

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE ITAJUBÁ  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM  
ENSINO DE CIÊNCIAS – MESTRADO PROFISSIONAL**

**ALINE TIARA MOTA**

**ENSINO E APRENDIZAGEM DA ASTRONOMIA APOIADO PELAS  
TECNOLOGIAS DA INFORMAÇÃO E COMUNICAÇÃO**

Dissertação submetida ao Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências – Mestrado Profissional como parte dos requisitos para a obtenção do Título de Mestre em Ensino de Ciências – Mestrado Profissional.

Área de Concentração: Ensino de Ciências

Orientador: Dr. Mikael Frank Rezende Junior

**Abril de 2013  
Itajubá - MG**

Ficha catalográfica elaborada pela Biblioteca Mauá –  
Bibliotecária Margareth Ribeiro- CRB\_6/1700

M917e

Mota, Aline Tiara

Ensino e aprendizagem da Astronomia apoiado pelas Tecnologias da Informação e Comunicação / Aline Tiara Mota. -- Itajubá, (MG) : [s.n.], 2013.

157 p. : il.

Orientador: Prof. Dr. Mikael Frank Rezende Júnior.

Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Itajubá.

1. Campos conceituais. 2. Ensino de Astronomia. 3. EaD. 4. Ensino Médio. I. Rezende Júnior, Mikael Frank, orient. II. Universidade Federal de Itajubá. III. Título.

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE ITAJUBÁ**

**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM**  
**ENSINO DE CIÊNCIAS – MESTRADO PROFISSIONAL**

**ALINE TIARA MOTA**

**ENSINO E APRENDIZAGEM DA ASTRONOMIA APOIADO PELAS**  
**TECNOLOGIAS DA INFORMAÇÃO E COMUNICAÇÃO**

Dissertação aprovada por banca examinadora em 10 de abril de 2013, conferindo à autora o Título de ***Mestre em Ensino de Ciências – Mestrado Profissional.***

**Banca Examinadora:**

Prof. Dr. Mikael Frank Rezende Junior (Orientador) - UNIFEI

Prof. Dr. Newton de Figueiredo Filho – UNIFEI

Prof. Dr. Luis Fernando de Osório Mello - UNIFEI

Prof. Dr. Orlando Gomes Aguiar Junior - UFMG

Itajubá - MG

2013

*Dedicado a meus pais Celso e Maria Antonia e a meu irmão Uilly.*

# AGRADECIMENTOS

Como se começa um agradecimento? A quem agradecer? São tantas pessoas que passam por nossas vidas e contribuem de forma direta ou indireta para nossa evolução que seria quase impossível enumerar.

Agradeço a Deus por iluminar meus caminhos e me fazer confiante em todos os meus passos, por não somente estar comigo, mas “ser” comigo em todos os momentos.

Aos meus professores do ensino fundamental e médio da Escola Estadual Antônio Eufrásio de Toledo pelo empenho mesmo nas dificuldades.

Aos professores do curso de Física da UNIFEI, por serem excelentes profissionais e amigos em todos os momentos.

Ao meu orientador, Prof. Mikael Frank Rezende Junior pelo apoio, elogios, críticas sempre construtivas e pelo cuidado nas leituras dos capítulos. Isso fez toda a diferença!

Ao Prof. Newton de Figueiredo Filho pelo empenho na criação, coordenação e atuação no curso de Física (presencial e EaD) da UNIFEI. Por ter me orientado na graduação e sempre me incentivado no mestrado.

À Prof<sup>a</sup> Ana Paula dos Santos Malheiros pelos textos sobre tecnologia, pelas aulas sempre “questionadoras” que me fizeram “pensar” e por toda ajuda durante o mestrado. Isso foi muito importante para minha formação como professora e como pessoa.

Ao Prof. Agenor Pina da Silva que, tanto na graduação como na pós-graduação, sempre contribuiu de forma significativa para meus estudos.

Ao Prof. Luciano Fernandes Silva, coordenador do Mestrado Profissional em Ensino de Ciências (MPEC) que, nas disciplinas, sempre conduziu desafiadoras discussões sobre as teorias da aprendizagem.

À Prof<sup>a</sup> Cristiane Muenchen, com quem atuei como tutora em disciplinas do curso de Física EaD. Também me forneceu valiosos questionamentos na ocasião das disciplinas do mestrado.

Aos funcionários da PRPPG pelo ótimo atendimento em todos os momentos.

A todos os meus alunos pela possibilidade de contribuir em suas formações, por fazerem ecoar na eternidade o trabalho de seus professores.

Aos amigos que fiz no curso de Física: Juliana, Paula, Ricardo (obrigada pelas paródias!), Ana Lúcia, Maria Fernanda, Glauber e Angelina.

Aos companheiros (amigos e guerreiros!) de caminhada do MPEC: Lílian, Mauro, Cristina Macedo, Cristina Rezende, Gisele, Marília, Marcos, Luciene, Adriana, Janet, Patrícia e Romualdo.

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais (FAPEMIG) e à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pelo apoio financeiro.

A todos, agradeço do fundo do meu coração!

