que podia voltar a vida, John

era filho de relojoeiro, tudo que precisava fazer era colocar as peças de volta na ordem certa. As aparições que “assombravam” o laboratório eram John aprendendo a controlar seus poderes e tentando reestruturar seu próprio corpo.

A partir daí John Osterman se torna um símbolo, o departamento de defesa do governo dos Estados Unidos resolve dar para ele um nome e um símbolo (tentando fazer com que ele vista as cores da bandeira norte americana). Ele aceita o nome Dr. Manhattan (que faz alusão ao projeto Manhattan), porém ele recusa o símbolo, invés disso usa um símbolo cujo poder ele verdadeiramente admira e respeita, o átomo de hidrogênio.

Entre os poderes de John estão – como mencionado anteriormente – a habilidade de modificar as moléculas de si ou de outros através do campo eletromagnético, isto também permite que John altere seu tamanho, levite, desintegre ou transporte a matéria de outros, levite objetos ou leia a mente de alguém acessando os sinais elétricos do cérebro. Além disso John não envelhece, é capaz de dividir a própria consciência em vários corpos e percebe seu passado, presente e futuro simultaneamente, o que faz com que ele pareça onisciente (porém ele só é capaz de ver aquilo que tiver de alguma forma relação com sua própria existência). Esta última habilidade proporciona em muitos momentos oportunidades para que o leitor reflita a respeito do princípio de incerteza de Heisenberg ou sobre o famoso Gato de Schrodinger.

Ao longo da narrativa a figura do Dr. Manhattan é indispensável para levantar a discussão do enfoque CTS, afinal ele não é apenas um personagem de história em quadrinho, mas sim uma metáfora para a tecnologia nuclear e suas consequências em um período de grandes tensões internacionais, a Guerra Fria, além de em alguns momentos da revista ser tratado mais como um conceito do que uma pessoa.

Watchmen é uma história que pode ser abordada por diversos ângulos, sendo que aqueles que aparecem em destaque são o ponto de vista histórico, social, geográfico, científico e filosófico, sendo que já existem diversas análises espalhadas pela internet ou pelas bancas. Esta pesquisa tem como enfoque a discussão científica, envolvendo a energia atômica, a radiação, a física moderna e o enfoque CTS. Estas características serão discutidas posteriormente nos capítulos quatro e cinco, sendo que o quarto capítulo tem como enfoque a física presente em

Watchmen e o quinto foca na problematização CTS presente nas páginas das revistas e nas cenas do filme.

3 UM RELÓGIO SEM UM RELOJOEIRO

Existem muitos tipos de leitura. O leitor que folheia uma revista no consultório de um dentista enquanto espera ser atendido raramente dedica a mesma atenção que um leitor que está lendo um livro de receitas, por exemplo. O problema é que para o leitor distraído muita coisa relevante acaba passando despercebida, e isso é comum na leitura de histórias em quadrinhos.

Algumas histórias são apenas um aglomerado de falas ameaçadoras e trocadilhos engraçados intercalados por onomatopeias e cenas de ação, e mesmo estas histórias tem detalhes enriquecedores que servem para recompensar o olho atento. Quando se trata de uma Graphic Novel (história em quadrinho para um público mais maduro) a atenção pode significar a compreensão ou não do enredo como um todo ou a percepção de pequenos detalhes que acabam esclarecendo aquelas pequenas gafes na história, ou criando novos mistérios. Nas Graphic Novels de Alan Moore a ilustração e o texto não podem ser classificados como se um fosse mais importante que o outro, ambos têm igual valor e exigem atenção por parte do leitor. Moore utiliza um texto complexo e repleto de referências, muitas vezes relacionadas a coisas de fora da revista, ao mesmo tempo que as ilustrações de suas revistas são repletas de pistas e simbologia para recompensar o leitor que não folheia a revista casualmente.

Pode também ser dito que em *Before Watchmen – Dr Manhattan*, Straczynski e Hughes conseguiram fazer jus a uma história derivada de um texto de Moore e Gibbons, com a mesma riqueza de detalhes, com um texto rico e inspirador, com ilustrações e layout inovadores e criativos, e até me atrevo a dizer que superaram os autores originais neste último detalhe, e principalmente: com muita, muita ciência.

Este capítulo é dedicado aos conceitos científicos e referências presentes nas revistas, que em alguns casos são uma parte importante da história, em outros são um belo presente, uma recompensa para o leitor. Seja como for, estes conceitos estão presentes e precisam de alguma atenção do leitor para não passar despercebidos. Devido a necessidade de atenção é necessário que um professor que utilize estas HQs para ensinar ciência auxilie os alunos fornecendo as

informações necessárias para uma compreensão profunda de alguns destes conceitos.

3.1 A FÍSICA EM WATCHMEN

Dentre os conceitos apresentados frequentemente, um que aparece com frequência é a teoria de muitos mundos da mecânica quântica, baseada na interpretação de Copenhague e muito bem ilustrada pelo experimento mental do gato de Schrodinger, experimento este que se popularizou graças a cultura pop, especialmente à série *The Big Bang Theory*.

Figura 3 Before Watchmen - Dr. Manhattan, pg 4.



Fonte: Straczynski; Hughes, 2012. Volume único.

A revista ilustra isso do ponto de vista do observador, explicando que quando existem n possibilidades para algo, até que este algo aconteça todas as possibilidades são reais, isto é ilustrado na revista utilizando uma caixa de presente fechada, até que o observador esteja olhando para o conteúdo da caixa ela pode ter qualquer coisa que caiba em seu volume.

A famosa caixa de Schrodinger é um experimento mental que ilustra isso, neste experimento as pessoas são convidadas a imaginar uma caixa contendo um gato, um pouco de veneno e um mecanismo que pode ou não liberar o veneno dentro da caixa. Se o veneno for liberado o gato morrerá, se o veneno não for liberado ele ficará vivo, quando se pensa neste experimento a ideia é que o observador perceba que enquanto a caixa estiver fechada o gato pode estar tanto vivo quanto morto, para o observador as duas possibilidades são igualmente prováveis, fazendo com que o observador entenda que do ponto de vista da física quântica o estado do gato só se torna evidente para quem o observa, observar o seu invólucro apenas abre duas possibilidades. No exemplo que vemos acima, retirada de *Before Watchmen – Dr. Manhattan* temos muito mais que duas possibilidades, temos uma caixa fechada na qual o observador só sabe que dentro dela tem um presente para um garoto, dentro das dimensões físicas da caixa pode ser qualquer coisa: como ilustra a imagem, enquanto a caixa estiver fechada ela contém um gato, um urso ou uma luva e bola de basebol. Enquanto a caixa está fechada ela também contém um boneco de ação, um estilingue, um par de patins ou tantas outras coisas.

Esta ideia se encaixa no princípio da incerteza de Werner Heisenberg, que tem como referência determinar a posição e velocidade de um determinado elétron de um átomo. Este princípio evidencia que é possível determinar com precisão qualquer uma das duas características (velocidade ou posição), mas ao definir uma a outra fica aberta a inúmeras possibilidades.

Halliday e Walker (1995, p.187) explicam que: «é preciso, porém, que se entenda que nenhuma imagem mental concreta, envolvendo simultaneamente onda e partícula é possível no mundo quântico». E a continuação citam a Paul Davis, físico e escritor de ciência, quem escreveu: «É impossível visualizar uma onda-partícula, portanto, não tente».

Heisenberg mostrou como a pergunta determina a resposta, em relação ao caráter dual das micropartículas. Niels Bohr (1995) discute o seu princípio da Complementaridade para acomodar o caráter dual: onda-partícula, as manifestações reveladas segundo o experimento, o último interpretado segundo o referencial teórico disponível: «modelo de onda» e «modelo de

partículas». O paradoxo dos experimentos clássico derivado do princípio de Complementariedade mostra o caráter contraditório do comportamento da matéria, segundo os modelos, na medida que eles são levados para outro contexto (o micromundo). As categorias partícula e onda são abstrações, modelos. A contradição é apenas em relação ao sentido que ditas noções têm na interpretação dos resultados das experiências, a contradição surge na aplicação de ditas noções a um contexto, no qual precisam ser resignificadas em relação a sua origem.(NUÑES, et al., 2003, pg 3)

Isto acontece porquê é muito simples definir a posição e velocidade de objetos grandes, como um avião ou uma pessoa correndo, porém quando algo é muito pequeno, como um átomo, os próprios instrumentos de medição não são capazes de medir ambas as características com precisão, por isso são criadas estimativas onde existem n possibilidades. Durante este período de incertezas, do ponto de vista de um observador é como se todas elas fossem reais até que haja uma realidade definida.

Esta ideia é apresentada inúmeras vezes ao longo de Before Watchmen – Dr. Manhattan, o fragmento anterior exemplifica isso utilizando o exemplo da caixa como um objeto contendo muitas possibilidades, mas a teoria de muitos mundos é ilustrada em outros momentos da revista de formas bem diferentes.

Figura 4 Before Watchmen - Dr. Manhattan, recorte da pg. 33.



Fonte: Straczynski; Hughes, 2012. Volume único.

O fragmento acima é um de muitos nos quais o autor nos apresenta diferentes mundos com pequenas diferenças, onde o fator determinante para que uma série de acontecimentos desencadeasse nestes mundos é simplesmente a escolha do observador – O Dr. Manhattan – em algum momento de sua existência. As revistas trabalham o tempo como algo não linear, e por isto o fator que determina estas ações pode tanto ser algo que já foi como algo que vai vir a ser, no fragmento da ilustração 4 temos uma ruptura no fim da página, representada pelo quadro rasgando. Após estas páginas há uma sequência de acontecimentos mais sérios e dramáticos desencadeados pelos mesmos.

Figura 5 Before Watchmen - Dr. Manhattan 36/37.



Fonte: Straczynski; Hughes, 2012. Volume único.

Ambos os lados são acontecimentos em realidades paralelas que tomaram rumos diferentes a partir de algum ponto comum, cada quadro de ambas as imagens equivale a um mesmo tempo em uma diferente série de eventos, onde o que

desencadeou cada realidade pode ter sido algo que pareça insignificante, como quando John precisa decidir entre seguir para esquerda ou para direita.

Segundo Ostermann (2005), a teoria dos muitos mundos gira em torno da ideia de que todos os valores possíveis de uma propriedade medida “acontecem” simultaneamente, fazendo com que ocorram simultaneamente em universos diferentes. Em *Watchmen* isto é ilustrado como as diversas linhas temporais apresentadas na revista. Conforme o resultado de alguma decisão do Dr. Manhattan, ele, no caráter de observador quântico é capaz de observar todas as possibilidades, fazendo com que a revista possa nos apresentar este conceito a partir do ponto de vista do protagonista. Esta teoria foi proposta por Hugh Everett III em 1957, esta linha de pensamento originou-se entre grupos da área da teoria quântica da relatividade geral.

Isto pode ser melhor exemplificado quando a revista nos traz uma separação entre John Osterman e Dr. Manhattan, entre um mundo em que exista um ser capaz de moldar a matéria de tal forma que haveria uma revolução científica drástica derivada de sua existência ou um mundo onde no lugar de tal entidade existe um físico brilhante, mas que não deixa de ser humano e se traz qualquer revolução, isto acontece a partir de meios e no tempo que um humano o faria.

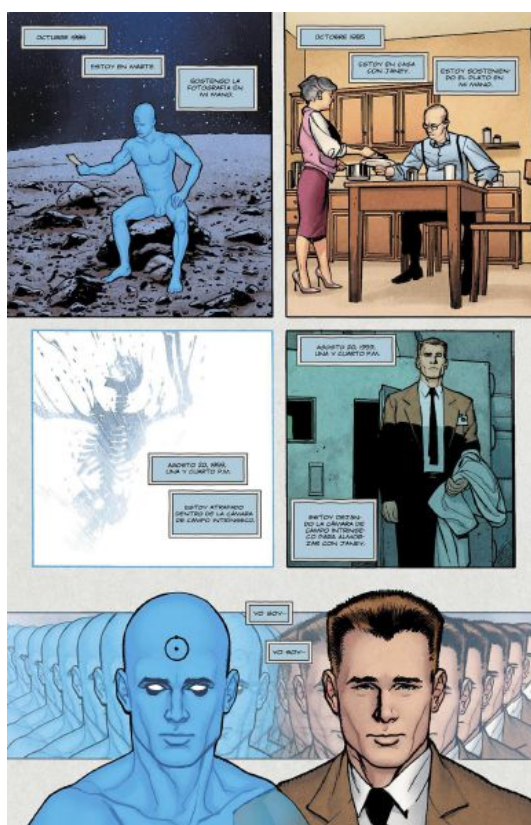
A interpretação de Copenhague faz uma distinção clara entre observador e ente observado: quando não há observador, o sistema evolui deterministicamente, segundo a Equação de Schrödinger, mas na presença do observador, a função de onda sofre um colapso – o ato de observar o sistema, muda o sistema. Na interpretação dos Muitos Mundos, observador e ente observado são modelados conjuntamente, não há colapso da função de onda e a MQ continua, portanto, sendo determinística, sem recorrer às variáveis ocultas. Isso foi uma clara tentativa de resgatar o determinismo. No entanto, a grande dificuldade da interpretação dos muitos mundos está no fato de que estes mundos formam um conjunto de subsistemas complexos, causalmente conectados, que não interferem uns com os outros. Em termos de autoestados, e uma das componentes da superposição Ψ , uma das “notas do sistema”, que representa um dos macroestados possíveis. (OSTERMANN, 2005, pg 8)

É claro que a medida que estas diferenças são apresentadas esta narrativa é tratada a partir do ponto de vista do observador quântico, da entidade quase divina que John Osterman veio a ser, e que em sua capacidade de observar diferentes linhas temporais e universos tenta entender um mundo onde ele não existisse, um mundo onde tivesse tido tempo para buscar o relógio e, em vez de se preocupar em

reconstruir as engrenagens do corpo humano tivesse que se preocupar apenas em reorganizar as engrenagens do relógio.

Ao longo de suas observações o Manhattan presencia um John Osterman capaz de viver uma vida normal, onde, ironicamente, nunca consegue consertar o relógio, como se fosse um lembrete constante de uma realidade que devia ter acontecido, mesmo que John não saiba disso.

Figura 6 Before Watchmen - Dr. Manhattan, pg 50.



Fonte: Straczynski; Hughes, 2012. Volume único.

O princípio de incerteza é só uma das características de John que fazem menção aos estudos científicos de átomos e moléculas, a própria coloração do personagem remete dos princípios da radiação de Cherenkov, algo que pode ser observado em reatores nucleares. Quando partículas muito rápidas ou dotadas de muita energia atravessam um meio transparente, fazem com que uma luz azulada seja emitida.

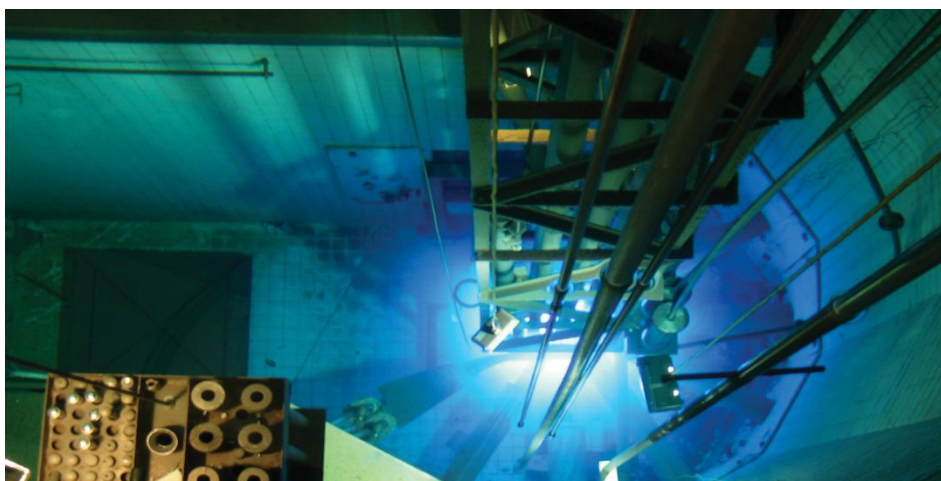
Uma pequena fração da energia perdida pelas partículas em colisões suaves pode ocorrer por emissão de radiação de Cherenkov (trata-se da emissão de luz, com λ predominantemente na faixa azul do espectro, que ocorre quando uma partícula atravessa um meio com velocidade maior que a velocidade da luz naquele meio,

que vale c/n , onde n é o índice de refração da luz no meio. A luz azul que se vê na piscina do reator nuclear nas proximidades do combustível nuclear é a radiação de Cherenkov).(OKUNO; YOSHIMURA, 2010)

No caso de reatores nucleares a água utilizada para o resfriamento acaba contribuindo para a emissão desta luz. No caso do Dr. Manhattan acredita-se que a coloração dele seja azul por que suas moléculas estão em constante movimento, por isso ele está constantemente emitindo luz e energia. Isto é evidenciado ao longo das revistas em inúmeros momentos, como quando a personagem *Silk Specter* menciona que beijar o Dr. Manhattan é como beijar uma pilha, o que deixa claro que ele não possui a pele como um humano, é como se ela fosse composta de energia, ou quando ele aparece para dar entrevista a um jornal, que o repórter reclama que ele é muito claro para a televisão e não dá tempo de maquiá-lo, e então após alguns segundos de concentração o Dr. Manhattan reduz a sua emissão de luz.

A única razão pela qual na mitologia da HQ o Dr. Manhattan tem um corpo é pela sua capacidade de manipular as moléculas utilizando campos eletromagnéticos, o movimento destas moléculas acaba gerando energia e luz, quando John reduz a velocidade destas moléculas sua forma se torna menos brilhante, assim como ele é capaz de dispersá-las e reuni-las novamente, assim se teletransportando.

Figura 7 Reator nuclear da McMaster University, no Canadá.



Fonte: McMaster Nuclear Reactor Official Website. <https://mnr.mcmaster.ca>

Apesar dos artifícios fantásticos comuns as histórias em quadrinhos há na narrativa de Moore sempre algum elemento que faça menção ou referência aos conceitos científicos ligados a determinado assunto, no caso do Dr. Manhattan.

Em *Watchmen* o personagem é um símbolo do poder atômico norte americano, sendo em inúmeros momentos comparado a Deus ou ao Super-homem. A presença do personagem provoca no universo paralelo de *Watchmen* um forte avanço nas tecnologias e um aumento drástico da influência norte americana em relação aos outros países, alterando até mesmo o resultado da guerra do Vietnam. Porém ao mesmo tempo que o Dr. Manhattan é um símbolo do poder atômico, também é perceptível que de certa forma ele simboliza o descontrole do homem sobre a ciência e a tecnologia. Na narrativa o Dr. Manhattan tem poucos laços para com a humanidade, sendo que o maior deles é a Laurie (Silk Spectre) por quem ele é apaixonado, à medida que ele se afasta da personagem ele se afasta cada vez mais de toda a raça humana e passa a ver menos sentido na vida das pessoas. Uma cena icônica em relação a isso é durante a cena da entrevista, quando pouco depois de ter uma grande briga com Laurie, John é questionado sobre o fato de muitas pessoas próximas a ele terem desenvolvido câncer, a resposta de John é que se alguém tem câncer ou não, não importa, afinal o corpo doente e o corpo saudável possuem essencialmente a mesma quantidade de moléculas.

Figura 8 Uma das capas alternativas de Before Watchmen - Dr. Manhattan.