*Para ser grande, sê inteiro: nada  
Teu exagera ou exclui.  
Sê todo em cada coisa. Põe quanto és  
No mínimo que fazes.  
Assim em cada lago, a lua toda  
Brilha, porque alta vive.  
(Fernando Pessoa)*

## RESUMO

Este trabalho apresenta um estudo sobre as contribuições das Tecnologias da Informação e Comunicação para o ensino e aprendizagem da Astronomia. Para tanto, foi elaborado um curso, ministrado a distância para alunos do Ensino Médio de uma escola do sul de Minas Gerais. Este curso ocorreu durante os meses de fevereiro, março e abril de 2012 e contou com a participação de 17 alunos das três séries deste nível de ensino. O curso foi elaborado a partir de dois conceitos norteadores fundamentais para a Astronomia: gravidade e luz. Durante o período mencionado, foram disponibilizadas 14 aulas, postadas 2 vezes por semana, nas quais os estudantes utilizaram simuladores, animações, vídeos, entre outros recursos para o estudo dos fenômenos celestes. Inicialmente é apresentada uma discussão sobre a Astronomia, sua importância e de que forma este tema aparece nas grades curriculares dos futuros professores de Física. O papel da tecnologia neste contexto é também destacado e os desafios da educação na era da internet justificam a escolha pela opção em realizar um curso a distância. O trabalho é fundamentado pela Teoria dos Campos Conceituais, criada por Gérard Vergnaud, como referencial teórico, por entendermos que ela nos fornece subsídios para a formulação de atividades mais frutíferas que colocam o aluno como um sujeito-em-ação. A partir das categorias de análise criadas, a pesquisa concluiu que os alunos têm preferência por recursos “não estáticos” quando encontram-se em atividades realizadas no computador. Recursos da plataforma como o bate-papo e o portfólio estimulam a participação dos alunos, ajudando-os a expor suas ideias. O uso de simulações, animações e vídeos possibilitam o aumento do repertório de esquemas de ação. Especificamente sobre os conceitos Gravidade e Luz, à medida em que entram em contato com diferentes recursos, sejam eles textos, simulações, discussões no fórum, os alunos adquirem novos elementos que poderão ser utilizados por eles para explicar o fenômeno em questão.

**Palavras-chave:** Campos Conceituais, Ensino de Astronomia, EaD no Ensino Médio.

## ABSTRACT

This work presents a study on the contribution of Information and Communication Technologies for teaching and learning of astronomy. Therefore, we designed a course taught at distance to high school students at a school in southern Minas Gerais. This course took place during the months of February, March and April 2012 and included the participation of 17 students from first, second and third grades. The course is designed based on two Astronomy fundamental concepts to: Gravity and Light. During that period, there were 14 classes available, posted 2 times per week, in which students used simulators, animations, videos, and other resources for the study of celestial phenomena. The work begins by discussing Astronomy, its importance and how this theme appears in the curriculum of future physics teachers. The role of technology in this context is also highlighted and the challenges of education in the internet age justify choosing the option to conduct a distance learning course. The theoretical reference for this work is the Conceptual Field Theory, create by Gérard Vergnaud, because we believe that it provides us with subsidies for the development of more fruitful activities which place the student as a subject-in-action. From the analysis categories created, the research concluded that students have a preference for "not static" resources when they find themselves in activities performed on the computer. Platform features like chat and portfolio stimulate the participation of students, helping them to express their ideas. Using simulations, animations and videos allow increasing the repertoire of action schemes. Specifically on the concepts Gravity and Light, as they come into contact with different resources, be they texts, simulations or discussion forum, students acquire new elements that could be used by them to explain the phenomenon in question.

**Key-words:** Conceptual Fields, Astronomy Education, Distance Learning in High School.

# SUMÁRIO

<b>PREFÁCIO</b>	11
<b>INTRODUÇÃO</b>	13
A proposta da dissertação	13
O Problema de pesquisa	14
A estrutura da dissertação	15
<b>1. CAPÍTULO 1 – OS CONHECIMENTOS ASTRONÔMICOS EM UM MUNDO TECNOLÓGICO</b>	17
1.1. Introdução	17
1.2. Astronomia nas grades curriculares dos cursos de graduação em Física	17
1.3. A importância em se estudar Astronomia	26
1.4. A aprendizagem em um mundo tecnológico	28
1.5. Os desafios da educação na era da internet	30
1.6. A EaD e Ensino Médio	33
1.7. A Astronomia no contexto da tecnologia	38
<b>2. CAPÍTULO 2 - A TEORIA DOS CAMPOS CONCEITUAIS</b>	44
2.1. A Teoria dos Campos Conceituais e a Astronomia	44
2.1.1. Esquemas e conceitos	46
2.1.2. Invariantes Operatórios	54
2.1.3. Situações	56
2.1.4. Campo conceitual na visão de Vergnaud	58
2.1.5. Algumas características do campo conceitual da Astronomia	61
2.1.5.1. O conceito de Gravidade	62
2.1.5.2. O Conceito de Luz	65
2.2. Revisão Bibliográfica	67
2.2.1. Os trabalhos publicados	68
2.2.2. Um perfil das publicações em periódicos	82
2.2.3.	
<b>3. CAPÍTULO 3 - METODOLOGIA: A CONSTRUÇÃO DOS INSTRUMENTOS DE PESQUISA E REFERENCIAIS DE ANÁLISE</b>	<b>88</b>
3.1. Introdução	88
3.2. O contexto de aplicação da pesquisa	89
3.3. Referenciais Metodológicos e de Análise	90
3.4. Instrumentos de Pesquisa	92
3.4.1. Questionário inicial	92
3.4.2. Elaboração das situações para um curso a distância	93
3.4.2.1. A opção pelas situações	93

3.4.2.2.	A elaboração das situações a partir dos conceitos de Gravidade e Luz	94
3.4.3.	Entrevista	97
4.	<b>CAPÍTULO 4 – APRESENTAÇÃO DOS DADOS E ANÁLISE</b>	99
4.1.	Introdução	99
4.2.	Organizando os dados	100
4.3.	Analisando os dados	102
4.3.1.	Categoria RA	103
4.3.1.1.	Recursos Visuais e Textuais	103
4.3.1.2.	O Bate-papo	108
4.3.1.3.	O Portfólio	115
4.3.2.	Categoria IA	121
4.3.3.	Categoria UR	128
5.	<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS</b>	139
	<b>REFERÊNCIAS</b>	145
	APÊNDICE A – Questionário inicial por aluno	151
	APÊNDICE B – Roteiro para entrevista	152
	APÊNDICE C – Apresentação do curso para a escola	154
	APÊNDICE D – Autorização para entrevista	156
	APÊNDICE E – Curso de Astronomia em CD	157

## PREFÁCIO

Essa história não começa com a escolha do tema desta dissertação. Na verdade, não sei ao certo quando tudo começou já que na época da escola nunca havia me interessado por assuntos relacionados à educação ou aprendizagem. Geralmente na infância, demonstramos algumas habilidades que, mais tarde, poderão se transformar em nossas profissões. Mas no meu caso, isso nunca aconteceu.

Não me lembro de muitas coisas interessantes durante o período do ensino básico. Mais especificamente no Ensino Médio, minhas atenções estavam voltadas para algo que estivesse relacionado à informática. Ah! Não posso esquecer de citar que a disciplina que eu menos gostava no 1º ano era... Física! Eu não compreendia o que aquilo significava ou por que era importante aprender. Já no 2º ano as coisas mudaram. Mudaram também alguns professores e diversas disciplinas tinham docentes recém-formados, com muita vontade e sem velhos hábitos e métodos.

Especificamente em Física, as coisas melhoraram muito. Eu passei a compreender que esta disciplina tentava expressar em números o comportamento de fenômenos que ocorriam ao meu redor, como a variação de temperatura, apresentada pelo professor com a utilização de termômetros comuns, algo que para mim era um objeto estranho para uma aula de Física. De certa forma, acredito que este tenha sido o “gatilho” disparado para que eu começasse a pensar de forma diferente.

Nos meses seguintes eu conseguia resolver problemas e passei a ajudar os colegas que tinham mais dificuldade na resolução e interpretação dos resultados. A cada problema resolvido pelo meu colega, a satisfação por ter contribuído aumentava.

O Ensino Médio terminou, eu prestei vestibular e não passei. Não havia cursos de Física na Universidade Federal de Itajubá e eu concorri à vaga de engenharia da computação. No ano seguinte, começaria na universidade a primeira turma dos cursos de Física Licenciatura e Física Bacharelado e as dúvidas aumentavam: que curso fazer?

Minha opção foi por prestar o vestibular para Física Licenciatura. Foram 4 anos de dedicação aos estudos e no último ano, com a necessidade de cumprir algumas horas de atividades acadêmico-científico-culturais, procurei dois colegas que haviam planejado e aplicado um curso de astronomia para alunos do Ensino Médio da cidade, como parte de suas atividades acadêmicas. Eles concordaram e passei a realizar as atividades que consistiam em ministrar aulas para os adolescentes na própria universidade. Essa experiência foi decisiva em minhas escolhas futuras e também pela enorme admiração que tenho pelos conhecimentos

astronômicos, não somente porque são interessantes, mas porque têm alto potencial no ensino. Neste período, escrevemos um artigo<sup>1</sup> para a Revista Latino-Americana de Educação em Astronomia relatando a experiência em elaborar e aplicar um curso de extensão para alunos do Ensino Médio. Este texto foi escrito ainda no período em que éramos alunos da graduação.

Quando se discute temas astronômicos em sala de aula, a curiosidade e o interesse despertam no aluno o gosto por aprender. Não há como descrever. Somente quem está à frente de uma turma falando sobre astronomia pode ter a visão privilegiada de uma sala interessada e que questiona, o que muitas vezes não ocorre ao tratarmos de outros temas da Física.

Ao ingressar no quadro permanente de professores de uma escola pública do estado de São Paulo, passei a realizar atividades voltadas à astronomia com os alunos. A Olimpíada Brasileira de Astronomia passou a fazer parte do calendário da escola e diversas vezes realizamos visitas ao Observatório do Pico dos Dias, em Brazópolis (MG). O laboratório da escola passou a contar com lunetas e telescópios e o apoio da Diretoria de Ensino, que sempre contribuiu com as atividades, foi muito importante.

Ao mesmo tempo em que tudo isso acontecia, passei a integrar também a equipe de tutores do curso de Física a Distância da Universidade Federal de Itajubá. A tutoria me proporcionou novas descobertas e me possibilitou uma formação continuada que integrou os conhecimentos sobre educação e tecnologias de ensino. Por se tratar de uma modalidade que tem suas diferenças em relação ao ensino presencial, a oportunidade de trabalhar com alunos a distância ampliou minhas concepções sobre o ensino e aprendizagem. Este foi o momento no qual me senti motivada e preparada para novas experiências.

Conhecendo as potencialidades do ensino da astronomia e a experiência adquirida na escola e na tutoria, meus objetivos em fazer uma pós-graduação culminaram na escolha pelo curso de Mestrado Profissional em Ensino de Ciências na linha de Tecnologias da Informação e Educação no Ensino de Ciências.

Este trabalho representa para mim mais que um resultado de dois anos de pesquisa. É a aquisição de uma nova consciência sobre meu próprio aprendizado e da complexidade em torno do que é aprender. Espero que este trabalho contribua para novos questionamentos e possa representar uma pequena ajuda àqueles que se interessam pelo complexo mundo da educação.

---

<sup>1</sup> MOTA, A.T, BONOMINI, I.A.M, ROSADO, R.M.M. Inclusão de temas astronômicos numa abordagem inovadora do ensino informal de Física para estudantes do Ensino Médio. **Revista Latino-Americana de Educação em Astronomia**, n. 8, 2009, p. 7-19 [online]. Disponível em [http://www.relea.ufscar.br/num8/RELEA\\_A1\\_n8.pdf](http://www.relea.ufscar.br/num8/RELEA_A1_n8.pdf)

## **INTRODUÇÃO**

Observar os fenômenos celestes sempre foi algo que motivou o ser humano nas buscas pela origem de sua existência e, ao mesmo tempo, o encanta por sua beleza e grandiosidade. Desde a Antiguidade, quando Astronomia e Astrologia eram indistinguíveis, buscava-se a elaboração de calendários mais precisos que auxiliassem na agricultura, cujo auxílio era fornecido por conhecimentos astronômicos. A Astronomia é, sem dúvida, algo que estimula o pensamento e gera um fascínio nas pessoas, justamente por estar ligada ao desconhecido.