Fonte: Sienkiewicz, 2012. Capa alternativa de Before Watchmen - Dr. Manhattan.

Ao longo das revistas há um enfoque em três aspectos da utilização de elementos radiativos pela humanidade, sendo estes:

1 – Os armamentos nucleares, tendo como marco histórico maior as explosões em Hiroshima e Nagasaki na segunda guerra mundial.

2 – A geração de energia em larga escala, sem depender de petróleo e carvão.

3 – Os efeitos nocivos da radioatividade no ser-humano e o frequente desconhecimento disso por parte da população afetada.

Além disso também deve ser lembrado que existem outras utilizações da radiação para melhorar a qualidade de vida das populações, como sua utilização na indústria alimentícia, na indústria de telecomunicação e na medicina (como a radioterapia onde utiliza-se radiação de forma controlada para destruir ou impedir o aumento das células de tumor). A utilização de radiações nas mais diversas áreas é algo que pertence a contemporaneidade, tendo em vista que as radiações passaram a ser compreendidas pelo ser humano a relativamente pouco tempo.

3.2 UMA BREVE HISTÓRIA DAS RADIAÇÕES.

Este tópico é um resumo da história das radiações segundo Sousa (2009), retirado da dissertação Física das Radiações: uma proposta para o Ensino Médio.

A descoberta das radiações começa em 1895 com o físico holandês Wilhelm Conrad Röntgen, que descobriu acidentalmente os Raios-X. Röntgen estava fazendo experimentos sobre luminescência utilizando descargas elétricas, ele tinha uma tela tratada com platino cianeto de bário (um elemento radioativo) e em determinado momento percebeu a tela emitir luz sem que o experimento estivesse acontecendo, Wilhelm acreditou que algo estivesse afetando a tela e começou a interferir no ambiente, mudar coisas de lugar, por objetos entre a tela e possíveis emissões, e o brilho não cessava, em certo momento colocou sua mão perto da placa e pôde enxergar seus ossos. A princípio o cientista ficou tão perplexo com sua descoberta que passou semanas fazendo novos experimentos antes de ter coragem de divulgar para alguém. Em 1 de janeiro de 1896 ele enviou relatórios com anexos de fotos das suas mãos com os ossos visíveis para a comunidade científica, que imediatamente percebeu as aplicações destas emissões na medicina. Ainda assim Röntgen pôde detectar o fenômeno sem entender a natureza do mesmo, por isso o nome raios-X, pois o X na matemática representa um valor desconhecido.

Tendo tomado conhecimento da descoberta de Röntgen, um físico francês chamado Antoine Henri Becquerel se perguntou se havia relação entre os raios-X e a fluorescência, ou seja, se substâncias fluorescentes emitiam raios-X. Becquerel descobriu que muitos elementos não produziam efeito e passou a usar materiais fosforescentes, ou seja, que brilham no escuro. Experimentou com sulfato de potássio e sal de urânio, para isso cobriu uma chapa fotográfica com folhas de papel escuro grosso, se certificou de que o papel era tão espesso que a chapa não mancharia nem se ficasse o dia todo exposta ao sol. Após certificar-se disso colocou sobre o papel uma camada da substância fosforescentes e expos tudo ao sol por várias horas. Com a revelação da chapa percebeu a silhueta da substância no negativo, concluindo assim que esta substância emitia radiações que podiam atravessar a folha de papel, era como se o sal de urânio emitisse raios X.

Após isso Becquerel quis repetir a experiência, porém o clima piorou e ele não pôde expor a substância ao sol, na véspera de revelar suas descobertas para a Academia de Ciências de Paris resolveu revelar a chapa mesmo assim, como não houve exposição ao sol esperava encontrar o negativo em branco, para sua surpresa não foi o que aconteceu. Assim Becquerel concluiu que o sal de urânio emitia raios capazes de atravessar o papel mesmo que não fosse exposto ao sol, ou seja, era um tipo diferente de emissão. Essas emissões foram chamadas de raios de becquerel. Pouco depois descobriu que além de escurecer as chapas fotográficas esta emissão ionizava gases, tornando-os condutores de eletricidade. Isso fez com que fosse possível medir a atividade de uma amostra a partir da ionização produzida.

Nesta época um casal de cientistas parisienses havia constatado que as propriedades que segundo Becquerel estavam presentes no urânio eram reais, sendo assim a cientista Marie Sklodowska Curie (1867-1934) e seu marido Pierre Curie (1859-1906) decidiram examinar também todos os elementos conhecidos. Chegaram a conclusão de que o tório tinha características semelhantes ao urânio. Após esta descoberta Marie decidiu analisar os outros minérios naturais e descobriu um mineral de urânio chamado uranita que era três a quatro vezes mais radioativo do que se esperava, assim concluiu que deveria haver alguma impureza na uranita que fosse outro elemento mais radioativo. Em 1898 Marie e Pierre conseguiram isolar a impureza, assim descobrindo um novo elemento que batizaram de polônio. No mesmo ano descobriram um novo elemento altamente radioativo que deram o

nome de rádio. Devido a isso Marie propôs que este fenômeno fosse chamado Radioatividade. Estes estudos renderam dois prêmios Nobel para Marie (química e física), ela foi a primeira mulher a ganhar o prêmio, a primeira pessoa a ganhar dois e uma das poucas pessoas até hoje a ganhar dois prêmios em diferentes áreas do conhecimento.

Uma vez que foram descobertos os Raios X e a radioatividade, um cientista chamado Ernest Rutherford (1871-1937) passou a medir a ionização dos gases provocada pelos raios X e radiações de urânio, os experimentos de Rutherford deram importantes contribuições para a compreensão da natureza das substâncias radioativas. O cientista percebeu em 1898 a existência de dois tipos diferentes de radiações emitidas pelo urânio devido à diferenças de penetração na matéria. Os raios menos penetrantes ele nomeou raios alfa α enquanto os mais penetrantes de raios beta β . Além disso Rutherford pôde concluir que os raios tinham cargas elétricas opostas, pois quando passavam com uma região com um campo magnético ou elétrico eles eram defletidos para regiões opostas. Além dos raios alfa e beta uma terceira forma de radiação foi descoberta pelo cientista Paul Ulrich Villard na França, esta forma de radiação não era afetada pelos campos magnéticos e era muito mais penetrante. O nome dado a este tipo de radiação foi raios gama γ .

Posteriormente a isso Rutherford percebeu que isolando a parte radioativa do sal de Urânio, com o passar do tempo ele perdia a radiação, porém a solução que havia retirado o elemento radioativo recuperava a radioatividade inicial. Trabalhando com o químico Frederick Soddy (1877-1966), Rutherford chegou a conclusão de que acontecia uma transmutação entre elementos. Ao fim de seus estudos Rutherford chegou a conclusão de que a transmutação acontecia da seguinte forma: os átomos radioativos emitem radiações alfa e beta, quando fazem isso suas propriedades químicas sofrem alterações e eles se transformam em outros elementos. Em seus experimentos Rutherford e Soddy conseguiram transmutar o elemento tório-232 em rádio-228.

Esta série de eventos que foram o primórdio do conhecimento científico referente ao estudo das radiações abriram o caminho para que os elementos radioativos fossem aplicados em um grande leque de aparatos tecnológicos, sendo notoriamente utilizados como matéria-prima em armas de destruição em massa, mas também podendo contribuir na conservação de alimentos, no diagnóstico e

tratamento de doenças e em muitas outras coisas, dependendo do tratamento dado a estas tecnologias.

No próximo capítulo é discutida a importância de uma educação com enfoque CTS e como isso pode contribuir para uma sociedade responsável, que utiliza seus recursos naturais e tecnológicos de forma a contribuir para a qualidade de vida da sociedade, e não de forma a destruir de maneira irresponsável seja propositalmente como no caso das bombas atômicas ou acidentalmente como no caso do acidente radioativo de Goiânia.

4 DOIS MINUTOS PARA A MEIA NOITE

Por muito tempo as pessoas trataram a ciência como uma dádiva, como esta força transformadora que vai facilitar todas as nossas vidas e resolver os nossos problemas. Na verdade, mesmo no século XXI não é incomum ouvir pessoas se referirem à ciência desta maneira ou tratarem o conhecimento científico como algo superior e inquestionável. O problema é que com grande poder vem grande responsabilidade, a ciência modificou a vida das pessoas de maneiras que muitos nunca haviam imaginado e trouxeram todo tipo de benefício e conforto, porém é graças ao avanço científico que muitas tragédias vieram também a acontecer.

O movimento CTS procura criticar a visão de que ciência gera tecnologia que gera bem estar que gera riqueza, o que pode ser verdade em alguns casos, porém, alguns avanços científicos podem ter nenhum impacto ou muitos impactos negativos na vida das pessoas influenciadas por isso, mesmo que indiretamente ou a longo prazo, o que contribui para que esta influência passe despercebida

4.1 EDUCAÇÃO CTS

Com o surgimento do movimento CTS e uma crescente preocupação com o meio ambiente e a qualidade de vida das pessoas tem sido cada vez mais comum a educação com enfoque CTS, ou seja, uma prática educacional que procura levar alunos a pensarem de forma crítica e racional às consequências da interação entre ciência, tecnologia e sociedade.

O propósito da educação com enfoque CTS é fazer com que os alunos pensem de uma forma crítica e responsável não só sobre a ciência em grande escala, afinal, não vale de muito falar para um aluno sobre os riscos de uma bomba atômica e não fazer com que ele pense sobre o que acontece com a pilha que ele joga fora em um aterro ou com o óleo que ele despeja no ralo da cozinha. O enfoque CTS procura criar um cidadão responsável, que questiona as consequências das suas ações e busca ajudar a trabalhar em prol de um mundo melhor.

O enfoque CTS é uma necessidade criada por diversos fatores e principalmente pela globalização, conforme defende Monteiro et al. (2012), segundo

os autores, existe hoje uma necessidade de desmistificar a ciência como algo sempre positivo e fazer com que as pessoas pensem nas implicações sociais da mesma, isto a partir de sólidas bases morais e sociais. Ainda segundo os autores, esta é uma discussão cada vez mais em pauta e que tem sido foco da educação de diversos países. A informação rápida e acessível faz com que uma visão crítica sobre diversos assuntos sejam necessários para que um cidadão possa ter uma compreensão e opinião ética e plena sobre as informações que recebe em seu dia a dia.

Esta preocupação em levantar discussões a respeito de CTS surgiu após a segunda guerra mundial quando as potências internacionais se deram conta que o desenvolvimento científico tem um potencial destrutivo muito grande, em contraponto ao potencial benéfico, isso faz com que um pensamento crítico e responsável a respeito da ciência, da tecnologia e da sociedade seja necessário. Ribeiro e Baiardi (2014) debatem os esforços que passaram a ser feitos por diversos governos para estabelecer este debate e inclusive para a troca de conhecimento científico, apesar de ainda existirem barreiras nesta troca pelo fato de ir contra interesses governamentais, pois hoje o poderio científico está diretamente ligado ao poder e relevância de uma nação. Apesar desta resistência existe o esforço para o desenvolvimento de uma ciência responsável e inclusive parcerias internacionais em projetos científicos em prol de um desenvolvimento da sociedade como um todo.

Vasconcellos (2008) ressalta isso e que o ensino de CTS tem sido cada vez mais presente em currículos no mundo todo como consequência de diversos eventos históricos modernos e contemporâneos, tendo como marco maior a destruição provocada pela bomba atômica.

Em sua dissertação Vasconcellos ressalta a necessidade que se faz na formação do cidadão contemporâneo fazer com que ele seja capaz de compreender a relação entre ciência, tecnologia e sociedade. Vasconcellos nos lembra como a menos de um século a ciência e a tecnologia eram tratadas como algum tipo de divindade, onde a humanidade depositava seus desejos e esperança no avanço científico sem levar em consideração que a ação transformadora deste avanço pode também ser negativa.

Por isso a autora conta como em meados das décadas de 60 e 70 começa a surgir a preocupação com a educação com enfoque CTS que procura refletir criticamente os avanços da ciência, tendo como principal preocupação a criação de

pessoas capazes de tomar decisões críticas em assuntos que envolvam ciência e tecnologia e educar as pessoas a respeito do que é a ciência e qual é a função da mesma na sociedade.

A autora aponta também que o Brasil está começando a se dedicar ao ensino com enfoque CTS, algo que não é novidade no país, mas só agora está sendo considerado uma prioridade.

Porém se o objetivo é criar um cidadão crítico e questionador é necessário que os estudantes se interessem de verdade pelo assunto, por isso estratégias inovadoras de ensino se tornam necessárias para a abordagem CTS. Segundo Silva et al. (2014) é necessária a construção de uma consciência crítica a respeito dos efeitos positivos e negativos da ciência e tecnologia em relação a sociedade para possibilitar que o indivíduo busque soluções para os problemas encontrados. A escola frequentemente se mostra como um palco viável para esta discussão, cabendo aos professores conseguirem encontrar em seus conteúdos um motivo para levantar discussões a respeito de ciência, tecnologia e sociedade. Vale ressaltar que o conteúdo com enfoque CTS tem que levar o estudante a observar, refletir e questionar, caso contrário ele não vai alcançar seu principal objetivo: criar pessoas capazes de ter uma visão crítica sobre ciência, tecnologia e sociedade, capazes de fazer escolhas conscientes e buscar soluções coerentes.

Portanto cabe aos professores analisarem a sua grade curricular e ver em quais conteúdos a discussão CTS pode ser trabalhada e como discutir isso com seus alunos. O mais importante é desconstruir a ideia de que a solução de todos os problemas se encontra na ciência e mostrar para eles de que a ciência nos dá muitas ferramentas e possibilidades novas para interagir com o mundo, porém que uma utilização irresponsável disso pode trazer terríveis consequências.

Trabalhar o enfoque CTS na educação abre também possibilidades para um ensino pleno e interdisciplinar, fazendo com que os alunos precisem pensar em conteúdos de diferentes disciplinas e também possibilitando que uma equipe engajada de professores possam fazer projetos interdependentes. Esta interdisciplinaridade intrínseca aos conteúdos CTS se dá exatamente pelo objetivo do movimento CTS de não abordar a ciência de forma isolada, mas de levar em consideração o fator humano envolvido no meio científico e também influenciado por este.

Porém é fato que ensinar uma disciplina que busca um pensamento crítico nos alunos exige algum tipo de abordagem que a torne atraente e interessante aos alunos. No caso do enfoque CTS é necessário despertar neles uma vontade de perceber as relações entre ciência, tecnologia e sociedade no dia a dia, não apenas nas coisas mencionadas por seu professor, porém, discutir o enfoque CTS pode se mostrar um desafio, especialmente quando esta discussão ocorre com um público que tenha tido pouco ou nenhum conhecimento anterior sobre o assunto, o que reafirma a necessidade da busca de meios alternativos para desenvolver a discussão CTS com os alunos.

O enfoque CTS procura criar um cidadão crítico e construir uma sociedade consciente no futuro, aulas que despertem o interesse legítimo dos alunos não são apenas uma sugestão, são uma necessidade. Um cidadão que compreende as relações CTS é um cidadão mais crítico e democrático, pois possui condições para expressar opiniões e tomar decisões bem fundamentadas, pautadas em uma compreensão crítica da influência que a ciência e a tecnologia exercem em sua vida e na sociedade em que vive. Palacios et al. (2003) ressaltam que se espera que um cidadão alfabetizado com enfoque em CTS e que compreenda o assunto o suficiente para exercer um pensamento crítico sobre o mesmo vá buscar informações adicionais referentes a ciência e tecnologia na contemporaneidade, partindo da ideia de que o que afasta as pessoas da busca de conhecimento é com frequência a dificuldade na sua compreensão, porém uma vez que um indivíduo possui uma base necessária para a compreensão de determinados assuntos ele pode buscar novas informações relacionadas com facilidade sempre que tiver alguma necessidade.

Dominguini et al. (2012) resalta que um dos desafios atuais para o ensino de disciplinas relacionadas a ciências é o fato das informações que os alunos recebem em casa e no mundo externo são muito mais atraentes do que uma aula expositiva, e por isso existe um bloqueio para despertar o interesse inicial do estudante, talvez tal bloqueio se deva ao fácil dos alunos considerarem certas disciplinas como mais difíceis que as outras, algo muito comum nas disciplinas relacionadas as ciências exatas, e por essa dificuldade acabarem se desmotivando deste problema, por este motivo, esta pesquisa sugere a criação de um material de estudo e revisão que leva em consideração o uso de organizadores prévios no ensino de física com enfoque CTS.

4.2 AS DISCUSSÕES CTS PRESENTES EM WATCHMEN E BEFORE WATCHMEN

Como uma tentativa de unir a necessidade de criar organizadores prévios, a necessidade de testar o conteúdo aprendido e o objetivo de tornar o conteúdo atraente aos alunos, optou-se por utilizar Watchmen, que é um produto de entretenimento que discute o enfoque CTS a partir de uma história fictícia utilizando como ambiente uma sociedade fragilizada pelo medo da bomba atômica e de uma terceira guerra mundial onde os heróis e vilões se popularizaram, apesar de só um destes heróis ser 'super'.

Ao longo da história um dos temas que aparece frequentemente ainda é um assunto relevante no século XXI, a crise dos combustíveis fósseis e a necessidade de encontrar formas de gerar energia barata e renovável. Como a história se passa na segunda metade do século XX, a narrativa traz a ideia de que as pessoas esperam que esta energia renovável seja obtida através de uma maior compreensão e de “domar” a energia atômica. No fim das contas a energia atômica é sempre o tema principal das histórias, sendo tratada como um símbolo de poder e destruição, mas que pode ser utilizada de uma forma não agressiva e não destrutiva.

Figura 9 Before Watchmen - Dr. Manhattan, pg 11, quadro 1.



Fonte: Straczynski; Hughes, 2012. Volume único.

As discussões CTS são uma presença constante na história, as vezes subjetiva e as vezes explícita, porém, as discussões que podem ser utilizadas para discutir as relações entre ciência, tecnologia e sociedade se intensificam nos momentos nos quais participam os personagens Dr. Manhattan e Ozymandias,

Nesta cena de Before Watchmen vemos a grande preocupação discutida em Watchmen, já mencionada anteriormente aqui: a crise energética provocada pela natureza finita dos combustíveis fósseis. A revista trabalha com uma ideia de que o grande estopim dos conflitos armados é uma busca por se apoderar de território que possa suprir combustível, ou seja, segundo a visão que Moore demonstra nas revistas a causadora de muitas guerras é a necessidade da obtenção de combustíveis fósseis.

A verdade é que desde o século XVIII na primeira revolução industrial, gerar energia significa poder político e econômico. Nos séculos XVIII e XIX isto era feito utilizando o carvão. No século XX já graças à segunda revolução industrial o material necessário para impulsionar a indústria através da produção energética era o petróleo, a história de Watchmen se passa na segunda metade do século XX, durante a guerra fria, quando o petróleo ainda era a fonte de energia predominante porém alguns países, inclusive os Estados Unidos e o Brasil, investiam em fontes de energia alternativas para tentar se desvencilhar ou reduzir a dependência de combustíveis fósseis. Os EUA investiram muito em energia nuclear, enquanto no Brasil o investimento foi em energia hidroelétrica.

Refletindo a ideia de que um dos estopins de muitas guerras é a necessidade de combustíveis, há uma fala do personagem Ozymandias, personagem frequentemente tratado como o homem mais inteligente do mundo, que é a seguinte: “Eu não precisava ser um gênio para ver que o mundo tem problemas... Se houvesse energia renovável o suficiente pra suprir o mundo, não haveriam estas guerras”.