Entretanto, o que era místico se tornou ciência e hoje faz parte de uma nova realidade. A Astronomia não só auxilia a compreensão da origem da humanidade, mas também está inserida em outros contextos como o tecnológico e social, compondo as diversas áreas do conhecimento humano, sendo indispensável na formação de todas as pessoas.

Desta forma, este trabalho procura situar o tema dentro do contexto educacional e afirma que seu ensino é fator fundamental na formação básica.

### **A proposta de dissertação**

O ensino da Astronomia é um tema que merece ser explorado enquanto objeto de pesquisa. Ela é importante para a formação geral do aluno e os professores formados em Física, que serão um dos responsáveis pela disseminação dos conteúdos voltados para a Astronomia, raramente contam com disciplinas obrigatórias em sua formação universitária. Para sustentar tal afirmação, uma investigação sobre como a Astronomia aparece como disciplina nas grades curriculares dos cursos de Física é necessária, o que é realizado no capítulo 1.

Vários autores (LANGHI, 2009; IACHEL, LANGHI e SCALVI, 2008; LANGHI e NARDI, 2007; SCARINCI e PACCA, 2006; LEITE, 2006) discutem sobre os erros conceituais cometidos por alunos e professores ao falarem da Astronomia. Scarinci e Pacca (2006) e Leite (2006), por exemplo, propõem a realização de cursos de Astronomia (este para professores e aquele para alunos) a fim de apresentar situações didáticas que contribuam para a superação de tais erros. Estes cursos foram aplicados de forma presencial utilizando recursos textuais e materiais para realização de atividades práticas, ou seja, a tecnologia digital não estava presente de forma determinante.

Entretanto, os estudantes que se encontram hoje no Ensino Médio (EM) fazem parte de uma geração que está inserida em um contexto diferente das gerações anteriores. O

desenvolvimento das Tecnologias da Informação e Comunicação (TIC) possibilitou novas formas de comunicação bem como o uso de outras maneiras de entender fenômenos naturais.

Dentro desta perspectiva, a proposta desta dissertação é avaliar como as TIC contribuem para a compreensão de conceitos relacionados à Astronomia. Para isto, um curso<sup>2</sup> de Astronomia a distância foi elaborado e aplicado para alunos do EM.

A análise destas atividades é fundamentada pela Teoria dos Campos Conceituais (TCC) criada por Gérard Vergnaud. Sob esta perspectiva, a Astronomia é vista como um campo conceitual (CC) e contém diversos conceitos que se constroem ao longo do CC em questão.

## **O problema da pesquisa**

Diante das considerações realizadas anteriormente, nota-se a importância do ensino da Astronomia e que se faz necessário um estudo dos impactos de uma nova abordagem para a discussão de conceitos nela presentes. Além disso, a tecnologia é um fator que poderá contribuir para o aprendizado dos estudantes que estão inseridos em um contexto diferente do que comumente se encontra.

Ao longo do período de aprendizagem formal e em outros momentos fora da escola, os alunos se desenvolvem enquanto aprendizes e adquirem conhecimento de diversas formas. Esta aquisição se dá pela aprendizagem de novos conceitos, pela interação com outros colegas e professores, pelo seu próprio desenvolvimento intelectual, entre outros fatores. A presença da tecnologia também é um elemento importante e que se apresenta como uma nova possibilidade para o ensino.

Pode-se afirmar, a partir dos dados que serão apresentados na seção 1.2 que os poucos cursos de licenciatura não possuem disciplinas obrigatórias que discutem questões relacionadas ao ensino da Astronomia e este é um dos fatores para que os erros conceituais apontados nos trabalhos persistam.

Em decorrência deste problema de pesquisa, este trabalho analisa quais são as contribuições das TIC para a compreensão do CC da Astronomia. No CC escolhido, foram considerados dois conceitos importantes que estruturam alguns conhecimentos (isso ocorre também em outros CC) relevantes à aprendizagem do CC da Astronomia: Gravidade e Luz<sup>3</sup>. Estes conceitos foram escolhidos como norteadores das atividades realizadas no curso.

---

<sup>2</sup> O CD com as atividades do curso está disponível no APÊNDICE F.

<sup>3</sup> O capítulo 2 apresenta uma discussão mais detalhada sobre estes conceitos.

De forma mais específica, algumas questões nortearam os caminhos seguidos nesta análise:

- Os materiais instrucionais selecionados para o curso (vídeos, simulações, animações) contribuem para a compreensão dos conceitos de Gravidade e Luz?
- As ferramentas que se utilizam no Ambiente Virtual de Aprendizagem (AVA) são importantes para que essa aprendizagem ocorra de forma diferenciada?
- As simulações podem modificar a forma como o estudante compreende/interpreta fenômenos? Como?
- As interações no AVA contribuem para que o aluno evolua na compreensão do CC da Astronomia?

Com estes questionamentos em pauta, a estrutura da dissertação segue a estrutura apresentada na próxima seção.

## **A estrutura da Dissertação**

Para que se possa compreender de forma geral como este trabalho foi elaborado, a seguir é apresentada a estrutura da dissertação, seus elementos principais e a relação entre eles.

No capítulo 1, são apresentados os pontos fundamentais que geraram as ideias iniciais da pesquisa, sobre CC da Astronomia. Foi realizada uma busca inicial nas grades curriculares dos cursos de graduação em Física (Bacharelado e Licenciatura) a fim de identificar qual é o quadro geral das disciplinas voltadas à Astronomia. Visto que existem poucas disciplinas obrigatórias e elas concentram-se em cursos com ênfase na Astronomia ou Astrofísica, faz-se necessária uma contribuição para entender como ocorre a aprendizagem de certos conceitos pertencentes a este CC, com o uso de TIC.

Ainda no capítulo 1, são apresentados os motivos desta escolha e descreve-se como a tecnologia está presente na vida dos adolescentes e de que forma podem contribuir para o aprendizado. Os desafios da educação na era da internet e a EaD incorporada ao EM ganham destaque nesta discussão e promovem a inclusão de questões relacionadas ao uso da tecnologia em sala de aula.

Após a apresentação destas considerações iniciais sobre a Astronomia e Tecnologia, este trabalho apresenta uma revisão bibliográfica sobre o referencial teórico escolhido para fundamentá-lo: a TCC.

O capítulo 2 descreve como a TCC vem sendo utilizada nos últimos anos em trabalhos em periódicos nacionais, dissertações, teses e publicações em eventos da área de

ensino de Física. Assim, a TCC é apresentada como referencial teórico que abarca esta discussão, além de se fazer uma descrição do CC da Astronomia, apontando suas características fundamentais sob este ponto de vista.

O capítulo 3 descreve os referenciais metodológicos e a construção dos instrumentos de pesquisa como o questionário, as entrevistas e as próprias atividades elaboradas para o curso.

O capítulo 4 realiza a análise dos dados coletados e a conclusão da pesquisa.

De forma geral, o que se pretende expor neste trabalho é que os estudantes do EM vivem em um mundo no qual a tecnologia se faz presente e as ferramentas tecnológicas que auxiliam o professor também podem ser importantes neste novo contexto. Utilizando, portanto, a tecnologia como motivação e considerando a importância de se ensinar Astronomia, um curso a distância foi elaborado tendo como ponto de partida as ideias contidas na TCC, que também é usada como referencial de análise.

# **CAPÍTULO 1 – OS CONHECIMENTOS ASTRONÔMICOS EM UM MUNDO TECNOLÓGICO**

## **1.1 Introdução**

O capítulo 1 traz um estudo sobre a Astronomia como disciplina nas grades curriculares dos cursos de Física. Inicialmente, são apresentados alguns dados sobre a história do ensino da Astronomia, encontrado de forma mais aprofundada nos estudos de Bretones (1999) e Langhi e Nardi (2009). Com estas considerações, notou-se uma grande necessidade de investigar se as grades dos cursos superiores de Física passaram por grandes modificações a partir da publicação destes trabalhos até o período atual.

O ponto de partida foi a investigação dos currículos fornecidos pelos cursos das Universidades Federais em suas páginas na Internet. Esta análise utilizou como referência apenas os nomes das disciplinas e sua relação com a Astronomia. Portanto, ela apresenta apenas um indicativo superficial, diga-se de passagem, de como a Astronomia é tratada nos cursos superiores.

A partir deste indicativo, são feitas algumas considerações sobre a importância em se estudar (aprender e ensinar) Astronomia, levando em consideração que as TIC estão presentes no cotidiano dos estudantes e podem ser fatores contribuintes para a aprendizagem.

Finalizando o capítulo, apresenta-se algumas características da Astronomia no contexto da tecnologia, suas potencialidades para ensino e aprendizagem.

## **1.2 A Astronomia nas grades curriculares dos cursos de graduação em Física das Universidades Federais**

O ensino da Astronomia não é recente no Brasil. Desde o período da colonização, por meio dos trabalhos dos jesuítas, passando pela época do Império e pela República, a história do ensino da Astronomia no Brasil nos revela que ela sofreu diferentes reformas e modificações. Isso ocorreu porque em momentos e situações distintas os objetivos a que se destinava seu ensino eram bem diferentes.

Na época dos jesuítas (séc XVI), a Astronomia não era presente nos currículos adotados. Após sua expulsão em 1759, pelo marquês de Pombal, a coroa portuguesa criou as aulas régias, nas quais as disciplinas eram autônomas e não possuíam um currículo padrão (BRETONES, 1999).

Com a vinda da Família Real para o Brasil, o foco do ensino não era a formação básica geral da população e a preocupação passou a ser a formação de uma elite para dirigir o

país. Nesta época ocorreu a criação de muitos cursos superiores no Brasil. (BRETONES, 1999).

Considerando que o objetivo do ensino da Astronomia naquela época era voltado para interesses militares, como a determinação de latitudes e longitudes, técnicas de navegação, previsão de efemérides, praticamente não havia uma preocupação sobre “como” a Astronomia era ensinada. Estudos sobre a história da Astronomia no Brasil pouco fazem referência sobre seu ensino. Bretones (1999) afirma que *os poucos trabalhos sobre a história da Astronomia no Brasil fazem menção velada sobre o ensino da Astronomia*.

Outros trabalhos que discutem o mesmo tema como Sobreira (2006) e Langhi e Nardi (2009) sugerem que não existia um curso formal de Astronomia; ela se apresentava apenas como parte do conteúdo de outros cursos. Conforme descrevem Langhi e Nardi (2009), o primeiro curso de Astronomia formal de graduação do Brasil foi criado em 1958, na Universidade do Brasil. Posteriormente Astronomia e Cosmografia deixaram de ser cursos específicos, tornando-se disciplinas em cursos de Física, Matemática e Engenharia.

Na década de 60, algumas instituições de ensino superior como USP, ITA, Universidade Mackenzie, UFRGS e UFMG, incluíram em seus currículos dos cursos de graduação em Física, Engenharia e Matemática algumas disciplinas optativas voltadas à Astronomia (BRETONES, 1999, p26).

O retrato atual do ensino da Astronomia parece ter continuado seu caminho da mesma forma. Atualmente, a Astronomia está presente no ensino superior nas grades curriculares de alguns cursos. A Universidade de São Paulo (USP) e a Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ) possuem cursos de Bacharelado em Astronomia, porém eles estão voltados à formação do Astrônomo e não possuem disciplinas específicas para o ensino ou a prática de ensino da Astronomia<sup>4</sup>.