O problema na fala de Ozymandias é que ela não leva em consideração guerras causadas por outros motivos, como questões ideológicas. Esta preocupação surge na conclusão da história de Watchmen, quando Ozymandias tenta incriminar o Dr. Manhattan por uma explosão de grande porte no centro de Nova York (e em outras localizações ao redor do mundo, esta sendo apenas a primeira), fazendo assim com que todas as nações se unam contra um inimigo que acreditem não poder derrotar, criando um inimigo em comum que demanda toda a ajuda possível, para assim alcançar a paz mundial, de uma forma não muito diferente da paz armada, obtida na guerra fria, ou seja, uma paz que tem como alicerce o medo do poder militar do inimigo.

Apesar de todos os estudos e investimentos a dependência de combustíveis fósseis ainda existe. Vários países estão reduzindo esta dependência mas ainda não existe uma nação que tenha conseguido se desvencilhar por completo, na época em que se passa *Watchmen* esta tentativa era feita principalmente com a energia nuclear, que se mostrou perigosa inúmeras vezes, mas apesar do perigo representado pela energia nuclear há um fragmento da revista que ainda trata a energia nuclear (em sua forma mais perigosa, a bomba atômica) como algo divino e que irá trazer a solução para todos os problemas, reforçando a falácia da ciência como um bem incontestável.

O fragmento abaixo mostra o momento no qual o pai de John Osterman (Dr. Manhattan) descobre sobre o fim da segunda guerra mundial e sobre a bomba de Hiroshima. Para compreender o impacto desta cena é importante saber que ambos fugiram da Europa durante a segunda guerra e a mãe de John foi morta no trajeto enquanto tentava distrair os soldados para que eles não o encontrassem e o matassem. Quando seu pai descobre o fim da guerra ele fica abismado com o fato de uma bomba provocar tanto estrago. Então ele fala duas coisas particularmente marcantes: primeiro que, se houvessem usado as bombas antes, talvez a guerra tivesse acabado e ele não perdesse a esposa; segundo que seu filho deveria deixar de tentar se tornar um relojoeiro, o mundo não precisava mais de relojoeiros, precisava de cientistas atômicos.

A fala do pai de John neste fragmento reforça a falácia da ciência como solução de todos os problemas. Afinal ele acredita que a bomba poderia ter salvo a vida de sua esposa e alega que o mundo precisa de mais cientistas atômicos, onde tudo o que ele tem em mente são as explosões em Hiroshima e Nagasaki. É como se o personagem ignorasse totalmente a destruição provocada pelas bombas e apenas olhasse para elas como uma parte do futuro, mal sabendo que as bombas nucleares seriam sim uma grande parte do futuro, sendo o principal motivo pelo qual os EUA e a URSS estariam em paz em anos seguintes, devido a famosa paz armada, quando nenhuma das duas potências iniciava um conflito por temer as consequências de uma guerra nuclear, isto durante uma intensa corrida armamentista.

Ao trabalhar com *Watchmen* para discutir a ciência com enfoque CTS este tipo de detalhe tem que ser levado em consideração, os trechos das revistas que tratam sobre a questão dos heróis mascarados em si são divertidos, mas para o

ensino de física com enfoque CTS a atenção tem que ser voltada para as discussões sobre: radioatividade, política internacional, poder atômico, a sociedade transformada pela existência do Dr. Manhattan, tecnologia, física quântica e a teoria de muitos mundos. Sendo que um trecho particularmente impactante é o momento em que acusam o Dr. Manhattan (um ser radioativo) de estar causando câncer a uma série de pessoas que conviveram frequentemente com o mesmo.

É comum que radiações ou emissões (até mesmo de sinais de celular) sejam acusados de afetar os organismos e aumentar o risco de câncer, sendo que o principal destes é a radiação provocada por materiais radioativos ionizados como césio-137, lembrando que se tratando destes materiais não é uma acusação, o auto risco de câncer é comprovado.

...quando a radiação passa através do corpo humano, quatro tipos de eventos podem ocorrer:

- a radiação passa próximo ou através da célula sem produzir dano;
- a radiação danifica a célula, mas ela é reparada adequadamente;
- a radiação mata a célula ou a torna incapaz de se reproduzir;
- o núcleo da célula é lesado, sem, no entanto, provocar morte celular. A célula sobrevive e se reproduz na sua forma modificada, podendo-se diagnosticar, anos mais tarde, células malignas nesse local.(OKUNO, p. 45)

Devido a estas características das radiações ionizantes elas podem ser apropriadas de forma benéfica para uma série de coisas como o tratamento de câncer através da radioterapia ou a conservação de produtos orgânicos através da pasteurização fria, que consiste na utilização de pequenas quantidades de radiação para matar insetos e micro-organismos do alimento ao mesmo tempo que aumentando sua vida útil(especialistas alegam que a pasteurização fria não torna os alimentos perigosos, porém reduz drasticamente seu valor nutricional). Mas fora de um ambiente controlado os elementos radioativos apresentam sérios riscos à população.

Figura 10 Before Watchmen - Dr. Manhattan, pg 67.



Fonte: Straczynski; Hughes, 2012. Volúme único.

Existem uma série de relatos sobre materiais radioativos e acidentes provocados pelos mesmos, uma educação com enfoque CTS poderia evitar que uma pessoa que se deparasse com uma situação dessa tomasse alguma atitude imprudente e impensada, assim reduzindo os danos ao mínimo possível.

Uma das histórias se passou no Brasil (<http://g1.globo.com/goias/noticia/2013/09/menor-acidente-radiologico-do-mundo->

cesio-137-completa-26-anos.html), em Goiânia, no estado de Goiás: dois catadores de lixo estavam vasculhando uma construção que antes era uma instalação do Instituto Goiano de Radioterapia e encontraram um aparelho abandonado. Levaram este aparelho e venderam as partes para um ferro velho. O dono do ferro velho, Devair Alves Ferreira, continuou a desmontar o aparelho junto com um funcionário até que se deparou com uma capsula difícil de abrir, porém, eventualmente conseguiram revelar o conteúdo da capsula, um misterioso pó, parecido com sal, que no escuro emite um brilho de coloração azul.

Encantados pelo pó brilhante, passaram a mostrar e até distribuir o material para amigos e familiares, expondo mais pessoas ao perigo de manusear o material. Horas após o início da contaminação as pessoas passaram a exibir os sintomas de náuseas, vômito, diarreia e tonturas. Os hospitais da região não sabiam do que se tratava, porém pelo grande número de pacientes surgindo simultaneamente imaginaram se tratar de alguma doença contagiosa. Dias se passaram até que suspeitassem de contaminação por radiação.

No dia 29 de Setembro de 1987, quando a esposa do dono do ferro velho levou a capsula para a sede da vigilância sanitária foi confirmado a suspeita de radiação, porém mesmo o transporte da capsula aumentou a exposição de pessoas ao material, pois o mesmo foi feito utilizando a rede municipal de ônibus.

Os médicos que receberam o equipamento solicitaram a presença de um físico nuclear para avaliar o acidente. Foi então que o físico Valter Mendes, de Goiânia, constatou que havia índices de radiação na Rua 57, do Setor Aeroporto, bem como nas suas imediações. Diante de tais evidências e do perigo que elas representavam, ele acionou imediatamente a Comissão Nacional Nuclear (CNEN).

O ocorrido foi informado ao chefe do Departamento de Instalações Nucleares, José Júlio Rosenthal, que se dirigiu no mesmo dia para Goiânia. No dia seguinte a equipe foi reforçada pela presença do médico Alexandre Rodrigues de Oliveira, da Nuclebrás (atualmente, Indústrias Nucleares do Brasil) e do médico Carlos Brandão da CNEN. Foi quando a Secretaria de Saúde do estado começou a realizar a triagem dos suspeitos de contaminação em um estádio de futebol da capital.(SOUZA)

Após a chegada dos especialistas a substância foi identificada como Césio-137 e medidas para descontaminação foram tomadas, as roupas das pessoas foram lavadas para descontaminação externa, enquanto as pessoas receberam um quelante chamado *azul da prússia*, que fazia com que as substâncias radioativas fossem eliminadas pelas fezes e urinas, além disso mais de 6.000 toneladas de lixo radioativo (materiais altamente contaminados) foi retirado da cidade e está

armazenado na cidade de Abadia de Goiás, dentro de contêineres revestidos de concreto e aço, este lixo vai estar descontaminado daqui aproximadamente 180 anos, devido a meia-vida do material radioativo.

No acidente de Goiânia cerca de 250 pessoas foram contaminadas e apesar das medidas para reverter os efeitos da contaminação quatro pessoas vieram a óbito, os sobreviventes apresentaram diversos tipos de efeitos colaterais. Este é um exemplo da importância de haver uma educação com enfoque CTS, afinal devido a uma série de irresponsabilidades e desinformações 250 pessoas sofreram os efeitos do material radioativo. Com uma educação com enfoque CTS e um maior preparo para as pessoas envolvidas o acidente provavelmente nem teria acontecido: a empresa não teria tido a atitude irresponsável de abandonar um equipamento tão perigoso, ou as primeiras pessoas que abriram a capsula teriam acionado as autoridades imediatamente, reduzindo drasticamente a quantidade de pessoa contaminadas.

Uma educação CTS pode contribuir para evitar que catástrofes como esta ou tantas outras ocorrem por desinformação das pessoas envolvidas, porém quando se tem uma educação com enfoque CTS, cabe as escolas se certificar de que isso ocorra de uma forma crítica e ressaltando o peso de cada uma das palavras que compõe a sigla. Segundo Bazzo, Pereira e Linsingen:

As escolas, no afã de proporcionar esse tipo de reflexão vêm se descuidando dos verdadeiros propósitos do enfoque CTS. O mal-entendido daí resultante incorporado a conceitos não bem sedimentados, pode ainda ser mais nocivo que abordagens que apenas coloquem o social palavra de ordem nos conteúdos técnico, que não de resolver o problema. Soluções eficazes devem partir de compreensões epistemológicas por parte dos professores, para que eles próprios passem a encarar conscientemente C&T como construções histórico-sociais. Essa ressalva precisa ser feita para não sucumbirmos ao “canto da sereia”, que apregoa processos mágicos e certos para mudar a forma como a educação clássica é alterada de uma hora para outra. (BAZZO, et al, p. 66. 2014)

A educação CTS tem que trabalhar com os alunos o conceito de ciência e tecnologia de forma que eles aprendam a desmistificar estes conceitos e compreender o que significam em sua essência, contribuindo assim para uma desmistificação da ciência como solução de todos os problemas. Segundo Neil Postman, em sua essência a ciência é:

O que podemos chamar de ciência é a busca para descobrir as leis imutáveis e universais que governam os processos, supondo-se que haja relações de causa e efeito entre esses processos. Deduz-se que a busca para compreender o

comportamento e o sentimento humanos não pode ser chamada de ciência, exceto no sentido mais trivial. Pode-se, claro, apontar para o fato de que tanto os estudantes das leis naturais como os de comportamento quantificam, com frequência, suas observações e, com essa base comum, classificam-nas juntos. Uma analogia justa seria argumentar que como um pintor de parede e um artista usam tinta, os dois estão engajados no mesmo empreendimento com a mesma finalidade. (POSTMAN, pg 155. 1992)

A definição de Postman acerca de ciência traz alguns pontos que merecem destaque. Quando o autor fala que ciência é “a busca para descobrir as leis imutáveis e universais que governam os processos, supondo-se que haja relações de causa e efeito entre esses processos”, destaca-se aí a importância de haver um questionamento das pesquisas científicas, pois a ciência busca sim leis imutáveis e universais que governam os processos, e exatamente por isso estas devem ser colocadas a prova por outros pesquisadores, a fim de ampliar sua credibilidade.

Além disso Postman compara as ciências como a física, a química e a matemática com as ciências que buscam estudar o comportamento humano, exaltando o primeiro conjunto e diminuindo o segundo. O primeiro grupo é composto pelas ciências que buscam métodos e expressões quantitativas como expressão de conhecimento, estas são conhecidas como ciências exatas ou *hard sciences*. As *hard sciences* não retiram o mérito das *soft sciences* como as ciências humanas, porém possuem métodos mais rigorosos devido a característica objetiva de seus estudos, enquanto quando se estuda o comportamento humano a subjetividade e as interpretações são presenças constantes, causando esta diferenciação em relação as ciências exatas.

O problema é que devido a esta ‘busca por leis imutáveis e universais’ a ciência frequentemente é tratada como inquestionável, absoluta e uma fonte de salvação, criando ao redor da ciência (e da tecnologia também) uma espécie de fé cega que ignora todos os danos que a ciência pode causar. Como Postman destaca em vários momentos em seu livro *Tecnopólio: A ciência e a tecnologia não podem ser tratadas como uma benção nem como uma maldição*. Os avanços científicos e tecnológicos possuem potencial benéfico e maléfico, sendo que em alguns casos os danos nem são conhecidos por parte das pessoas que fazem uso destes avanços até que as consequências se tornem graves.

Outro acidente envolvendo a radioatividade segue esta ideia, diferente do acidente de Goiânia não foi apenas uma situação de negligência por parte de uma

empresa, mas também uma desinformação das pessoas a respeito de substâncias cujos riscos ainda eram em grande parte desconhecidos.

Na década de 1920 o minério rádio ainda era uma novidade, além de ser uma substância amplamente incompreendida. As pessoas sabiam que a substância era radioativa mas não entendiam ao certo os efeitos da radioatividade, o que fez com que diversas falácias a respeito disso se espalhassem e de repente as pessoas passassem a ver a radioatividade como uma promessa de vida melhor, o que possibilitou coisas como o cartaz abaixo:

Figura 11 Anúncio de água radioativa - início do século XX.

DRINK

SEE TESTIMONIALS
Over 100,000 people now drinking Radio-Active water from Revigators in Texas. Millions thousands of them—ask them about results they have obtained.

The REVIGATOR
—is the most Remarkable Invention of the Day. WHY?—Because of what it does for Humanity.

Radio-Active Water From the Revigator
Government tests show Revigator equally radio-active to the greatest Health Springs in the country
YOUR HEALTH IS YOUR WEALTH

HERE ARE JUST A FEW NAMES OF THE MANY THOUSANDS OF SATISFIED USERS

T. A. LOVELESS, 254 West Eighth Street, Fort Worth, Texas.	DR. H. W. STRAUSS, 1110 Main Street, Houston, Texas.	J. W. SIMS, 219 Peach Street, Abilene, Texas.
CLAY FRANCIS, Waco, Texas.	DR. GENEVIEVE LAUGHLIN, 2108 Live Oak Street, Dallas, Texas.	MISS OPAL TEPF, Comstock, Texas.
W. T. ELDRIDGE, Sugarland Industrial, Sugarland, Texas.	DR. J. P. KING, 1714 Hawthorn Street, Houston, Texas.	MRS. W. F. HOLLAND, Miami, Texas.
JUDGE J. M. MATTHEWS, Mercedes, Texas.	KENNETH W. MAYE, D. D. S., 2124 Main Street, Houston, Texas.	SAM HINKLE, Dallas, Texas.
T. M. STEPHENS, 1020 Broadway Avenue, Dallas, Texas.	L. J. BLEWING, 318 Central Trust Building, San Antonio, Texas.	J. S. CAMERON, Pottsburg, Okla.
JOHN M. MATTHEWS, SR., Attorney, 809 Montrose Ave., Houston, Texas.	R. W. CROVDELL, 2807 North Street, Lubbock, Texas.	J. E. MURPHY, Lawton, Okla.
MRS. F. A. BUCKLEW, 5028 Wells Avenue, Dallas, Texas.	H. NEVILLSON, 2222 C Street, Galveston, Texas.	J. J. McCARTY, Edging, Texas.
		J. J. LAMON, Baird, Texas.
		J. H. McDONALD, Cleburn, Texas.
		G. T. SHATTUCK, 112 West Austin, Sherman, Texas.

A TRULY REMARKABLE INVENTION
Just fill the Revigator at night. The water remains in contact with the radium ore until 12 hours. By morning the water has assumed the most beneficial state found only in genuinely fresh water right at the springs. It is favorable and delicious and it makes a medicine out of drug. Just that restored element of freshness generated by the explosions that occur when the radium rays strike the water. This water gives such health and vigor that science calls it "the vitamin element of water." You have never tasted water so soft and palatable except at genuine radio-active health springs.
PRODUCED BY REVIGATOR

"Your Most Highly Prized Possession: Good Health"

Fonte: Crezo. **Mentalfloss**, 2012. <http://mentalfloss.com/article/12732/9-ways-people-used-radium-we-understood-risks>.

O cartaz é uma propaganda para venda de água radioativa com o propósito de aumentar a saúde do consumidor. Além da água a radioatividade foi utilizada em diversos tipos de produtos e até na fabricação de vitaminas e suplementos alimentares. Entre os produtos que utilizaram rádio em sua fabricação estão os relógios.

Esta história se passou em vários locais, mas a tendência começou em pequenas cidades do estado de Nova Jersey, nos Estados Unidos. Esta história é conhecida como 'as garotas radioativas':

Nesta região havia uma fábrica que vendia relógios luminosos, para que os ponteiros brilhassem no escuro a fábrica usava uma tinta que entre seus compostos possuía rádio. Em sua força de trabalho a fábrica contratou praticamente só mulheres jovens, pois possuíam salários drasticamente inferiores aos de homens ou mulheres com experiência de trabalho.

As garotas recebiam 0,27 dólares para cada relógio pintado, e para possuir precisão nas pinturas precisavam de pincéis finos, por isso lambiam a ponta dos pincéis entre um relógio e outro para alinhar as cerdas, ingerindo assim pequenas doses de radioatividade a cada relógio, estas garotas pintavam cerca de 250 relógios por dia e isto acumulava radioatividade ao longo de seu tempo de trabalho na empresa e provocavam doenças nas garotas e em suas pessoas próximas.

Em 1927 a autópsia de mais de 50 destas mulheres (que possuíam uma vida relativamente curta em relação a outras pessoas), revelou corrosão nos ossos. Isto não foi o suficiente para parar com este processo de fabricação pois ainda não havia uma confirmação de que a radioatividade era a causa disso. Dr. Von Sochocky, inventor da tinta luminosa também morreu contaminado pela radiação, em 1928.

A medida que os relógios brilhantes se popularizavam a ideia passou a se espalhar para outras fábricas, fazendo com que gente em outras áreas dos EUA e no Canadá usassem a tinta à base de rádio para fabricar lanternas, interruptores, ponteiros de carros e todo outro tipo de objeto, além de é claro, relógios. O número de funcionárias espalhadas pelos dois países foi em torno de 4.000 mulheres, estas mulheres tiveram vidas relativamente curta e pessoas contaminadas por radioatividade também emitem radiação, tornando-as um perigo para aqueles que convivem, dizem que estas mulheres acumularam tanta radioatividade em seus corpos que se um Geiger counter for levado para os cemitérios onde foram enterradas, ainda hoje (cerca de 80 anos depois) ele aponta altos níveis de radiação em suas lápides.

A radiação era tão incompreendida no período com sua promessa de cura tudo que era utilizada até em remédios, cosméticos, produtos para bebês e produtos alimentícios, inclusive existem relatos de empresas que depois foi comprovado não ter usado nenhuma substância radioativa, porém anunciavam fazer uso destas

substâncias em sua divulgação para não ser impopular no mercado, como é o caso da marca francesa de cosmético abaixo, que anunciava fazer uso de Tório, substância que pode ser utilizada em alternativa ao urânio para gerar energia nuclear:

Figura 12 Anúncio de pasta de dente a base de tório, um elemento radioativo - início do século XX.



Fonte: Crezo. *Mentalfloss*, 2012. <http://mentalfloss.com/article/12732/9-ways-people-used-radium-we-understood-risks>.

O problema é que enquanto a sociedade não fazia ideia dos perigos das radiação, as pessoas responsáveis pela fabricação de tais substâncias já estavam cientes dos danos, porém mantinham a população ignorante do que estava fazendo, os proprietários e químicos da UNDARK e da US Radium, respectivamente a empresa que fabricava a tinta luminosa e uma das principais distribuidoras de materiais radioativos para diversos fins, trabalhavam com roupas especiais e paredes de chumbo para proteção, e ainda assim faziam mulheres da linha de produção molhar os lábios centenas de vezes por dia com o mesmo material, além de expor os clientes aos perigos.

Na época alguns cientistas tentaram alertar a população do perigo que estavam expostas, porém o poder e influência das empresas era grande demais e estes contratavam a mídia e todo tipo de funcionário necessário para esconder os

danos provocados, inclusive médicos para emitirem laudos falsos a respeito da saúde das funcionárias, que frequentemente exibiam queda de dentes, inchaço ou deformação na mandíbula e deterioração dos ossos do rosto.

Figura 13 Registro de uma das garotas afetadas pela tinta de Rádio.



Fonte: Moore. *The forgotten factory girls killed by radioactive poisoning*. *The Telegraph*, 2016.

As empresas passaram a ser expostas quando uma das garotas chamada Grace Fryer tentou abrir um processo contra a US Radium, no início nenhum advogado aceitava o caso, porém dois anos depois ela conseguiu um advogado e outras cinco garotas se uniram ao processo. O processo se arrastou mas lentamente foi recebendo a atenção da mídia. Os meios de comunicação as apelidaram de Radium Girls.

Figura 14 Manchete de jornal sobre o caso das "radium girls".



Fonte: Moore. *The forgotten factory girls killed by radioactive poisoning*. *The Telegraph*, 2016

Na primeira sessão do tribunal elas já estavam tão fracas que mal conseguiam levantar os braços. Na segunda elas estavam tão doentes que a sessão precisou ser adiada. Quando finalmente o processo chegou ao fim a empresa precisou pagar a cada uma o equivalente a 100.000 dólares atualmente, além de pagar todas as despesas médicas delas pelo resto da vida e pagar uma indenização de 600 dólares por ano pelo resto da vida, porém a saúde das mesmas estava tão fraca que a garota que viveu por mais tempo após isso morreu dois anos depois do fim das audiências.

Figura 15 Manchete de jornal referente a vitória judicial do caso das garotas radioativas.



Fonte: Moore. **The forgotten factory girls killed by radioactive poisoning.** The Telegraph, 2016.

Este caso representou um marco nas leis norte americanas sobre direitos de segurança no trabalho, a US Radium continuou a fabricação dos relógios até a metade da década de 60, porém após o caso das garotas radioativas a fábrica precisou introduzir medidas de segurança e não houve mais relatos de nenhum funcionário sendo contaminado por radiação na empresa. Em 1980 a fábrica já abandonada foi considerada pelo governo de Nova Jersey como uma área hiper contaminada e passou a ter o acesso à região proibido para toda a população.

Quando se ouve falar de acidentes com radiação normalmente se pensa em casos como Chernobyl: algo provocado por falhas técnicas em uma usina. Mas os casos de Goiânia e Nova Jersey são exemplos do risco de ter uma população alheia aos riscos dos materiais radioativos, ou a outras substâncias e tecnologias. Não foi fruto de uma catástrofe de grandes proporções imediata e imprevisível, mas sim de um conjunto de negligência e desinformação. Mesmo no caso de Nova Jersey, onde

houve uma clara exploração por parte dos responsáveis, uma população informada poderia questionar o que estava acontecendo, aumentando as chances de expor a administração de má fé e negligente da empresa responsável.

5 METODOLOGIA DE PESQUISA E APLICAÇÃO DO MATERIAL

Para realizar esta pesquisa foi optado pelo método da *Tabla Aristotélica de Invención*, que também é conhecida como Matriz Dialógica. Esta Matriz consiste em criar uma matriz com as possíveis palavras chaves relacionadas à pesquisa em andamento, onde cada uma das mesmas esteja presente nas células da coluna e da linha. Sempre que duas palavras se cruzam deve ser elaborada uma pergunta sobre a relação entre as duas coisas. Normalmente uma matriz dialógica gera dezesseis perguntas que servem para guiar o trabalho. Segundo Peres (2014) a Matriz Dialógica serve para aprofundar o estudo sobre um tema.

a Tabla Aristotélica de invención vista em Kemmis e McTaggart (1988), que se trata de uma estrutura cujo objetivo é examinar e discutir um tema de uma forma mais profunda e detalhada. Para a pesquisa a estrutura pode ser montada de modo que relacione aspectos envolvidos no processo ensino aprendizagem. (PERES, 2014, p16)

Ainda segundo Peres há uma forte relação com o conceito de investigação-ação, pois permite um aprofundamento na teoria que acaba refletindo nas aplicações. Além disso, a *Tabla Aristotélica* permite perceber relações dentro da pesquisa que poderiam passar despercebidas, permitindo uma abrangência muito maior na aplicação. Isso se deve pelo fato de ao perceber mais relações entre os temas envolvidos na pesquisa seja possível utilizar esta descoberta dentro do tema.

Segundo Cordenonsi, Muller e Bastos (2008), a Matriz Dialógica é uma ferramenta para um professor refletir sobre uma prática educativa afim de construir uma relação entre professor, aluno, objeto de estudo e ambiente. A reflexão e preenchimento pode ocorrer durante a prática pedagógica ou posteriormente, sendo que as questões podem vir a ser alteradas, a matriz dialógica é um recurso dinâmico.

Peres (2014) ressalta que este recurso exige uma intensa reflexão sobre o tema para que a matriz seja preenchida, e as informações obtidas frequentemente podem gerar melhores resultados para a pesquisa ou até um eventual trabalho que dê sequência à pesquisa. Falando sobre sua própria experiência com a *Tabla Aristotélica*:

Com os dados coletados através da prática foi possível responder algumas perguntas, no entanto é importante salientar que este trabalho tem o compromisso de responder o maior número de itens, embora alguns fiquem sem uma resposta mais contundente. (PERES, 2014, p18)

A matriz leva o pesquisador a refletir seu problema por múltiplos ângulos e adaptar às necessidades ou conclusões inesperadas, sendo assim uma metodologia flexível, onde pesquisa e preparo de aulas estão atrelados, conforme dizem Cordenonsi, Muller e Bastos (2008):

A MDP orienta o componente investigativo da Investigação-Ação Educacional. Sua finalidade é guiar a programação das aulas, colaborações e aulas, estabelecendo objetivos de pesquisa para cada ato educativo, ajudando professores a definirem os seus problemas acerca das orientações metodológicas. Desta forma, não só as aulas são preparadas com antecedência, mas a própria investigação (pesquisa) é construída a partir de um plano de observações previamente estabelecido. Para cada ato educativo, são escolhidas as questões da matriz que podem, sob o ponto de vista do professor, ser respondidas, mesmo que parcialmente, com aquela ação específica. Dois pontos cruciais devem ser citados: a preparação de *objetivos de pesquisa* está no cerne de qualquer metodologia científica e a IAE, com seu pressuposto investigativo, não pode prescindir desta técnica [Koche 2006]; o estabelecimento de uma determinada pergunta (objetivo) para um ato educativo não deve ser considerado como estanque, ou seja, é possível que os objetivos sejam alterados dinamicamente, sempre que o professor considerar necessário. (CORDENONSI, et al. 2008)

Falhar em responder todas as perguntas geradas pela matriz dialógica não deve ser visto como um problema, contanto que as questões respondidas sejam o suficiente para suprir as informações necessárias na conclusão desta pesquisa. As questões que ficarem em aberto podem ser utilizadas na elaboração de trabalhos futuros ou de uma possível sequência deste. O fato da matriz ter mais questões serve para fazer com que a pergunta da pesquisa seja pensada de diversos ângulos, o que pode provocar conclusões inusitadas, que normalmente não seriam obtidas.

Tabela 1 Matriz Dialógica Problematizadora

	Watchmen	CTS	Ciência	Ensino
Watchmen	Watchmen pode ser percebida como mais do que uma obra de entretenimento?	Quais são os tópicos envolvendo o enfoque CTS presentes em Watchmen?	Quais dos fatos científicos em Watchmen são pautados na realidade?	O que é possível ensinar utilizando Watchmen como exemplo?
CTS	A narrativa de Watchmen é suficiente para demonstrar a importância	Qual a relevância do enfoque CTS na educação?	Conhecimento científico é o suficiente para que os alunos	O ensino tradicional aborda o enfoque CTS o suficiente?

	do enfoque CTS?		tenham na relação CTS	
Ciência	A ciência apresentada em Watchmen é de fácil compreensão?	É possível compreender o enfoque CTS sem um amplo conhecimento científico?	O público em geral se interessa pelos aspectos científicos de uma obra?	O ensino de ciência é de fácil compreensão aos alunos? Se não, por quê?
Ensino	Apresentar um conteúdo utilizando a HQ Watchmen contribui positivamente para o ensino?	O enfoque CTS deve provocar adaptações no ensino?	Existem maneiras mais eficientes de abordar a ciência no ensino?	Os métodos comumente utilizados no ensino são eficientes?

Além da matriz dialógica esta pesquisa utiliza diversos outros instrumentos de coleta de dados, fazendo com que esta seja uma pesquisa *qualitativa interpretativa*. Os dados coletados não serão apenas a base de uma estatística, mas também serão analisados, categorizados e interpretados para que sirvam para definir um rumo na elaboração do produto e conclusão da pesquisa. Vai ser com base nestes dados que será decidido o layout final do produto ou qual será a abordagem do mesmo, além de estes dados poderem gerar outros textos e matrizes esquemáticas.

GIL (2002) diferencia a pesquisa qualitativa da quantitativa da seguinte forma:

Nas pesquisas quantitativas, as categorias são freqüentemente estabelecidas a priori, o que simplifica sobremaneira o trabalho analítico. Já nas pesquisas qualitativas, o conjunto inicial de categorias em geral é reexaminado e modificado sucessivamente, com vista em obter ideais mais abrangentes e significativos. Por outro lado, nessas pesquisas os dados costumam ser organizados em tabelas, enquanto, nas pesquisas qualitativas, necessita-se valer de textos narrativos, matrizes, esquemas etc. (GIL, 2008, p. 134)

Esta é também uma pesquisa interpretativa, pois pretende utilizar os dados levantados em ligação com outros conhecimentos já obtidos com o objetivo de conferir um significado mais amplo a leitura, ressaltando que certos cuidados precisam ser tomados, segundo Gil:

O que tende a ocorrer com pesquisadores pouco experientes é a interpretação ser feita com base em posições pessoais, conferindo ao trabalho caráter subjetivo, terminando por comprometer sua validade científica. Para que isso não ocorra, é necessário que a interpretação se faça pela ligação dos dados com conhecimentos

significativos, originados de pesquisas empíricas ou de teorias comprovadas. (GIL, 2008, p. 79)

Ao tratar desta pesquisa, os objetos a serem estudados a fundo são as revistas mencionadas anteriormente e as diretrizes curriculares do ensino médio, tendo como foco os métodos de elaboração das imagens nas páginas que representam conceitos científicos, o estudo dos próprios conceitos por elas apresentados, e o debate sobre os impactos provocados pela ciência e pela tecnologia na sociedade pelas revistas apresentado; outro objeto é as diretrizes curriculares do ensino médio tendo como propósito fazer uma seleção dos possíveis conteúdos a utilizar na elaboração de um material paradidático em arte sequencial, aplicação de questionários para professores de física no ensino médio da rede pública e alunos destes professores. Esperava-se aplicar estes questionários para 4 professores de diferentes escolas e para alunos de duas turmas de cada um destes professores, porém posteriormente foi decidido que seria melhor fazer a aplicação com uma turma dos anos iniciais de uma graduação de licenciatura em ciências naturais.. As questões do questionário são a respeito do ensino de enfoque CTS, visando coletar informação que posteriormente levou a elaboração do material paradidático.

Uma vez que as análises das revistas e das diretrizes foram concluídas, foram aplicados questionários, a aplicação destes questionários teve por objetivo ajudar, junto com as diretrizes, a definir os conteúdos a serem trabalhados com o enfoque CTS, e a elaborar uma forma diferenciada de abordar estes conteúdos.

Estes questionários foram aplicados em alunos do primeiro ano de graduação na área de ensino de ciências, o objetivo do questionário tem relação ao conhecimento prévio do graduando sobre determinados conteúdos, se ele já teve contato com histórias em quadrinhos, quais e o que fez com que ele gostasse ou não destas histórias, além de questões sobre o conhecimento prévio do graduando sobre a relação entre ciência, tecnologia e sociedade.

Os acadêmicos envolvidos nos questionários e na aplicação em sala de aula assinaram um termo de consentimento concordando em participar da resposta dos questionários e de aulas referentes aos conteúdos e métodos de ensino abordados nos questionários, a turma possuía alunos de idades variadas (sendo que os mais jovens possuíam 17 anos), todos foram receptivos quanto a participar das abordagens, porém houve uma descrença inicial de vários alunos em relação ao uso

de histórias em quadrinhos no ensino, esta descrença detectada no primeiro contato com a turma quando a pesquisa foi explicada, pois alguns consideravam histórias em quadrinhos como coisa de criança.

A penúltima parte desta pesquisa é uma análise e registro das informações obtidas a partir de todas as etapas anteriores, levando em consideração informações obtidas tanto de alunos quanto de professores, procurando responder o máximo de perguntas possível das geradas na Tabla Aristotélica e cumprir o objetivo de fazer um material paradidático para os alunos, mas que não deixe de ser uma ferramenta a mais para os professores.

A etapa final é a elaboração do material paradidático, tendo como objetivo criar materiais e estratégias para o desenvolvimento de discussões com o enfoque em ciência, tecnologia e sociedade dentro dos conteúdos de física presentes nas DCE do Ensino médio, o material terá fragmentos das revistas utilizadas como objeto de estudo, algumas páginas de ilustrações também na forma de histórias em quadrinhos elaboradas exclusivamente para este material, dicas para o professor e questões para o aluno. O objetivo é servir como um ponto de partida para a discussão, introduzindo os alunos ao conteúdo a ser trabalhado a partir da narrativa gráfica, seguido de questões gerais sobre o tema e questões mais aprofundadas que serão selecionadas com base no resultado dos questionários.

5.1 ANÁLISE DE QUESTIONÁRIO PRELIMINAR

O primeiro dos questionários teve como objetivo analisar o conhecimento prévio dos acadêmicos selecionados em relação ao enfoque CTS, além de saber opiniões dos mesmos relacionadas ao uso de histórias em quadrinhos ou outras mídias no ensino. O questionário está no ANEXO II no final desta pesquisa para que possa ser lido na íntegra, mas cada questão será abordada abaixo com as respostas mais comuns dos 21 graduandos que participaram.

A primeira questão é “Você consome histórias em quadrinhos? Se sim com que frequência e se não porquê não”, esta questão teve como objetivo verificar quantos dos alunos já possuem o hábito de ler histórias em quadrinhos, lembrando que para uma leitura adequada desta mídia é necessário que uma pessoa possua a

habilidade de interpretar texto e imagem, em uma turma com poucos alunos que possuam este hábito torna-se necessário uma intervenção maior por parte do professor. 8 dos alunos que responderam o questionário I responderam sim nesta questão, com frequências de leitura variando entre várias vezes na semana e uma vez no mês, já entre os que responderam não as respostas mais comuns foram “por falta de tempo” ou “por falta de costume”, com um acadêmico respondendo que não gosta.

A segunda questão foi “você acredita que as histórias em quadrinhos tem potencial educativo?”, sendo que esta além de permitir que seja respondido “sim” ou “não” também possui uma terceira alternativa que é “sim, mas só quando feita para isso”. 16 das 21 pessoas que responderam o questionário responderam que “sim”, ou seja, a maioria acredita que uma história em quadrinho tem potencial educativo mesmo que não tenha sido feita com este intuito, bastando que ela possa ser encaixada em um conteúdo a ser trabalhado; 4 das 21 pessoas que responderam o questionário acreditam que histórias em quadrinhos tem potencial educativo, mas só se tiverem sido feitas para isso; 1 das 21 pessoas não acredita que histórias em quadrinhos tem potencial educativo.

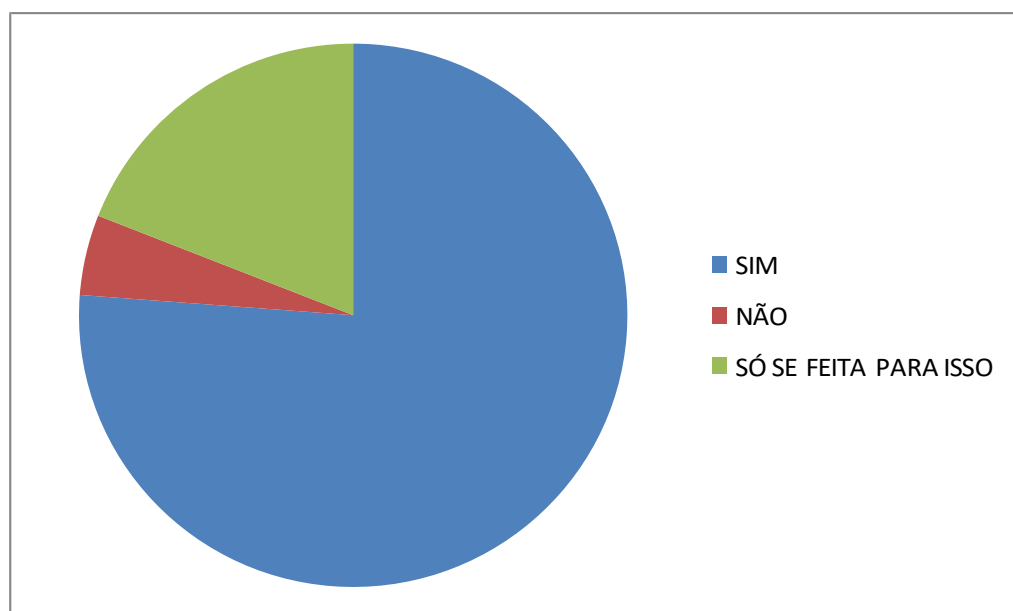


Gráfico 1- Questão 2.1

A questão seguinte é parecida com a segunda, a terceira questão é “Você acredita que uma história ficcional pode ser utilizada no ensino? Justifique”. Vale

ressaltar que a principal diferença entre as duas questões é o fato de a questão dois focar na mídia (histórias em quadrinhos) e não especificar o tipo de história, enquanto a questão três foca no uso de histórias ficcionais, independente de mídia. Esta questão só possui as alternativas “sim” e “não” e trouxe os seguintes resultados: 19 responderam sim enquanto apenas 2 responderam não. As respostas daqueles que responderam sim possuem argumentos voltado para o fato de a história ficcional ter o potencial de ilustrar uma situação que é muito abstrata na teoria, outros alegam que a história ficcional pode abordar valores morais e temas científicos de forma lúdica, dois responderam que depende do conteúdo abordado da história e um ressaltou que a história ficcional só pode ser utilizada no ensino se for feita para este fim e deixar claro quais elementos da narrativa são conceitos ou fatos reais e o que foi inventado para a história; os dois acadêmicos que responderam “não” não justificaram.