Quando se pensa no ensino e aprendizagem recente da Astronomia no Brasil pode-se compreendê-lo sob outros aspectos. Ele ocorre em diversos locais, sob várias perspectivas. *A aprendizagem de astronomia pode ocorrer em âmbitos diversos como na educação formal, informal, não formal, ou ainda em atividades de popularização da ciência* (LANGHI e NARDI, 2009, p.1). Além disso, Langhi e Nardi (2009) propõem hierarquizar os níveis onde ocorre a produção de conhecimento relacionado à Astronomia como sendo na educação básica, cursos de graduação e pós-graduação, extensão, pesquisa, popularização midiática, estabelecimentos e materiais didáticos.

---

<sup>4</sup> No Brasil não existem cursos de Licenciatura em Astronomia. Na Argentina, por exemplo, existe o Curso de Licenciatura em Astronomia na Universidad Nacional de San Juan, cujo objetivo é formar professores para o ensino superior e básico.

O objetivo desta seção será explorar o âmbito da educação formal em Astronomia, tendo como foco os cursos de graduação que a apresentam como disciplina obrigatória ou optativa, especialmente os cursos de graduação em Física, pois a Astronomia possui estreita relação com esta área do conhecimento. Em relação à educação formal, o que a diferencia de outros tipos de educação são a intencionalidade, a sistematização e a obrigatoriedade.

Em resumo, o ensino da Astronomia no Brasil passou por diversas modificações, nas quais se buscou um objetivo que o justificasse. Inicialmente aplicado a objetivos militares, aos poucos foi se inserindo nas grades curriculares dos cursos superiores. O que se ensina nas salas de aula do ensino superior pode influenciar a aprendizagem dos alunos do ensino básico (fundamental e médio), pois está ligado à formação inicial dos professores.

Sobre esse aspecto, Scarinci e Pacca (2006) afirmam que a Astronomia é tratada de forma muito elementar no Ensino Fundamental (EF):

Quase sempre reservado ao ensino no nível fundamental, esse conteúdo está geralmente na ementa de geografia e, por isso, raramente é tratado com foco no formalismo matemático que descreve os fenômenos ou na teoria física que o sustenta. Seria fácil contar com o interesse que alguns desses fenômenos despertam nas crianças, mas parece que muitos professores não estão preparados para ir adiante de uma descrição, muitas vezes incorreta, e mais ainda, de uma explicação com fundamento científico. (SCARINCI e PACCA, 2006, p.89).

Ao realizar uma pesquisa cujo objetivo era apresentar um panorama dos cursos de graduação das Instituições de Ensino Superior (IES) brasileiras que possuem disciplinas introdutórias específicas que contemplem conteúdos de Astronomia, Bretones (1999) afirma que, no Ensino Médio (EM), a Astronomia aparece pontualmente nos programas de algumas disciplinas.

No ensino médio a Astronomia aparece muito fortemente nos programas de livros da disciplina de Física na área de Mecânica referente à Gravitação que inclui as Leis de Kepler, Movimento Circular e Leis de Newton e também na área de Óptica que trata do funcionamento de instrumentos ópticos com lentes e espelhos. A Astronomia está presente também nas disciplinas de Geografia, Química, Matemática, História, ou até em outras disciplinas. Contudo, muitas vezes essa presença não é explícita e depende de o professor conhecer o assunto para aplicá-lo em suas aulas. (BRETONES, 1999, p.3).

Ocorre também que boa parte dos professores utiliza o Livro Didático (LD) como referência única. Alguns autores como Langhi, (2009), Iachel, Langhi e Scalvi (2008), Langhi e Nardi (2007), Scarinci e Pacca (2006), discutem erros conceituais cometidos pelos LD e os colocam como um dos fatores que contribuem para que alunos (e também professores)

continuem a defender suas concepções, às vezes, errôneas. Dentro destas concepções, Langhi (2007) destaca:

Dentre várias concepções alternativas, citam-se a seguir, alguns exemplos encontrados nestas pesquisas: as diferenças entre as estações do ano são causadas devido à distância da Terra em relação ao Sol; interpretação das fases da Lua como eclipses lunares semanais; possuem uma visão geocêntrica do Universo; colocam estrelas entre os planetas do Sistema Solar; desconhecem o movimento aparente das estrelas no céu com o passar das horas, incluindo o movimento circular das mesmas no pólo celeste; associam a presença da Lua exclusivamente ao céu noturno, admirando-se do seu aparecimento durante certos dias em plena luz do Sol; associam a existência da força de gravidade com a presença de ar, acreditando-se que só existe gravidade onde houver ar ou alguma atmosfera. (LANGHI, 2007, p.102).

No contexto escolar, além dos LD, boa parte dos conhecimentos de Astronomia tem sido veiculados pela mídia. Segundo Bretones (1999), *esses meios de divulgação desempenham papel importantíssimo na informação dos alunos e público em geral e são, antes de mais nada, muito motivadores*. Apesar de motivadores, podem também constituir-se como obstáculos, já que, vez ou outra, a mídia noticia de forma errada algum fenômeno astronômico.

Embora a Astronomia esteja timidamente presente no EM, um dos fatores importantes para seu ensino é que professores possuam uma formação adequada neste tema. Neste sentido, discutem-se questões metodológicas e conceituais sobre seu ensino? Quais as implicações que a falta de uma formação básica em um tema tão importante como este podem ter? Estas questões foram importantes pois ajudaram na elaboração do problema de pesquisa, cujas questões foram apresentadas anteriormente.