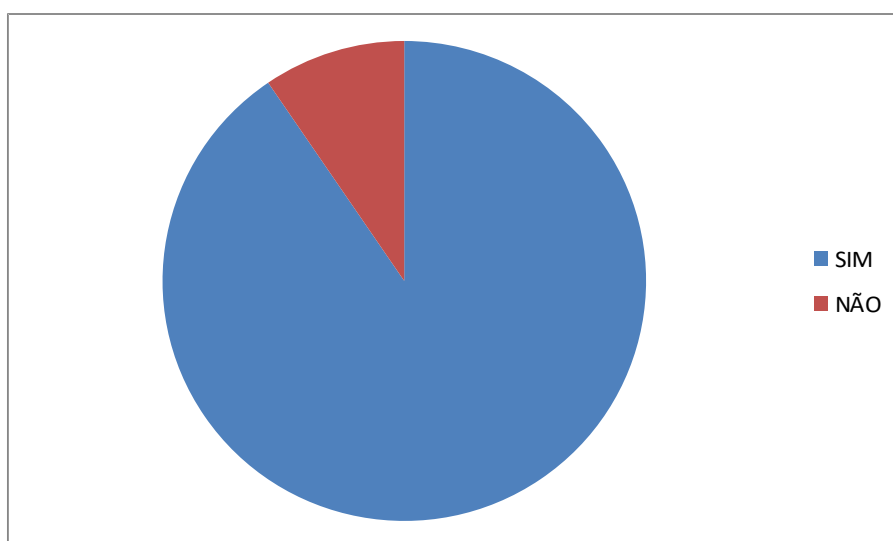


Gráfico 2- Questão 3.1

A questão quatro é “Você é familiarizado com a série de histórias em quadrinhos ou o filme “Watchmen”?” e tem como objetivo saber quais dos alunos conhecem os personagens e eventos abordados em Watchmen, o que foi utilizado no preparo de aulas ministradas na turma após a aplicação do primeiro questionário. Nesta questão 17 acadêmicos responderam que não são familiarizados com Watchmen, enquanto dois responderam que são familiarizados só com o filme e dois responderam que conhecem tanto o filme quanto o quadrinho, devido ao fato da

maioria das respostas serem negativas a primeira aula possuiu uma parte dedicada a contextualizar os alunos sobre os universo da narrativa e os conceitos presentes em Watchmen.

A questão 5 é “Você é familiarizado com a série de histórias em quadrinhos “Before Watchmen” ?” e teve o mesmo objetivo da questão 4, sendo que nesta questão apenas 1 de 21 acadêmicos respondeu sim.

A questão 6 é “Você sabe o que é enfoque CTS?”, nesta questão 7 dos 21 acadêmicos respondeu não.

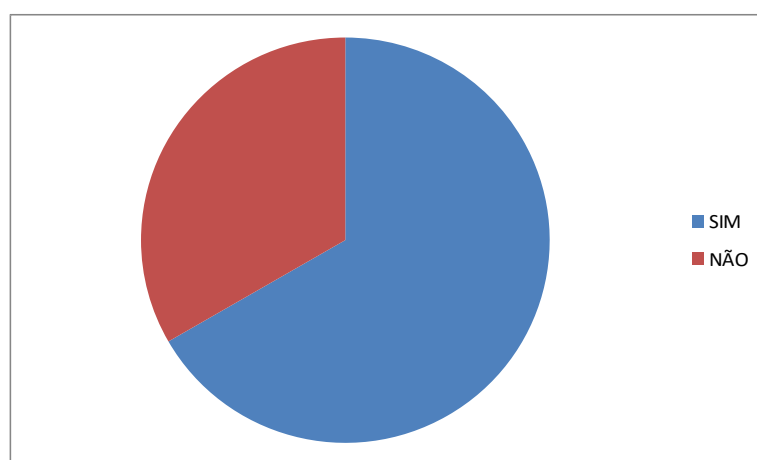


Gráfico 3– Questão 6.1

A questão 7 é “Você acha que o enfoque CTS é importante no ensino? Justifique”. 2 dos graduandos responderam que não acham importante, outros 2 deixaram esta questão sem resposta e 17 responderam sim, mesmo alguns que responderam “não” na questão anterior. Todos os alunos que responderam “não” na questão 6 e “sim” na questão 7 justificaram que todo tipo de conhecimento é importante para um cidadão em formação; as justificativas daqueles que responderam “sim” tanto na questão 6 quanto na 7 tiveram justificativas apontando que o enfoque CTS é importante para criar cidadãos críticos; que o enfoque CTS pode ser utilizado na realidade do aluno; que o ensino com enfoque CTS gera inclusão social e uma pessoa respondeu que o enfoque CTS tem um grande potencial interdisciplinar e por isso realça o ensino de diversas disciplinas.

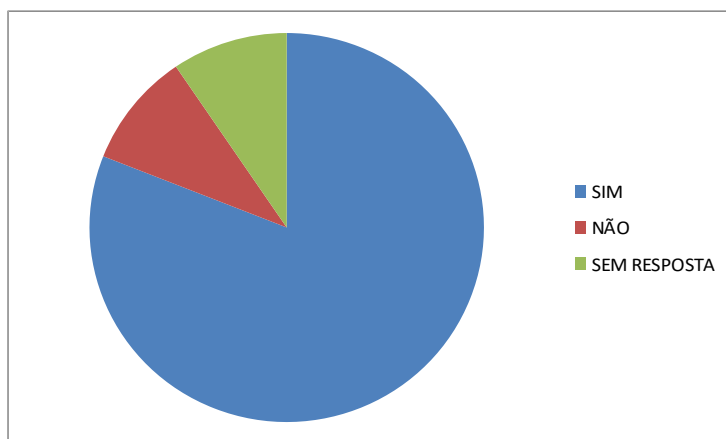


Gráfico 4– Questão 7.1

A questão 8 é “você acha que o enfoque CTS é abordado no ensino?”, nesta questão existem três alternativas possíveis, sendo estas “sim”, “não” e “sim, mas pouco ou de forma ineficaz”. Ao responder a questão 8 nenhuma das pessoas respondeu “sim”, 7 pessoas responderam “não” e 14 pessoas responderam “sim, mas pouco ou de forma ineficaz”.

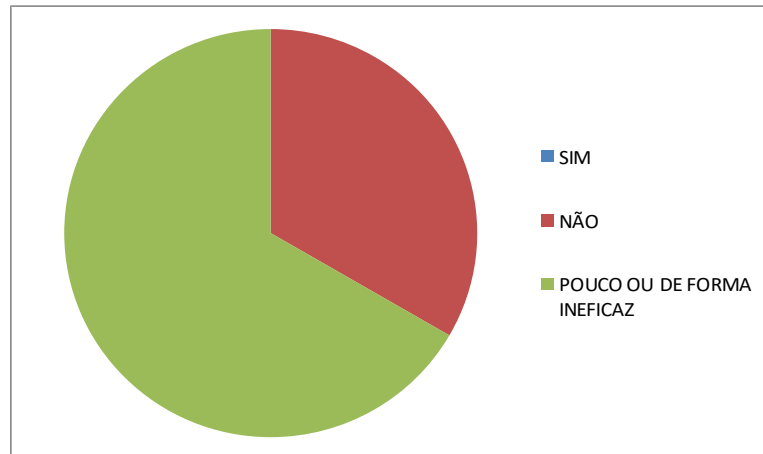


Gráfico 5 – Questão 8.1

A questão 9 é “Em Watchmen e Before Watchmen – Dr. Manhattan um assunto frequente é: os usos de materiais radioativos e os efeitos destes materiais. Você acha que este é um assunto abordado de forma eficaz no ensino?”. Nesta questão 3 acadêmicos responderam que sim enquanto 18 responderam não, o que mostra em conjunto com a questão 8 um certo descontentamento destes acadêmicos em relação à educação básica.

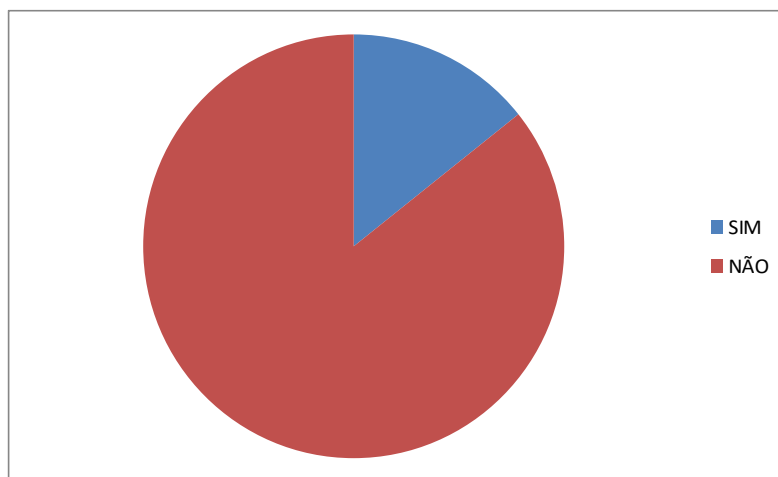


Gráfico 6 – Questão 9.1

A questão 10 é “Você acredita que este seja um assunto importante para um cidadão, mesmo que este cidadão não trabalhe em algo diretamente relacionado a isso? Justifique.”. Apenas 2 dos acadêmicos que responderam os questionários responderam “não” para a questão 10 do questionário preliminar, fazendo com que a alternativa “sim” tenha recebido 19 respostas, os comentários daqueles que responderam “sim” focam principalmente na importância de um cidadão aprender uma grande gama de conhecimentos e buscar entender vários fenômenos, mesmo que não vá usar.; uma pessoa respondeu que entender sobre radioatividade pode vir a ser útil na vida de qualquer cidadão um dia; uma pessoa respondeu que o conhecimento científico faz com que o cidadão desenvolva pensamento crítico e portanto qualquer conteúdo contribui para a inclusão social. Apenas uma das pessoas que responderam “não” comentaram, comentando que este assunto não é importante para um cidadão que não trabalhe em algo relacionado a isso porque não vai afetar diretamente a sua vida.

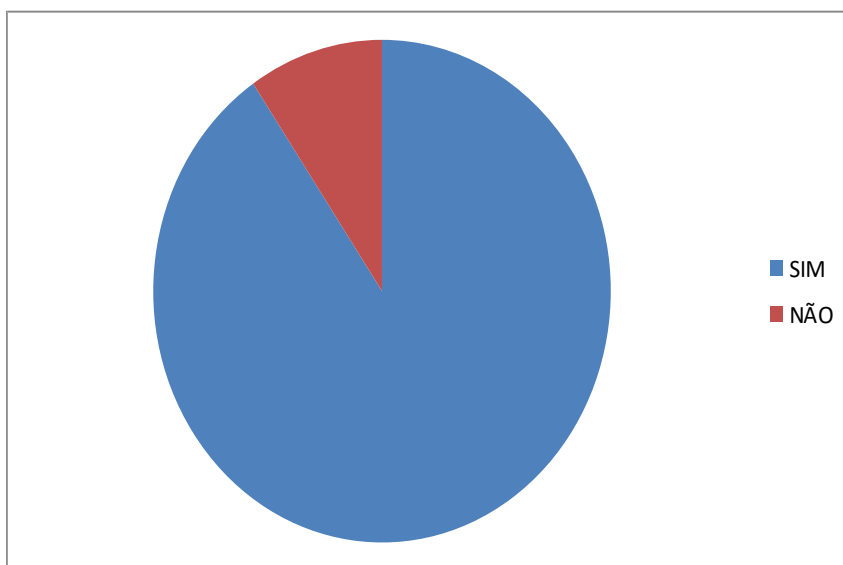


Gráfico 7 – Questão 10.1

A questão 11 é apenas um pedido de autorização para que os acadêmicos participem de aulas relacionadas ao ensino de radioatividade com enfoque CTS utilizando histórias em quadrinhos, nessa questão todos responderam que sim. Além disso outros quatro alunos participaram das aulas e responderam ao segundo questionário, estes aceitaram participar contanto que seus nomes não fossem divulgados, uma condição que já estaria sendo cumprida para todas as pessoas que responderam os questionários.

Após a aplicação do primeiro questionário foram aplicadas algumas aulas referentes à física das radiações com enfoque CTS, utilizando como recurso trechos de Watchmen e Before Watchmen, vídeos com relatos sobre dois grandes acidentes radioativos e aula expositiva dialogada, após esta intervenção todos responderam um seguinte questionário que possui algumas questões em comum com o primeiro e algumas questões diferentes. A análise do segundo questionário está no próximo tópico.

5.2 ANÁLISE DO QUESTIONÁRIO SUBSEQUENTE

O segundo questionário tem como objetivo servir como comparativo em relação ao primeiro, sendo que algumas questões são repetidas e as outras também procuram contribuir para a compreensão do desenvolvimento dos acadêmicos em

relação aos assuntos abordados e à opinião sobre o uso de histórias em quadrinhos no ensino. Assim como o questionário I, o questionário II pode ser verificado na íntegra nos anexos, sendo este o ANEXO III e cada questão será citada no corpo do texto ao longo da análise. Na segunda parte do questionário 8 dos alunos iniciais faltaram, porém outros 4 compareceram, fazendo com que hajam 17 alunos respondendo as questões.

A primeira questão do segundo questionário é “você acha que receber parte do conteúdo na forma de histórias em quadrinhos foi benéfico para a aula? Justifique”. Todos os 17 alunos responderam que “sim”, nas justificativas um grande número de alunos alegam que receber o conteúdo na forma de quadrinhos torna a aula mais prazerosa o que acaba facilitando manter a atenção; um acadêmico alegou que se surpreendeu pois não acreditava que usar mídias alternativas pudesse contribuir com a aula e uma acadêmica alegou que o uso de histórias em quadrinhos é positivo pois aquele aluno que tem dificuldade em compreender o conteúdo de formas tradicionais tem uma outra alternativa para aprender.

A segunda questão é igual à questão de mesmo número do questionário I, “você acredita que as histórias em quadrinhos têm potencial educativo?”, tendo as mesmas alternativas: “sim”, “não” e “sim, mas só se for feita para este fim”. 16 dos acadêmicos responderam “sim” e um dos acadêmicos respondeu “sim, mas só se for feita para este fim”, sendo que dois acadêmicos que responderam sim haviam respondido que as histórias em quadrinhos apenas têm potencial educativo caso tenham sido feitas com isto em mente e o único acadêmico que havia respondido “não” mudou sua resposta para “sim”.

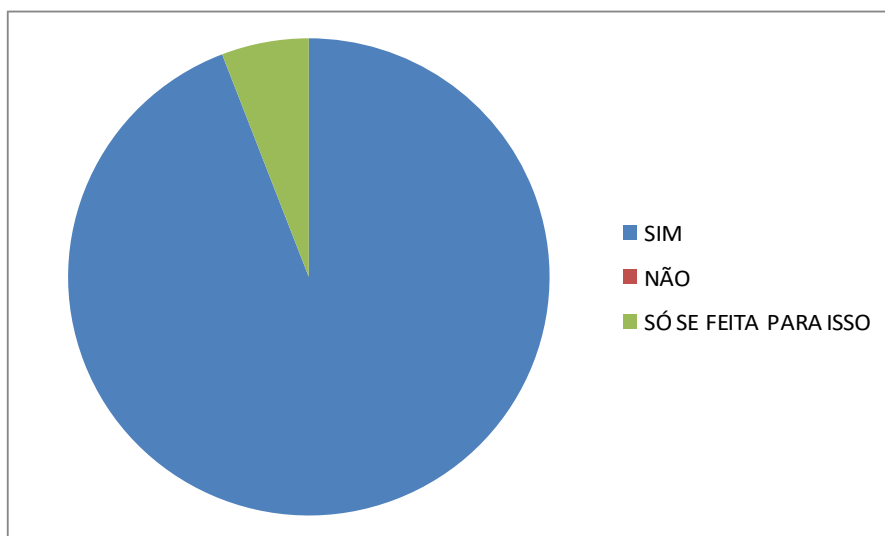


Gráfico 8 – Questão 2.2

A questão 3 também é idêntica a questão de mesmo número do primeiro questionário, sendo esta “você acredita que uma história ficcional pode ser utilizada no ensino? Justifique.”, nesta questão 16 dos 17 acadêmicos responderam que “sim”, enquanto um não marcou alternativa, mas deixou um comentário. As justificativas mais comuns dos que responderam “sim” são voltadas para o argumento de que a história ficcional pode criar situações palpáveis para um aluno que não tem contato com determinado conteúdo em seu dia a dia; dois dos alunos que responderam sim escreveram que depende do assunto e que o professor precisa esclarecer o que é ficcional e o que é real; o acadêmico que deixou a questão em branco comentou que “depende da história”, dando a entender que o mesmo não respondeu por existirem apenas as alternativas “sim” e “não”.

A questão 4 é “antes desta aula, você conhecia o caso das garotas radioativas de Nova Jersey? E o caso dos produtos 'enriquecidos' com radiação do início do século XX?”, ambos os assuntos foram abordados nas aulas que os alunos receberam após responder o primeiro questionário e antes de responder o segundo. Houveram 14 respostas negativas, duas respostas dizendo que só conheciam o caso dos produtos radioativos e uma resposta dizendo que só conhecia o caso das garotas de Nova Jersey.

A questão 5 é semelhante a anterior e também é referente a conteúdos abordados na aula, sendo a questão “antes desta aula, você conhecia o caso do acidente com césio-137 em Goiânia?”. Para esta questão dois alunos responderam que não, seis alunos responderam que sim e nove alunos que sim, mas não

conheciam detalhes, o provável motivo para as respostas mais positivas do que as da questão quatro é por este caso ser mais recente e ter acontecido no Brasil.

A questão 6 é “você acredita que se as pessoas envolvidas nos casos das questões 4 e 5 tivessem uma educação com enfoque CTS, estas catástrofes poderiam ter sido evitadas? Justifique.”, nesta questão 16 pessoas responderam que sim, uma respondeu que não. As justificativas foram no sentido de que se as pessoas tivessem tido uma educação com enfoque CTS estas tragédias seriam evitadas ou ainda aconteceriam porém em proporção muito menores pois as medidas cabíveis seriam tomadas o quanto antes; algumas pessoas ressaltaram a importância de esse conhecimento ser espalhado também para a comunidade nos arredores das escolas e não só no ambiente escolar; o acadêmico que respondeu “não” comentou que ainda assim, se as pessoas tivessem uma educação com enfoque CTS as catástrofes teriam sido minimizadas devido à atitude diferenciada.

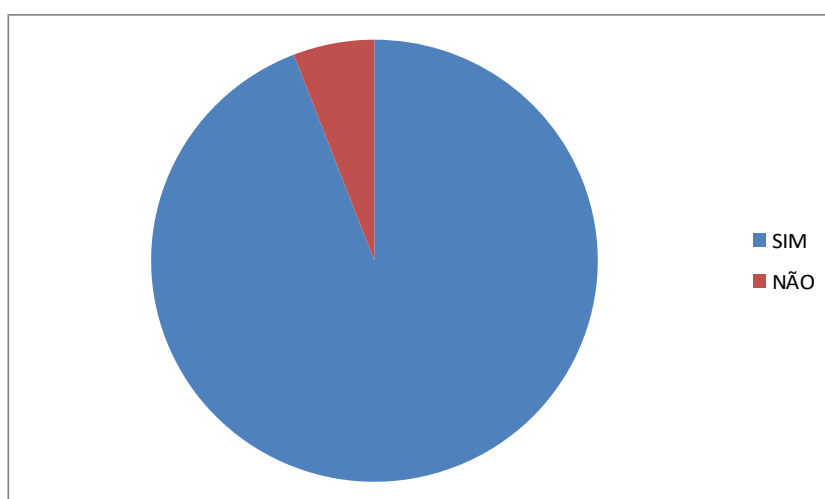


Gráfico 9 – Questão 6.2

A questão 7 é “você acha que radioatividade é um assunto importante para ensinar à um cidadão, mesmo que este não trabalhe com algo relacionado a isso? Justifique.”, mesma questão que a questão 10 do questionário I. Todos os acadêmicos responderam que “sim”, inclusive um dos que responderam “não” no questionário anterior. As principais justificativas defendem que um cidadão com conhecimentos básicos sobre radioatividade conseguiria reduzir o tamanho de catástrofes como a de Goiânia pois a dimensão deste acidente aumentou muito devido a ignorância e irresponsabilidade de pessoas envolvidas; uma das pessoas

também apontou que uma pessoa que possui um conhecimento pode replicar este conhecimento e ensinar para outros, mesmo que isso não seja uma garantia; além disso três pessoas lembraram que radiações estão em toda parte e nem sempre são algo nocivo, porém nestes casos todo o cuidado é necessário.

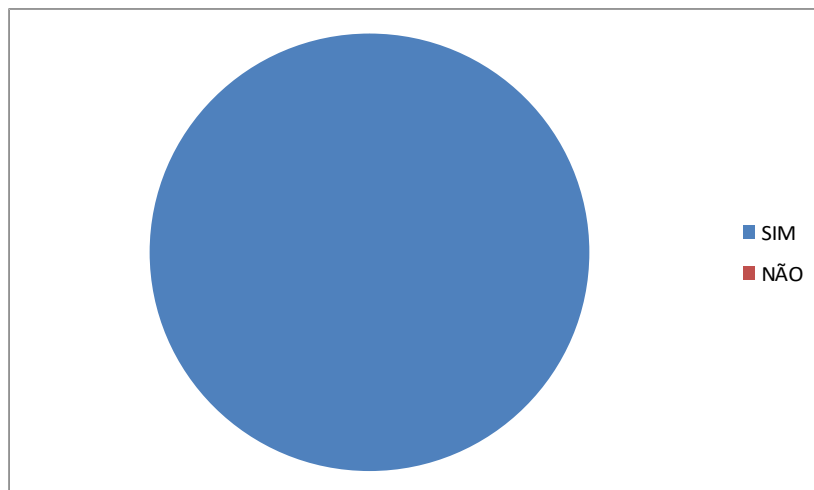


Gráfico 10 – Questão 7.2

A questão 8 é “você acha que o enfoque CTS precisa ser mais presente nas disciplinas escolares do Brasil? Justifique.”, nesta questão além das alternativas “sim” e “não” há uma terceira alternativa que é “a partir da seguinte faixa etária:” com espaço para o acadêmico preencher, além disso há espaço para comentários. Nesta questão todos os 17 acadêmicos acreditam que sim, sendo que apenas um definiu uma faixa etária específica para o ensino com enfoque CTS, sendo esta a partir dos 13 anos, o acadêmico que definiu esta faixa etária justificou que acredita que antes dos 13 anos os alunos tenham dificuldade para absorver conteúdos com enfoque CTS; as justificativas dos outros alunos usam argumentos como o fato de ser importante que um cidadão entenda as possibilidades, riscos e benefícios na ciência e na tecnologia, em contrapartida ao cidadão que tem aversão à ciência ou que vê a ciência como solução para todos os males; dois acadêmicos argumentaram que o enfoque CTS deveria estar presente em todas as etapas do ensino não só para desenvolver a criticidade e a interdisciplinaridade, mas também para aumentar as chances do aluno replicar este conhecimento para a comunidade; um dos comentários argumentou que com o ensino com enfoque CTS há maior envolvimento e compreensão da ciência por parte do cidadão.

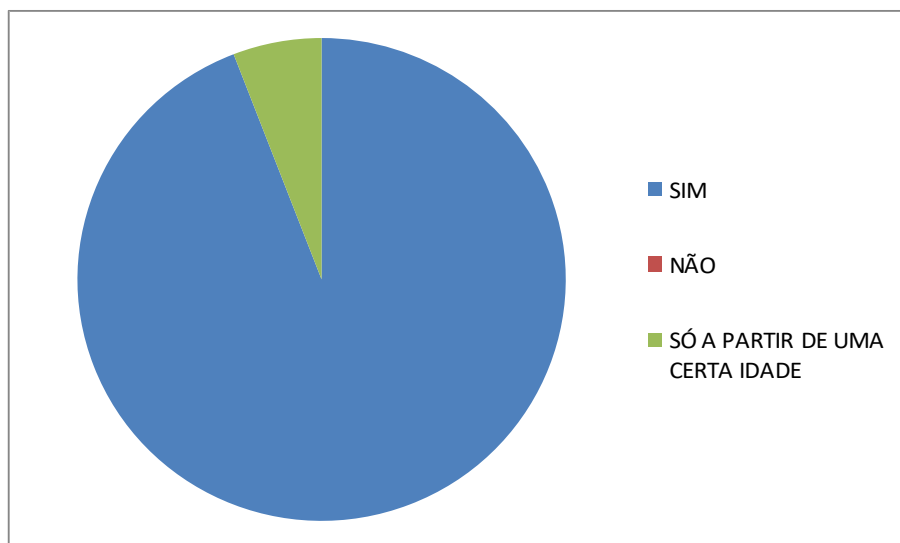


Gráfico 11 – Questão 8.2

A questão 9 é “Você acha que o uso de materiais didáticos diferenciados representa uma melhora ou piora do ensino? Justifique.”, sendo que esta questão possui quatro alternativas e espaço para complementação de uma das quatro, as alternativas são: “melhora”, “piora”, “não faz diferença” e “apenas em certos conteúdos e idades (cite exemplos)”, obviamente o espaço para comentários complementares é destinado à quarta alternativa. Todos os dezessete acadêmicos responderam “melhora”, sendo que treze utilizaram o espaço que seria destinado para a quarta alternativa para fazer comentários complementares, sendo que a maioria dos comentários (11 dos 13) utilizaram o mesmo argumento: acreditam que o uso de conteúdos alternativos ajudam a cativar a atenção do aluno, evitando a dispersão e aumentando o engajamento e a curiosidade dos alunos; um dos argumentos é de que alunos aprendem de formas diferentes, enquanto alguns alunos conseguem acompanhar uma aula tradicional outros precisam de suportes adicionais e o uso de materiais diferenciados proporciona mais uma chance de conseguir atingir este objetivo; um dos comentários defende que o professor deve utilizar materiais didáticos diferenciados para tentar acompanhar o avanço tecnológico dos alunos, caso contrário a linguagem do professor se torna desinteressante aos alunos.

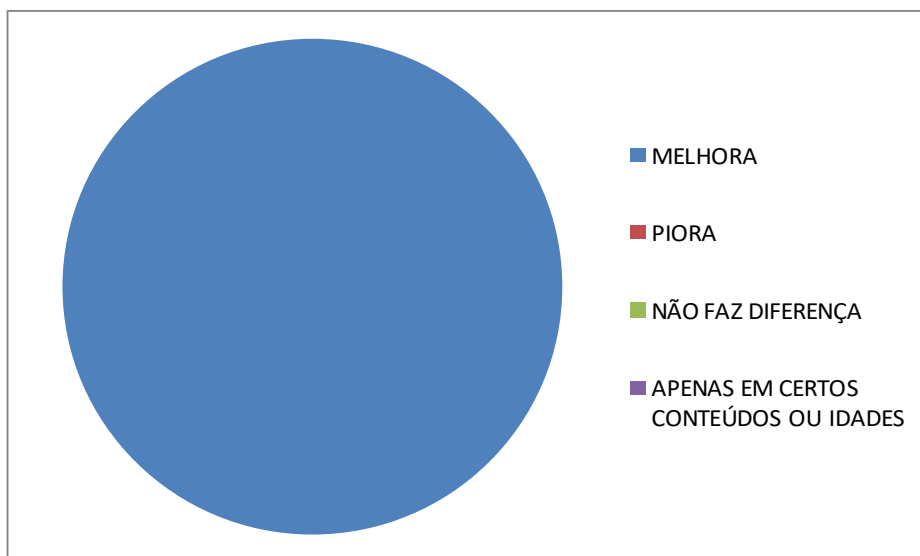


Gráfico 12 – Questão 9.2

A questão 10 é “Você tem alguma sugestão ou crítica para a forma como a aula foi ministrada?”, esta questão é voltada para buscar uma melhora em relação à aplicação para os acadêmicos. Esta pesquisa foi aplicada em aulas que combinam o uso de imagens, histórias em quadrinhos, vídeos e aula expositiva dialogada. A questão 10 não possui alternativas, tendo o espaço da resposta inteiro destinado à respostas escritas pelos acadêmicos, a questão foi feita desta forma para dar mais liberdade na resposta, 15 dos 17 comentários responderam que não possuem sugestões ou críticas; um dos comentários elogiou o andamento das aulas mas sugeriu que além dos recursos mencionados anteriormente fossem utilizadas músicas sobre o assunto trabalhado (radioatividade); um dos comentários apontou que a introdução da aula fosse mais detalhada e minuciosa, a introdução foi destinada a dar uma visão geral baseada no senso comum sobre radioatividade e à apresentar as obras “Watchmen” e “Before Watchmen” para os alunos para que uma relação entre ambas e o conteúdo pudesse ser feita.

A questão 11 é semelhante a 10 e também não possui alternativas delimitadas, mas apenas um espaço de comentário, a questão sendo “Você tem alguma sugestão ou crítica para a abordagem desta pesquisa?”, nesta questão 16 dos 17 acadêmicos responderam que não possuem sugestões ou críticas, porém um dos acadêmicos defendeu que histórias mais simples em relação ao conteúdo poderiam ser mais efetivas, pois considerou a narrativa das histórias em quadrinho escolhidas muito complexa.

5.3 MATRIZ DIALÓGICA PROBLEMATIZADORA

Com a conclusão da aplicação dos questionários e de sua respectiva análise torna-se possível responder partes da matriz dialógica problematizadora. As respostas da matriz são baseadas nos autores referenciados na pesquisa, nas respostas dos questionários, na prática diária como professor de ensino fundamental e médio do pesquisador responsável e nas revistas em quadrinho analisadas. Vale ressaltar que é comum que a matriz dialógica não seja integralmente preenchida, contanto que ela possa gerar clareza o suficiente para responder as questões necessárias à pesquisa. Abaixo está a matriz dialógica exatamente como está no início do capítulo, esta duplicata está presente nesta fração do capítulo para facilitar a leitura como um todo, mas diferente da anterior está colorida. aquilo que está verde foi respondido positivamente, o vermelho foi respondido negativamente, o amarelo está no meio termo, o cinza não teve resposta obtida e o branco a resposta é mais complexa do que isso..

Tabela 2

	Watchmen	CTS	Ciência	Ensino
Watchmen	Watchmen pode ser percebida como mais do que uma obra de entretenimento?	Quais são os tópicos envolvendo o enfoque CTS presentes em Watchmen?	Quais dos fatos científicos em Watchmen são pautados na realidade?	O que é possível ensinar utilizando Watchmen como exemplo?
CTS	A narrativa de Watchmen é suficiente pra demonstrar a importância do enfoque CTS?	Qual a relevância do enfoque CTS na educação?	Conhecimento científico é o suficiente para que os alunos pensem na relação CTS	O ensino tradicional aborda o enfoque CTS o suficiente?
Ciência	A ciência apresentada em Watchmen é de fácil compreensão?	É possível compreender o enfoque CTS sem um amplo conhecimento científico?	O público em geral se interessa pelos aspectos científicos de uma obra?	O ensino de ciência é de fácil compreensão aos alunos? Se não, por quê?
Ensino	Apresentar um conteúdo	O enfoque CTS deve	Existem maneiras	Os métodos comumente

	utilizando a HQ Watchmen contribui positivamente para o ensino?	provocar adaptações no ensino?	mais eficientes de abordar a ciência no ensino?	utilizados no ensino são eficientes?
--	---	--------------------------------	---	--------------------------------------

5.3.1 Watchmen Pode Ser Percebida Como Mais Do Que Uma Obra De Entretenimento?

Apesar de sabermos que a HQ foi feita com o intuito de ser um produto destinado a um nicho de consumidores na sociedade de consumo é evidente que os autores da narrativa quiseram abordar temas relevantes e contextualizados para apelar para uma audiência com certa maturidade e instrução, isto não retira o status de “obra de entretenimento” da revista, mas possibilita leituras diferenciadas do material. Os acadêmicos que responderam os questionários foram majoritariamente favoráveis ao uso de histórias em quadrinhos como materiais educativos e ao potencial de ensino das histórias ficcionais, um professor pode utilizar Watchmen e Before Watchmen de diversos pontos de vista para ensinar não só conteúdos relacionados a ciência, mas também conteúdos de outras áreas do ensino; além de material de ensino Watchmen e Before Watchmen em vários momentos pode ser visto como crítica ou sátira aos governos norte-americanos ou aos valores pregados pela indústria cultural nos EUA.

5.3.2 A Narrativa De “Watchmen” É Suficiente Para Demonstrar A Importância Do Enfoque CTS?

Afirmar que a narrativa presente nas revistas é o suficiente para demonstrar ao leitor a importância do enfoque CTS seria uma afirmação arriscada, um leitor atencioso poderia sim absorver das revistas a ideia de que é necessário pensar criticamente sobre a ciência, a tecnologia e sua relação com a sociedade porém o que as aulas ministradas entre os questionários demonstraram é que para muitas pessoas é importante uma contextualização prévia sobre os conceitos de enfoque CTS além de um direcionamento a respeito do que o leitor deve procurar na revista

também se fazer necessário, afinal, afirmar que algumas pessoas podem obter o resultado esperado seria o equivalente a afirmar que a loteria é uma forma eficiente de obter enriquecimento financeiro, não é porquê uma pequena parte do público adquire um resultado positivo que todos vão obter.

Um leitor treinado, acostumado com a linguagem visual (e não só com a linguagem escrita), com conhecimentos relacionados a ciência ou ao menos relacionados à necessidade de energias renováveis poderia sim captar a importância do enfoque CTS em “Watchmen” e “Before Watchmen”, porém confiar que todos os leitores serão assim é contra didático, o que os questionários revelaram é que uma minoria dos acadêmicos envolvidos estava habituada a leitura de histórias em quadrinhos, menos ainda com a leitura de histórias destinadas a leitores maduros.

5.3.3 A Ciência Apresentada Em Watchmen É De Fácil Compreensão?

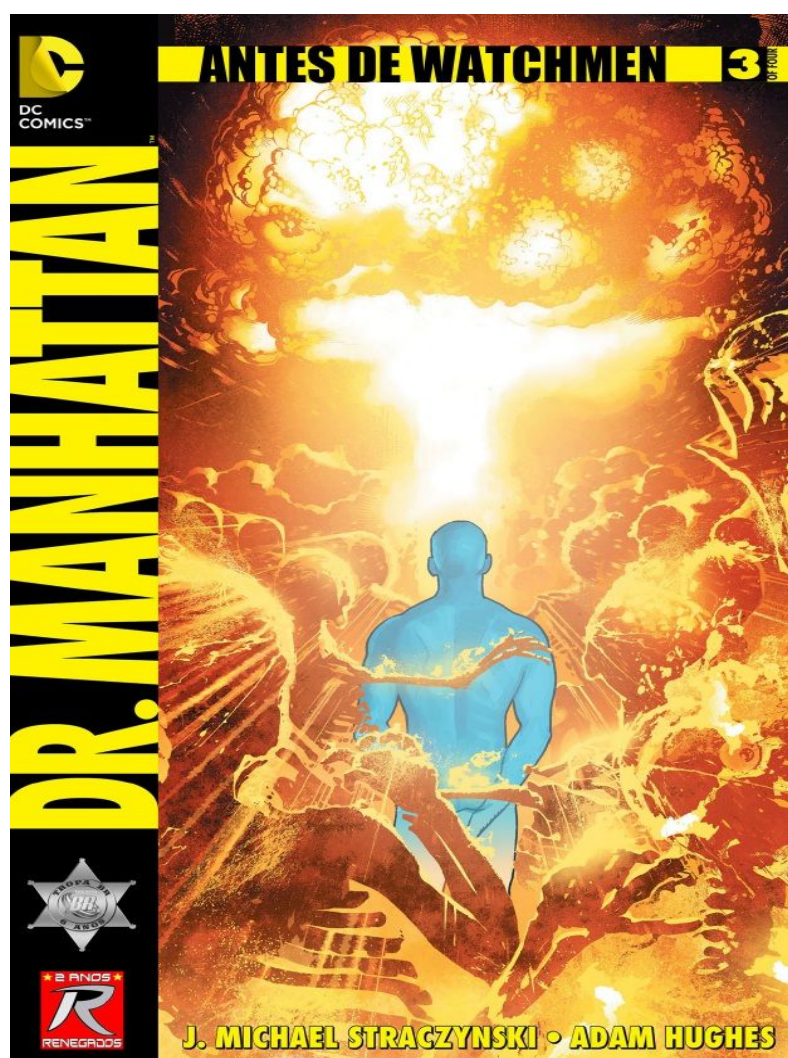
As revistas flertam com vários conceitos ditos como científicos que vão desde conhecimentos científicos reais até algo que poderia facilmente ser chamado de fantasia científica. Dentre as informações científicas pautadas em conhecimento científico real há conceitos que vão desde algo conhecido pelo público geral (mesmo que de forma imprecisa) como a radiação até conceitos avançados como a mecânica quântica, portanto grande parte do conhecimento científico presente em Watchmen demanda algum conhecimento prévio para que seja compreendido ou até identificado, como é o caso da radiação de Cherenkov que é citada no capítulo 3 desta dissertação e ilustrada na cor do personagem Dr. Manhattan.

Devido a isso pode ser dito que a ciência apresentada em Watchmen é muitas vezes de difícil compreensão, porém com o acompanhamento de um professor pode ser utilizada como ponto de partida para uma aula que aborda um grande leque de conceitos científicos, sendo que os conceitos científicos de mais fácil identificação na revista são a radiação e a fissão nuclear.

5.3.4 Apresentar Um Conteúdo Usando A HQ Watchmen Contribui Positivamente Para O Ensino?

A intervenção realizada com os alunos focou no tema radiação e foi pautada em grande parte em “Watchmen” e “Before Watchmen”, ou mais especificamente na figura do Dr. Manhattan. Ao longo das aulas os alunos foram expostos à diversas capas das revistas e à alguns fragmentos da narrativa. Foi perceptível que alguns dos conceitos presentes na revista foram complexos para alguns alunos e precisaram ser explicados e complementados pelo pesquisador, porém discussões positivas com base no conhecimento prévio dos acadêmicos puderam se desenvolver com base na capa abaixo.

Figura 16 Capa alternativa da revista "Before Watchmen - Dr. Manhattan vol.3".



Fonte: Straczynski; Hughes, 2012. Volume único.

Os alunos expuseram seus conhecimentos prévios envolvendo o contexto histórico da explosão das bombas atômicas de Hiroshima e Nagasaki, além de

discutir a respeito de seus conhecimentos científicos relacionados ao assunto, esta foi uma das discussões mais proveitosas da intervenção.