A fim de obter um panorama que represente este quadro do ensino de Astronomia, decidiu-se por consultar as grades curriculares dos cursos de Física (Bacharelado e Licenciatura) das UF brasileiras. Não é objetivo deste trabalho, realizar uma discussão mais aprofundada sobre todos os cursos de Bacharelado e Licenciatura em Física do país. Portanto, não foram incluídas nas investigações iniciais, os cursos de Física dos Institutos Federais de Educação, Ciência e Tecnologia (IFET), nem as instituições privadas.

A justificativa por essa escolha está no fato de que cursos de Física são dispendiosos e requerem um grande investimento por parte das instituições. Acredita-se que este panorama possa fornecer uma visão geral, porém não específica, já que a questão central desta

dissertação não é analisar as grades curriculares. Entretanto, pode-se oferecer com isso, elementos que justifiquem maiores contribuições ao ensino da Astronomia.

Para isso, o site do Ministério da Educação (MEC)<sup>5</sup> foi consultado para a identificação das UF. Com isso, foi acessada a página eletrônica de cada instituição, onde foram observadas as grades curriculares dos cursos de Bacharelado e Licenciatura em Física. Optou-se por considerar o curso de Bacharelado por aferirmos que muitos dos bacharéis também lecionam no ensino básico ou mesmo irão lecionar no ensino superior, formando futuros professores.

A partir das grades curriculares disponíveis na internet, verificou-se quais disciplinas possuíam nomes relacionados à Astronomia. Por exemplo, disciplinas com as palavras-chave “astronomia”, “astrofísica”, “cosmologia”, “celeste”, “universo” foram consideradas disciplinas com algum conteúdo de Astronomia, sejam elas introdutórias ou mais aprofundadas. Em seguida, verificou-se se estas disciplinas eram obrigatórias, eletivas ou optativas. Não foi realizada uma análise minuciosa das ementas de outras disciplinas que podem conter alguma discussão sobre a Astronomia. Desta forma, construiu-se a tabela 1.1 com estes dados pesquisados. As UF foram divididas por região, disciplinas obrigatórias e eletivas/optativas. São apresentados também os nomes das disciplinas.

---

<sup>5</sup> Esta consulta foi realizada durante o primeiro semestre de 2012, podendo ter ocorrido modificações posteriores nas grades. No endereço [http://reuni.mec.gov.br/index.php?option=com\\_wrapper&view=wrapper&Itemid=29](http://reuni.mec.gov.br/index.php?option=com_wrapper&view=wrapper&Itemid=29) podem ser encontradas as UF pesquisadas (Acesso em 12abr 12).

Tabela 1.1 – Disciplinas de Astronomia nas Grades de Universidades Federais

Região	Instituição	Disciplinas Obrigatórias		Disciplinas Eletivas ou Optativas	
		B	L	B	L
Centro Oeste	Universidade de Brasília (UnB)	0	0	0	0
	Universidade Federal da Grande Dourados (UFGD)	N	N	N	N
	Universidade Federal de Goiás (UFG)	0	0	0	0
	Universidade Federal de Mato Grosso (UFMT)	0	0	0	1 (Introdução à Astronomia)
	Universidade Federal de Mato Grosso do Sul (UFMS)	0	0	0	0
Nordeste	Universidade Federal da Bahia (UFBA)	0	0	1 (Introdução à Astronomia)	1 (Introdução à Astronomia)
	Universidade Federal do Recôncavo da Bahia (UFRB)	0	0	0	0
	Universidade Federal da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira (UNILAB)	N	N	N	N
	Universidade Federal da Paraíba (UFPB)	0	0	0	0
	Universidade Federal da Região do Cariri (UFRC) - em implantação	I	I	I	I
	Universidade Federal de Alagoas (UFAL)	0	0	0	0
	Universidade Federal de Campina Grande (UFCG)	0	0	0	0
	Universidade Federal de Pernambuco (UFPE)	0	0	1 (Introdução à Mecânica Celeste)	0
	Universidade Federal de Sergipe (UFS)	0	0	0	0
	Universidade Federal do Ceará (UFC)	0	0	0	0
	Universidade Federal do Maranhão (UFMA)	0	0	0	0
	Universidade Federal do Oeste da Bahia (UFOBA)	I	I	I	I
	Universidade Federal do Piauí (UFPI)	0	0	0	0
	Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN)	0	0	0	0
	Universidade Federal do Sul da Bahia (UFESBA)	I	I	I	I
	Universidade Federal do Vale do São Francisco (UNIVASF)	N	N	N	N
	Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE)	N	0	N	0

	Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA)	N	N	N	N
Norte	Universidade Federal de Rondônia (UNIR)	N	0	N	2 (Astronomia; Cosmologia)
	Universidade Federal de Roraima (UFRR)	N	0	N	0
	Universidade Federal do Acre (UFAC)	N	0	N	0
	Universidade Federal do Amapá (UNIFAP)	N	0	N	0
	Universidade Federal do Amazonas (UFAM)	N	0	N	0
	Universidade Federal do Oeste do Pará (UFOPA)	N	NE	N	NE
	Universidade Federal do Pará (UFPA)	0	0	0	0
	Universidade Federal do Tocantins (UFT)	N	0	N	0
	Universidade Federal Rural da Amazônia (UFRA)	N	N	N	N
	Universidade Federal do Sul e Sudeste do Pará (UFSSP)	I	I	I	I
	Sudeste	Universidade Federal de Alfenas (UNIFAL)	N	1 (Fundamentos de Astronomia)	N
Universidade Federal de Itajubá (UNIFEI)		1 (Introdução à Astrofísica)	1 (Conceitos de Astronomia)	2 (Introdução à Astronomia, Técnicas Observacionais em Astrofísica)	2 (Introdução à Astronomia, Técnicas Observacionais em Astrofísica)
Universidade Federal de Juiz de Fora (UFJF)		0	0	4 (Astrofísica 1, Astrofísica 2, Introdução à Astrofísica, Introdução à cosmologia física com elementos de astrofísica)	4 (Astrofísica 1, Astrofísica 2, Introdução à Astrofísica, Introdução à cosmologia física com elementos de astrofísica)
Universidade Federal de Lavras (UFLA)		N	0	N	1 (Introdução à Astronomia)
Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG)		0	0	4 (Astronomia Geral, Astrofísica Estelar, Astrofísica Galáctica, Astronomia Fundamental)	4 (Astronomia Geral, Astrofísica Estelar, Astrofísica Galáctica, Astronomia Fundamental)
Universidade Federal de Ouro Preto (UFOP)		0	0	0	0
Universidade Federal de São Carlos (UFSCAR)		0	0	1 (Fundamentos da Astronomia e Astrofísica)	1 (Fundamentos da Astronomia e Astrofísica)
Universidade Federal de		0	0	0	0