Outro fragmento positivo das aplicações utilizando Watchmen foi um momento de Watchmen na qual o personagem Dr. Manhattan é acusado de estar causando câncer nas pessoas que convivem com o mesmo, este fragmento levou os acadêmicos a discutirem inicialmente os efeitos da radiação ionizante em seres humanos, lembrando o caso de Goiânia com o césio-137 (o caso já havia sido mencionado na aula anteriormente), após isso o pesquisador utilizou a discussão iniciada para discutir outros tipos de radiação e suas aplicações nas tecnologias como na esterilização, na conservação de alimentos, nas radiografias e nos tratamentos de câncer.

Com isto foi perceptível que a revista contribuiu positivamente para o ensino, porém alguns recortes da narrativa são mais proveitosos e rendem discussões mais ricas do que outros, o que ressalta o quão importante é para um professor que trabalhe com mídias alternativas que este selecione meticulosamente o conteúdo a ser trabalhado e prepare seus alunos antecipadamente para conteúdos mais complexos.

5.3.5 Quais São Os Tópicos Envolvendo CTS Presentes Em Watchmen?

As revistas abrangem vários conceitos científicos, alguns que podem facilmente ser encaixados no enfoque CTS e outros que não podem ser trabalhados com este enfoque facilmente.

Um dos temas mais relevantes abordados pela revista e já levantado nesta pesquisa anteriormente no capítulo 4 é a geração de energia limpa e renovável, um desafio para cientistas até a atualidade. Watchmen trabalha a ideia de que com os avanços tecnológicos trazidos ao universo ficcional da revista pelo personagem Dr. Manhattan seria possível criar uma forma de energia nuclear limpa, uma contrapartida para a energia nuclear existente na atualidade que gera uma grande quantidade de resíduos nucleares e cujo destino é um desafio para diversos países até a atualidade. Segundo o Nuclear Energy Institute (instituto de energia nuclear) que fica localizado em Washington DC, capital dos Estados Unidos uma usina nuclear gera em torno de 20 toneladas de resíduos nucleares por ano, para gerar a mesma quantidade de energia com painéis solares seriam necessários

aproximadamente 243km² de painéis e com turbinas eólicas cerca de 600% mais área que a solar enquanto a nuclear ocupa cerca de 1,5km², portanto fica claro que países com altas demandas energéticas também precisariam de uma área gigantesca para acomodar instalações de energia limpa além de altos custos de instalação, o que acaba criando o dilema para a geração de energia em países altamente industrializados ou com terreno e clima desfavoráveis para o uso de eólica e solar.

Ainda assim, a geração de energia com usina nuclear gera resíduos radioativos que precisam ser armazenado por um longo período (estimado entre 50 e 300 anos), geram calor e significam o risco de um vazamento radioativo, fazendo com que a escolha entre as usinas também seja entre a energia limpa (renovável), que demanda muito espaço, a nuclear que demanda tempo e os combustíveis fósseis que emitem grandes quantidades de poluição.

Além da produção energética a revista aborda outro tema que pode ser facilmente trabalhado com enfoque CTS e que já foi abordado nesta pesquisa (e neste capítulo) várias vezes: radiação, tema este que pode ser facilmente abordado em sala de aula utilizando exemplos da história recente.

5.3.6 Qual A Relevância Do Enfoque CTS Na Educação?

Por mais relevante que o enfoque CTS possa parecer para os pesquisadores e educadores que conhecem o assunto é visível que é um assunto que ainda é desconhecido por muitos mesmo dentro das universidades. Nos questionários iniciais desta pesquisa 33% dos acadêmicos alegaram não saber o que é o enfoque CTS, lembrando que são alunos do segundo semestre de um curso de licenciatura em ciências, porém após a aplicação das aulas (nas quais eles foram apresentados ao conceito de enfoque CTS) todos os alunos responderam que acreditam que o enfoque CTS precisa ser mais presente nas disciplinas escolares do Brasil, argumentando principalmente que o conhecimento da relação CTS ajuda um cidadão a ter pensamento crítico a respeito da ciência.

O enfoque CTS é em sua essência interdisciplinar, como também foi defendido por um dos acadêmicos que respondeu ao segundo questionário, portanto o ensino com enfoque CTS pode contribuir para uma formação mais completa e com saberes integrados por parte dos alunos, diferente de casos comuns nos quais o

ensino prepara o aluno para pensar em cada disciplina em separado, com pouca ou nenhuma relação.

5.3.7 É Possível Compreender O Enfoque CTS Sem Um Amplo Conhecimento Científico?

Existem várias possíveis abordagens do ensino com enfoque CTS e em cada uma delas o papel da ciência pode ser mais ou menos importante, uma das vertentes do CTS aplicada se chama *CTS puro* e é uma adaptação de um programa de ensino universitário britânico para o ensino secundário, segundo Palacios et al. (2003) o CTS puro deixa a ciência em um papel secundário, onde muitas vezes os conceitos científicos não são explicados a fundo e o objetivo é ensinar para um aluno o que é o enfoque CTS e como foi abordado no passado, para isso há um ênfase na história da ciência, da sociologia da ciência e sociologia da tecnologia para mostrar as ações tomadas e suas consequências.

O CTS puro costuma ser utilizado em ensinamentos voltados para indivíduos que não tenham muito aprofundamento ou necessidade de se aproveitar nos aspectos técnicos da ciência, portanto a resposta para a questão proposta na matriz dialógica é: sim, é possível compreender o enfoque CTS sem um amplo conhecimento científico.

Além do CTS puro Palacios menciona o “enxerto CTS” e a “ciência e tecnologia através de CTS” que exigem maior conhecimento científico por parte dos estudantes.

5.3.8 O Enfoque CTS Deve Provocar Adaptações No Ensino?

Durante a aplicação dos questionários foi percebido como muitos entram no ensino superior sem saber o que é o enfoque CTS e como uma vez que o entenderam o que é a relação CTS os acadêmicos e futuros professores ressaltaram a importância do enfoque CTS no ensino.

O ensino nas escolas brasileiras é muitas vezes carente de relações CTS e no lugar de trabalhar de forma interdisciplinar e interligada, cada tópico é trabalhado isoladamente. Um professor dedicado a trabalhar com seus alunos com enfoque

CTS precisa deixar de lado este modo de ensino centralizado e ampliar os conteúdos, explorando com seus alunos as relações existentes em cada fenômeno abordado e teria a interdisciplinaridade como uma consequência inevitável, portanto, o enfoque CTS necessita que o ensino seja adequado às suas necessidades.

5.3.9 Quais Dos Fatos Científicos Em Watchmen São Pautados Na Realidade?

Durante as abordagens que as revistas em quadrinho Watchmen e Before Watchmen fazem em relação a conceitos científicos a maioria daquilo que é explorado é pautado em conceitos científicos reais ou é uma adaptação fantasiosa de conceitos reais enxergadas do ponto de vista de uma criatura onipotente, ainda assim há na revista acontecimentos que não possuem qualquer embasamento por parte da ciência.

A revista aborda radiação, a teoria de muitos mundos e até traz páginas ilustrando o experimento mental do gato de Schrödinger, mas há também certos recortes da narrativa que envolvem o personagem Dr. Manhattan que são totalmente pautados na fantasia: o personagem é capaz de voltar e avançar no tempo, criar diversos corpos ligados pela mesma consciência, modificar seu tamanho e até mesmo desintegrar pessoas inteiras sem esforço algum.

Portanto pode-se dizer que as partes relacionados à radiações, à fissão ou fusão nuclear, à teoria de muitos mundos e à mecânica quântica são pautadas na realidade ou em teorias existentes, mas grande parte dos feitos do personagem são fantasiosos.

5.3.10 Conhecimento Científico É O Suficiente Para Que Os Alunos Pensem No CTS?

O enfoque CTS precisa ser introduzido aos conteúdos trabalhados por um aluno durante sua educação, afinal mesmo na academia há uma visão de ciência como solução para todos os problemas.

A concepção clássica das relações entre a ciência e a tecnologia com a sociedade é uma concepção essencialista e triunfalista, que pode resumir-se em uma simples equação, o chamado “modelo linear de desenvolvimento”: +ciência =+tecnologia =+riqueza =+bem-estar social.

Tal concepção com frequência está presente em diversos espaços do mundo acadêmico e nos meios de divulgação. Em sua fundamentação acadêmica encontramos a visão clássica do positivismo acerca da natureza da ciência e sua mudança temporal, cuja formulação canônica procede do Positivismo Lógico, filosofia da ciência que surgiu durante os anos 20 e 30 do século 20 das mãos de autores como Rudolf Carnap, em aliança com as aproximações funcionalistas em sociologia da ciência que se desenvolvem desde os anos 40... (PALACIOS, et al. p.116, 2003)

O recorte do livro “introdução aos estudos CTS” elucida a linha de pensamento de que ciência apenas traz benefícios, esta linha de pensamento é frequente entre pessoas com pouco conhecimento científico, porém como Palacios ressalta mesmo no meio acadêmico é comum que hajam pessoas que pensem isso, portanto conhecimento científico sem direcionamento não faz com que os alunos pensem nas relações CTS.

5.3.11 O Público Em Geral Se Interessa Pelos Aspectos Científicos De Uma Obra?

Nem toda narrativa trabalha com ênfase em conceitos científicos, por mais que haja um público interessado na ciência abordada pela ficção – o que é melhor exemplificado pelo gênero de narrativa: ficção científico – existem histórias que abordam temas cotidianos, fantasiosos, misteriosos ou tantos outros sem em momento algum abordar a ciência, portanto é possível deduzir que o público geral nem sempre se interessa pelos aspectos científicos de uma obra, porém esta questão pode vir a ser estudada de forma mais detalhada em artigos ou pesquisas futuras.

5.3.12 Existem Maneiras Mais Eficientes De Abordar Ciência No Ensino?

Durante a intervenção realizada pelo pesquisador a ciência foi abordada com o auxílio de vídeos e histórias em quadrinhos, esta abordagem diferenciada despertou interesse por parte dos acadêmicos e os mesmos defenderam o uso de mídias diferenciadas no ensino, além disso um professor de ciências pode trabalhar com experimentos práticos, observação, relatos, simulações, há várias possibilidades além da aula expositiva dialogada. Quanto à eficiência de trabalhar ciência de outras maneiras podemos lembrar o que foi defendido por uma das pessoas na questão 9 do segundo questionário: pessoas aprendem de maneiras

diferentes, alguns alunos podem ter facilidade para empreender com uma aula expositiva dialogada, porém trazer outras alternativas pode ajudar a preencher as lacunas que podem estar impedindo parte dos alunos de aprender.

5.3.13 O Que É Possível Ensinar Utilizando Watchmen Como Exemplo?

As revistas das séries Watchmen e Before Watchmen abordam conceitos científicos mas também abordam a guerra do Vietnã, a guerra fria, o assassinato do presidente norte americano John F. Kennedy, a segunda guerra mundial, alguns conceitos filosóficos, a indústria cultural, a pop-art. Watchmen é o tipo de história que aborda assuntos que estão em pontos opostos do conhecimento e cabe ao leitor ter a bagagem necessária para captar estes conteúdos e utilizar em sala de aula.

5.3.14 O Ensino Tradicional Aborda O Enfoque CTS O Suficiente?

Segundo as pessoas que responderam os questionários o enfoque CTS é importante para o ensino e é pouco trabalhado, conforme já discutido anteriormente nesta pesquisa o enfoque CTS é muitas vezes deixado de lado no ensino regular e os conteúdos são trabalhados isoladamente deixando de lado a interdisciplinaridade e as relações CTS.

5.3.15 O Ensino De Ciência É De Fácil Compreensão Para Os Alunos? Se Não, Por Quê?

É de senso comum que alguns conteúdos relacionados à ciência são de difícil compreensão para muitos alunos, porém esta questão não foi suficientemente abordada na pesquisa e por isso fica em aberto para abordagens futuras.

5.3.16 Os Métodos Comumente Utilizados No Ensino São Eficientes?

Existem diversas formas de trabalhar o conteúdo e a abordagem com a aula expositiva dialogada ou com os livros didáticos não é necessariamente ineficiente, porém existem outras maneiras de cativar o interesse dos alunos e de exemplificar o

conteúdo, não é porquê um método é tradicional e até certo ponto eficiente que não se deva buscar um método melhor.

Vale também ressaltar que o perfil do indivíduo e do grupo também afetam o resultado do trabalho do professor, certos alunos aprendem melhor ouvindo uma explicação, outros lendo, outros observando, o mesmo vale para turmas, cabe ao professor conhecer seu grupo e se adaptar, porém os materiais didáticos diferenciados são outra chance de cativar e interessar justamente os alunos que tendem a se dispersar durante uma aula expositiva tradicional.

5.5 CONSIDERAÇÕES SOBRE A APLICAÇÃO

Durante a aplicação dos questionários e as intervenções foi possível captar diferentes impressões vinda dos acadêmicos, enquanto mais de 50% estavam curiosos e abertos a essa abordagem diferenciada – mais interessados pela metodologia apresentada do que pelas HQs selecionadas – alguns dos acadêmicos aparentavam ter resistência à abordagem justamente pela utilização de histórias em quadrinhos como material. Há um preconceito perceptível na acadêmica seja no âmbito do estudo de artes seja do ensino quanto ao estudo de histórias em quadrinhos ou a abordagens utilizando esta mídia, porém isto não se mostrou como um obstáculo uma vez que ao longo das aplicações os alunos se mostraram interessados e abertos.

Durante a comparação dos questionários foi possível constatar que alguns acadêmicos que haviam demonstrado resistência haviam mudado de opinião durante à abordagem, além disso as discussões levantadas ao longo das aulas foram proveitosas e o uso de histórias em quadrinhos e outras mídias foi proveitoso do ponto de vista dos alunos.

6 CONCLUSÃO

Durante o percurso da produção desta dissertação ficou evidente que as histórias em quadrinhos podem sim ser utilizadas como material didático de forma eficiente e atrativa aos estudantes, ainda assim é possível que haja resistência por parte dos alunos com os quais o material é aplicado, como foi perceptível pelo questionário.

Apesar da possível resistência o uso de histórias em quadrinhos como materiais didáticos deveria ser incentivado pela possibilidade de elucidar um ponto que poderia ser complexo ou abstrato se trabalhado de outras formas; como defendido por Scott McCloud(1993) o quadrinho é uma colaboração entre o autor e o leitor onde muitas vezes o leitor precisa preencher as lacunas ou seguir um certo ritmo para captar a mensagem presente na obra, isto poderia facilmente ser visto como uma falha neste meio mas torna a interação entre autor e público mais democrática e imersiva.

Ao longo desta pesquisa as revistas *Watchmen* e *Before Watchmen – Dr. Manhattan* foram analisadas como possível material de apoio para o ensino de física com enfoque CTS, ao longo da análise das revistas e da intervenção com os acadêmicos ficou perceptível o potencial das obras de *Alan Moore* e *J. Michael Straczynski* para o ensino voltado para alunos que já possuam maturidade para lidar com a linguagem e os temas presentes na revista, contanto que haja uma intervenção por parte do professor focada principalmente em elucidar detalhes dos temas trabalhados partindo do pressuposto de que nem todos os alunos envolvidos possuem a leitura visual bem desenvolvida ou o conhecimento prévio necessário à compreensão dos temas presentes nas revistas, no fim das contas a revista em quadrinho age como um ótimo complemento ao conteúdo, abrangendo aos alunos que possuem dificuldade em aprender da maneira convencional.

Com o auxílio das respostas providas pelos acadêmicos que toparam responder os comentários e participar das aulas foi possível responder a maioria das questões propostas na elaboração da matriz dialógica, tanto questionários quanto matriz, em conjunto com as revistas serviram como base para a elaboração do produto referente a esta dissertação: um material paradidático ilustrado na forma de histórias em quadrinhos que utiliza trechos das revistas estudadas para o ensino de

física com enfoque CTS, o material possui desenhos de autoria do pesquisador e recortes de artigos, notícias e das histórias em quadrinhos em questão, com o intuito de ampliar o público atingido e fazer com que o material seja de fácil compreensão tanto para quem conhece *Watchmen* e sua história derivativa e para quem não conhece nenhuma das histórias em questão, partindo dos comentários dos questionários que destacavam a necessidade de haver uma contextualização mais detalhada e cuidadosa para os alunos não afeiçoados às mídias escolhidas. Portanto ao longo desta dissertação foi possível responder à pesquisa proposta no início desta produção: **Como a série de revistas *Watchmen* e a série *Before Watchmen – Dr. Manhattan* podem ser utilizadas no ensino de física com enfoque CTS?**

A resposta da forma mais direta o possível é: Com trechos selecionados previamente que possam levantar informações ou discussões relacionadas ao conteúdo a ser trabalhado em conjunto com menções a casos reais, citação de autores da área e contextualização e simplificação dos temas de forma a democratizar o acesso à informação exposta.

Esta pesquisa tenta fazer isso a partir do produto que foi elaborado ao longo desta dissertação, seguindo o **objetivo geral: "criar material que possibilite utilizar fragmentos de *Watchmen* e *Before Watchmen – Dr. Manhattan* para auxiliar no ensino de física com enfoque CTS."** O produto gerado é uma história em quadrinhos de 9 páginas que busca falar para um público geral sobre os riscos e os benefícios de tecnologias que utilizam elementos radioativos ou radiações em geral, o produto possui o título "Entendendo a radioatividade - com a ajuda de *Watchmen*" e mistura um estilo ilustrativo simples e cartunizado combinado com recortes de *Watchmen* e *Before Watchmen*, fazendo com que o trabalho elaborado ao longo desta dissertação tenha dado frutos com esta pequena história em quadrinhos, fazendo com que todo o trabalho tenha valido a pena.

REFERÊNCIAS

- BAZZO, Walter Antonio; et al. **Educação Tecnológica: enfoques para o ensino de engenharia**. Florianópolis: EDUFSC, 2008.
- CORDENONSI, Andre Zanki; et al. **A matriz dialógica prometizadora como uma estrutura para o exame e a discussão temática de uma disciplina de graduação mediada por tecnologia**. UFSM. Santa Maria, 2008.
- DOMINGUINI, Lucas; et al. **O ensino de ciências em escolas da rede pública: limites e possibilidades**. Caderno de Pesquisa em Educação – PPGE/UFES, vol. 18, nº36. Vitória, 2012.
- DC COMICS. **Dave Gibbons**, Disponível em: <http://www.dccomics.com/talent/dave-gibbons>. Acesso em 10 de Julho de 2016.
- DC COMICS. **J Michael Straczynski**. Disponível em: <http://www.dccomics.com/talent/j-michael-straczynski>. Acesso em 10 de Julho de 2016.
- EISNER, Will. **Quadrinhos e arte sequencial**. 1ª edição brasileira. São Paulo: Martins Fontes, 1989.
- GUIMARÃES, Denise. **Histórias em quadrinhos e cinema: adaptações de Frank Miller e Alan Moore**. Curitiba: Autores Paranaenses, 2012.
- GIL, Antônio Carlos. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. 6. ed. São Paulo: Atlas, 2008.
- JUSTSAYAH. **Biography**. Disponível em: <http://www.justsayah.com/>. Acesso em 10 de Julho de 2016.
- KAKALIOS, James. **The physics of superheros**. Electronic Edition: September 2005. Gotham Books, 2005.
- KRAKHECKE, Carlos André. **Representações da Guerra Fria nas Histórias em quadrinhos Batman – O Cavaleiro das Trevas e Watchmen (1979 – 1987)**. Dissertação (Mestrado em História) – Faculdade de Filosofia e Ciências Humanas: Porto Alegre, 2009.
- MCCLOUD, Scott. **Desvendando os quadrinhos**. São Paulo: Makron Books, 1995.
- MIQUELIN, Awdry Feisser. **Contribuições dos Meios Tecnológicos Comunicativos para o Ensino de Física na Escola Básica**. UFSC, 2009.
- MOORE, Alan; GIBHONS, Dave. **Watchmen**. 1ª Edição. Vertigo, 1986.
- NOVAK, Joseph D. **Aprender a aprender**. 1ª Edição. Lisboa: Gabinete Técnico da Plátano Editora, 1996.

NUCLEAR ENERGY INSTITUTE. **Land needs for wind, solar, dwarf nuclear plant's footprint.** Disponível em: <https://www.nei.org/News-Media/News/News-Archives/Nuclear-Power-Plants-Are-Compact,-Efficient-and-Re>. Acesso em 10 de Agosto de 2017.

NÚÑEZ, Isauro Béltran; et al. **Uma reflexão em relação ao estudo da mecânica quântica: o caso do princípio da incerteza.** Revista Ibero-Americana de Educação. Universidade Federal do Rio Grande do Norte, 2009.

OKUNO, Emico; YOSHIMURA, Elisabeth. **Física das radiações.** Oficina de textos: São Paulo, 2010.

OMELETE. **Temas: Alan Moore.** Disponível em: <https://omelete.uol.com.br/alan-moore/>. Acesso em 10 de Julho de 2016.

OSTERMANN, Fernanda; PRADO, Sandra Denise. **Interpretações da mecânica quântica em um interferômetro virtual de Mach Zehder.** Revista Brasileira do Ensino de Física, vol. 27. Porto Alegre: Brasil, 2005.

PALACIOS, Eduardo Marino García; et al. **Introdução aos estudos CTS (Ciência, tecnologia e sociedade).** Cadernos de Ibero-América. 2003.

PERES, Marcos Vinicius. **Utilização da história em quadrinhos Watchmen, em uma aula de equivalência massa-energia no ensino médio.** Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Curitiba, 2014.

POSTMAN, Neil. **Tecnopólio: a rendição da cultura à tecnologia.** São Paulo: Nobel, 1994.

RIBEIRO, Maria Clotilde Meirelles; BAIARDI, Amílcar. **Cooperação internacional em ciência e tecnologia: Refletindo conceitos e questões contemporâneas.** Contexto Internacional, vol.36, nº 2. Rio de Janeiro, 2014.

SILVA, Allyson Ewerton Vila Nova. **Um estudo sociolinguístico das histórias em quadrinhos na educação a distância.** Universidade Católica de Pernambuco. Recife, 2011.

SILVA, Vinícius Costa e; et al. **A influência das tecnologias na sociedade – o debate realizado em uma escola pública do município de Anápolis, Goiás – Brasil.** Colabor@ - Revista Digital da CVA, vol. 8, nº 31. 2014.

SOUZA, Líria Alves de. **"Acidente com césio-137";** *Brasil Escola*. Disponível em <<http://brasilecola.uol.com.br/quimica/acidente-cesio137.htm>>. Acesso em 15 de Maio de 2016.

STRACZYNSKI, J. Michael. HUGHES, Adam. **Before Watchmen – Dr. Manhattan.** Edição brasileira. Vertigo, 2012.

VASCONCELLOS, Erlete Sathler de. **Abordagem de questões socioambientais por meio de tema CTS: Análise prática pedagógica no ensino médio de química e proposição de atividades.** Universidade de Brasília. Brasília, 2008.

ZAPONNE, Mirian Hisae Yaegashi; et al. **Leitura ficcional feita por adolescentes: compasso e descompasso entre escola e vida social.** Universidade Federal da Grande Dourados: Raído, MS, v.8 n.17. Dourados, 2014.

ANEXO I



Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Campus de Ponta Grossa
Diretoria de Pesquisa e Pós-Graduação
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO
DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA**



**TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO (TCLE) e TERMO DE
CONSENTIMENTO PARA USO DE IMAGEM E SOM DE VOZ
(TCUISV) PARA OS RESPONSÁVEIS**

Título da pesquisa: As engrenagens de Manhattan : Utilizando Watchmen para o ensino de física com enfoque CTS.

Pesquisador:

Fábio Clavisso Fernandes
Rua Júlia Vanderlei, nº 896 - Centro
CEP: 84010-170 - Ponta Grossa - Paraná
Tel: (42) 99810-4199

Orientador: Prof. Dr. Awdry Feisser Miquelin

Local de realização da pesquisa: Universidade Tecnológica Federal do Paraná.

Endereço, telefone do local:

Av. Monteiro Lobato s/n – km 04. Ponta Grossa – PR. Tel: (42) 3220-4800

A) INFORMAÇÕES AO PARTICIPANTE

1. Apresentação da pesquisa

A presente pesquisa pretende investigar as discussões com teor científico e enfoque CTS presentes nas revistas da série *Watchmen* de *Alan Moore* e posteriormente de *J. Michael Straczynski*. Além disso esta revista procura analisar e discutir a eficiência das histórias em quadrinho como material didático com o objetivo de elaborar um material neste formato.

2. Objetivos da pesquisa

O principal objetivo desta pesquisa é investigar os conceitos da física presentes nas revistas da série *Watchmen* e discutir como este e outros materiais podem ser utilizados para ensinar física com enfoque CTS.

3. Participação na pesquisa

Para o desenvolvimento do estudo, participarão alunos matriculados no 1º ano do curso de licenciatura interdisciplinar em ciências naturais, os quais poderão

participar ativa e passivamente da pesquisa, primeiramente atuando como alunos e posteriormente podem fazer sugestões e observações para o material final.

O pesquisador coloca-se à disposição para qualquer esclarecimento decorrente da pesquisa e em caso de problemas relacionados a esta haverá garantia de assistência pedagógica, de modo a garantir a efetivação dos processos de ensino dos alunos envolvidos nesta pesquisa.

4. Confidencialidade

As informações desta pesquisa serão confidenciais e serão divulgadas na dissertação de mestrado da pesquisadora, congressos, eventos científicos, palestras ou periódicos científicos, sem que haja identificação dos participantes, sendo assegurado total sigilo e confidencialidade dos dados pesquisados.

5. Desconfortos, Riscos e Benefícios

5a) Desconfortos e ou Riscos: Os participantes da pesquisa poderão sofrer, mesmo que minimamente, o risco de não adequação à abordagem metodológica de ensino proposta pelos estudos, desconforto ou constrangimento na emissão de suas opiniões e experiências ao responderem o questionário sobre práticas de ensino destinado aos professores e participação nas atividades propostas. O pesquisador assumirá a responsabilidade por quaisquer situações não previstas anteriormente e que sejam decorrentes da participação no Projeto.

5b) Benefícios: Os benefícios da presente pesquisa poderão ser observados no avanço conceitual da aprendizagem dos acadêmicos participantes, bem como na possibilidade de utilização de uma abordagem metodológica diferenciada para o ensino de Ciências.

6. Critérios de inclusão e exclusão

6a) Inclusão: Serão incluídos na amostra de pesquisa alunos com idades a partir de 17 anos, matriculados no 1º ano do curso de licenciatura interdisciplinar em ciências naturais da instituição supracitada, bem como professores da instituição de ensino pesquisada.

6b) Exclusão: Serão excluídos desta amostra acadêmicos e docentes que não desejarem participar desta pesquisa.

7. Direito de sair da pesquisa e a esclarecimentos durante o processo

A pesquisa tem caráter voluntário e garantirá aos participantes o direito de retirar-se da pesquisa a qualquer momento sem aplicação de pena ou punição, com garantia de preservação da identidade e dos dados pesquisados.

8. Ressarcimento ou indenização

Não haverá nenhum tipo de ônus ou bônus decorrente da participação nesta pesquisa. Para os casos em que haja necessidade, a indenização será de acordo com o previsto em lei pela Resolução 466/12 do Conselho Nacional de Saúde.

B) CONSENTIMENTO

Eu, responsável legal pelo(a) aluno(a) matriculado no 1º ano do curso de licenciatura interdisciplinar em ciências naturais da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, declaro ter conhecimento das informações contidas neste documento e ter recebido respostas claras às minhas questões a propósito da participação de meu filho e/ou dependente legal na pesquisa e, adicionalmente, declaro ter compreendido o objetivo, a natureza, os riscos e benefícios deste estudo.

Autorizo a participação voluntária de meu dependente legal, permitindo que os pesquisadores relacionados neste documento obtenham fotografia, filmagem ou gravação de voz para fins de pesquisa científica/educacional. As fotografias, vídeos e gravações ficarão sob a propriedade do grupo de pesquisadores pertinentes ao estudo e sob sua guarda.

Concordo que o material e as informações obtidas relacionadas possam ser publicados em aulas, congressos, eventos científicos, palestras ou periódicos científicos. Porém, sem que haja identificação por nome ou qualquer outra forma.

Estou consciente de que posso interromper a participação de meu responsável legal nesta pesquisa, a qualquer momento, sem nenhum prejuízo ou punição, tendo os dados preservados e mantidos em sigilo pela pesquisadora.

Nome completo do responsável: _____
 RG: _____ Data de Nascimento: ___/___/_____
 Telefone: _____
 Nome completo do aluno ou dependente: _____
 Endereço: _____
 CEP: _____ Cidade: _____
 Estado: _____
 Assinatura: _____ Data: ___/___/_____

Eu declaro ter apresentado o estudo, explicado seus objetivos, natureza, riscos e benefícios e ter respondido da melhor forma possível às questões formuladas.

Assinatura do pesquisador: _____ Data: ___/___/_____
 (ou seu representante)

Nome completo: _____

Para todas as questões relativas ao estudo ou para se retirar do mesmo, poderão se comunicar com Fábio Clavisso Fernandes, via e-mail: fabioclavisso@gmail.com.br ou telefone (42) 99810-4199.

OBS: Este documento deve conter duas vias iguais, sendo uma pertencente ao pesquisador e outra ao sujeito de pesquisa.



Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Campus de Ponta Grossa
Diretoria de Pesquisa e Pós-Graduação
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO
DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA**



TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO (TCLE) e TERMO DE CONSENTIMENTO PARA USO DE IMAGEM E SOM DE VOZ (TCUISV) PARA OS ALUNOS

Título da pesquisa: As engrenagens de Manhattan : Utilizando Watchmen para o ensino de física com enfoque CTS.

Pesquisador:

Fábio Clavisso Fernandes
Rua Júlia Vanderlei, n° 896 - Centro
CEP: 84010-170 - Ponta Grossa - Paraná
Tel: (42) 99810-4199

Orientador: Prof. Dr. Awdry Feisser Miquelin

Local de realização da pesquisa: Universidade Tecnológica Federal do Paraná.

Endereço, telefone do local:

Av. Monteiro Lobato s/n – km 04. Ponta Grossa – PR. Tel: (42) 3220-4800

C) INFORMAÇÕES AO PARTICIPANTE

1. Apresentação da pesquisa

A presente pesquisa pretende investigar as discussões com teor científico e enfoque CTS presentes nas revistas da série *Watchmen* de *Alan Moore* e posteriormente de *J. Michael Straczynski*. Além disso esta revista procura analisar e discutir a eficiência das histórias em quadrinho como material didático com o objetivo de elaborar um material neste formato.

2. Objetivos da pesquisa

O principal objetivo desta pesquisa é investigar os conceitos da física presentes nas revistas da série *Watchmen* e discutir como este e outros materiais podem ser utilizados para ensinar física com enfoque CTS.

3. Participação na pesquisa

Para o desenvolvimento do estudo, participarão alunos matriculados no 1º ano do curso de licenciatura interdisciplinar em ciências naturais, os quais poderão participar ativa e passivamente da pesquisa, primeiramente atuando como alunos e posteriormente podem fazer sugestões e observações para o material final.

O pesquisador coloca-se à disposição para qualquer esclarecimento decorrente da pesquisa e em caso de problemas relacionados a esta haverá garantia de assistência pedagógica, de modo a garantir a efetivação dos processos de ensino dos alunos envolvidos nesta pesquisa.

4. Confidencialidade

As informações desta pesquisa serão confidenciais e serão divulgadas na dissertação de mestrado da pesquisadora, congressos, eventos científicos, palestras ou periódicos científicos, sem que haja identificação dos participantes, sendo assegurado total sigilo e confidencialidade dos dados pesquisados.

5. Desconfortos, Riscos e Benefícios

5a) Desconfortos e ou Riscos: Os participantes da pesquisa poderão sofrer, mesmo que minimamente, o risco de não adequação à abordagem metodológica de ensino proposta pelos estudos, desconforto ou constrangimento na emissão de suas opiniões e experiências ao responderem o questionário sobre práticas de ensino destinado aos professores e participação nas atividades propostas. O pesquisador assumirá a responsabilidade por quaisquer situações não previstas anteriormente e que sejam decorrentes da participação no Projeto.

5b) Benefícios: Os benefícios da presente pesquisa poderão ser observados no avanço conceitual da aprendizagem dos acadêmicos participantes, bem como na possibilidade de utilização de uma abordagem metodológica diferenciada para o ensino de Ciências.

6. Critérios de inclusão e exclusão

6a) Inclusão: Serão incluídos na amostra de pesquisa alunos com idades a partir de 17 anos, matriculados no 1º ano do curso de licenciatura interdisciplinar em ciências naturais da instituição supracitada, bem como professores da instituição de ensino pesquisada.

6b) Exclusão: Serão excluídos desta amostra acadêmicos e docentes que não desejarem participar desta pesquisa.

7. Direito de sair da pesquisa e a esclarecimentos durante o processo

A pesquisa tem caráter voluntário e garantirá aos participantes o direito de retirar-se da pesquisa a qualquer momento sem aplicação de pena ou punição, com garantia de preservação da identidade e dos dados pesquisados.

8. Ressarcimento ou indenização

Não haverá nenhum tipo de ônus ou bônus decorrente da participação nesta pesquisa. Para os casos em que haja necessidade, a indenização será de acordo com o previsto em lei pela Resolução 466/12 do Conselho Nacional de Saúde.

A) CONSENTIMENTO

Eu declaro ter conhecimento das informações contidas neste documento e ter recebido respostas claras às minhas questões a propósito da minha participação direta (ou indireta) na pesquisa e, adicionalmente, declaro ter compreendido o objetivo, a natureza, os riscos e benefícios deste estudo.

Após reflexão e um tempo razoável, eu decidi, livre e voluntariamente, participar deste estudo, permitindo que os pesquisadores relacionados neste documento obtenham fotografia, filmagem ou gravação de voz de minha pessoa para fins de pesquisa científica/educacional.

Concordo que o material e as informações obtidas relacionadas à minha pessoa possam ser publicados em aulas, congressos, eventos científicos, palestras ou periódicos científicos. Porém, não devo ser identificado por nome ou qualquer outra forma.

As fotografias, vídeos e gravações ficarão sob a propriedade do grupo de pesquisadores pertinentes ao estudo e sob sua guarda.

Estou consciente de que posso deixar o projeto a qualquer momento, sem nenhum prejuízo ou punição, tendo meus dados preservados e mantidos em sigilo pela pesquisadora.

Nome completo: _____
 RG: _____ Data de Nascimento: ___/___/_____
 Telefone: _____
 Endereço: _____
 _____ CEP: _____ Cidade: _____ Estado: _____
 _____ Data: ___/___/_____
 Assinatura: _____

Eu declaro ter apresentado o estudo, explicado seus objetivos, natureza, riscos e benefícios e ter respondido da melhor forma possível às questões formuladas.

Assinatura do pesquisador: _____ Data: ___/___/_____
 (ou seu representante)

Nome completo: _____

Para todas as questões relativas ao estudo ou para se retirar do mesmo, poderão se comunicar com Fábio Clavisso Fernandes, via e-mail: fabioclavisso@gmail.com ou telefone (42) 99810-4199.

OBS: Este documento deve conter duas vias iguais, sendo uma pertencente ao pesquisador e outra ao sujeito de pesquisa.

ANEXO II

Nome: _____ **Formação acadêmica:** _____ **Data:** _____

**O nome das pessoas envolvidas nesta pesquisa não será divulgado, mas sim substituído por um código numérico.*

1 – Você consome histórias em quadrinhos? Se sim, com qual frequência? Se não, por que não?

Sim Não

2 – Você acredita que as histórias em quadrinhos tem potencial educativo?

Sim Sim, mas só se for feita para este fim Não

3 – Você acredita que uma história ficcional pode ser utilizada no ensino? Justifique.

Sim Não

4 – Você é familiarizado com a série de histórias em quadrinhos ou o filme “Watchmen”?

Sim, com ambos. Sim, só com _____. Não.

5 – Você é familiarizado com a série de histórias em quadrinhos “Before Watchmen”?

Sim Não

6 – Você sabe o que é enfoque CTS?

Sim Não

7 – Você acha que o enfoque CTS é importante no ensino? Por favor, justifique.

Sim Não

8 – Você acha que o enfoque CTS é abordado no ensino?

Sim, o suficiente Sim, mas pouco ou de forma ineficaz Não

9 – Em Watchmen e Before Watchmen – Dr. Manhattan um assunto frequente é: os usos de materiais radioativos e o efeito destes materiais. Você acha que este é um assunto abordado de forma eficaz no ensino?

Sim Não

10 – Você acredita que este seja um assunto importante para um cidadão, mesmo que este cidadão não trabalhe em algo diretamente relacionado a isso? Justifique.

Sim Não

11 – Você concorda em participar de uma aula de física com enfoque CTS que utiliza histórias em quadrinho para falar sobre Radioatividade?

Sim Não

ANEXO III**Nome:****Formação acadêmica:****Data:**

**O nome das pessoas envolvidas nesta pesquisa não será divulgado, mas sim substituído por um código numérico.*

1 – Você acha que receber parte do conteúdo na forma de histórias em quadrinho foi benéfico para a aula? Justifique.

 Sim Não

2 – Você acredita que as histórias em quadrinhos tem potencial educativo?

 Sim Sim, mas só se for feita para este fim

Não

3 – Você acredita que uma história ficcional pode ser utilizada no ensino? Justifique.

 Sim Não

4 – Antes desta aula, você conhecia o caso das Garotas Radioativas de Nova Jersey? E o caso dos produtos 'enriquecidos' com radiação no início do século XX?

 Sim, ambos Sim, só um: _____

Não

5 – Antes desta aula, você conhecia o caso do acidente com Césio-137 em Goiânia?

 Sim Sim, mas não em detalhes Não

6 – Você acredita que se as pessoas envolvidas nos casos das questões 4 e 5 tivessem uma educação com enfoque CTS, estas catástrofes poderiam ter sido evitadas? Justifique.

 Sim Não

7 – Você acha que Radioatividade é um assunto importante para se ensinar a um cidadão, mesmo que este não trabalhe com algo diretamente relacionado a isso? Justifique.

Sim

Não

8 – Você acha que o enfoque CTS precisa ser mais presente nas disciplinas escolares do Brasil? Justifique.

Sim

Não

Só a partir desta faixa etária:

9 – Você acha que o uso de materiais didáticos diferenciados representam uma melhora ou piora do ensino? Justifique.

Melhora

Piora

Não faz diferença

Apenas em certos

conteúdos e idades (cite exemplos)

10 – Você tem alguma sugestão ou crítica para a forma como a aula foi ministrada?

11 – Você tem alguma sugestão ou crítica para a abordagem desta pesquisa?