	São João del-Rei (UFSJ)				
	Universidade Federal de São Paulo (UNIFESP)	N	N	N	N
	Universidade Federal de Uberlândia (UFU)	0	0	0	2 (Introdução à Astronomia, Astronomia: Uma Visão Geral)
	Universidade Federal de Viçosa (UFV)	0	0	1 (Introdução à Astrofísica)	1 (Introdução à Astrofísica)
	Universidade Federal do ABC (UFABC)	0	0	0	0
	Universidade Federal do Espírito Santo (UFES)	0	0	2 (Introdução à Cosmologia e Gravitação, Introdução à Astrofísica)	2 (Introdução à Cosmologia e Gravitação, Introdução à Astrofísica)
	Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro (UNIRIO)	N	N	N	N
	Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ)*	0	0	2 (Introdução à Cosmologia, Introdução à Astrofísica Nuclear)	0
	Universidade Federal do Triângulo Mineiro (UFMT)	N	1 (Astronomia I)	N	0
	Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri (UFVJM)	N	N	N	N
	Universidade Federal Fluminense (UFF)	0	0	1 (Introdução à Astronomia e Astrofísica)	1 (Introdução à Astronomia e Astrofísica)
	Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (UFRRJ)	N	0	N	0
Sul	Universidade Federal da Fronteira do Sul (UFFS)	N	N	N	N
	Universidade Federal da Integração Latino-Americana (UNILA)	N	N	N	N
	Universidade Federal de Ciências da Saúde de Porto Alegre (UFCSPA)	N	N	N	N
	Universidade Federal de Pelotas (UFPEL)	N	0	N	0
	Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC)	0	0	2 (Astrofísica I, Astrofísica II)	2 (Astrofísica I, Astrofísica II)
	Universidade Federal de Santa Maria (UFSM)	1 (Introdução à Astrofísica)	0	0	0
	Universidade Federal do Pampa (UNIPAMPA)	N	0	N	0
	Universidade Federal do Paraná (UFPR)	N	0	N	2 (Introdução à Astronomia I, Introdução à Astrofísica)
	Universidade Federal do Rio Grande (FURG)	N	0	N	1 (Astrofísica)

Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS)**	7 (Explorando o Universo: dos quarks aos quasares, Astronomia de Posição A, Fundamentos da Astronomia e Astrofísica, Astronomia de Sistemas Planetários, Astronomia Observacional, Astrofísica B, Tópicos de Astronomia Galáctica, Extragaláctica e Cosmologia)	3 (Fundamentos da Astronomia e Astrofísica, Astronomia Fundamental, Ensino de Astronomia)	1 (Ensino de Astronomia)	0
Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR)	N	0	N	1 (Astronomia e Astrofísica)

Legenda:

B – Bacharelado

L – Licenciatura

N – não existe o curso

NE – não encontrado

I – Universidade em implantação

0 – não possui disciplinas cujo título faça referência à Astronomia.

\* A grade analisada corresponde aos cursos de Física (Bac. e Lic.), porém a instituição oferece um curso de Graduação em Astronomia.

\*\* Bacharelado com ênfase em Astronomia.

A tabela 1.1 apresentou as 63 UF e as disciplinas de Astronomia encontradas. São 31 cursos de Bacharelado e 47 Licenciaturas. De todas as grades analisadas, apenas 9 disciplinas obrigatórias são destinadas ao Bacharelado, sendo que 7 pertencem ao mesmo curso, que oferece ênfase em Astrofísica. Para as Licenciaturas, são apenas 6 disciplinas obrigatórias do total de cursos. Para disciplinas optativas, são 22 disciplinas para os Bacharelados e 28 para as Licenciaturas.

Desta forma, de um total de 31 cursos de bacharelado, 17 não têm nenhuma disciplina obrigatória ou optativa voltada à Astronomia, o que representa 55%. Já para as Licenciaturas, dos 47 cursos, 28 não possuem nenhuma disciplina de Astronomia, ou seja, 60% do total.

Uma análise mais aprofundada pode fornecer informações mais específicas e diversos tratamentos estatísticos podem ser feitos sobre esses dados. Considerando-se que uma disciplina em um curso de graduação tenha em média uma carga horária de 60 horas e que os cursos de Física tenham, no mínimo, 2800 horas a serem cumpridas<sup>6</sup>, o número de disciplinas voltadas à Astronomia apresentadas por curso na tabela 1.1 revela que sua ocorrência é muito pequena.

É preciso destacar ainda que esta busca inicial não analisou as ementas de todas as disciplinas dos cursos de Física. Então, pode ocorrer de uma disciplina de Física Geral apresentar em sua ementa vários conteúdos de Astronomia. Entretanto, como este não é o objetivo deste trabalho, a relação da disciplina com a Astronomia se restringiu apenas ao nome das disciplinas.

Considerando que este índice de cursos que não possuem disciplinas voltadas à Astronomia pode contribuir para que este tema não seja abordado no ensino básico com a formalização que merece, questiona-se: é importante que a Astronomia seja discutida no ensino superior para que seus reflexos influenciem no ensino na escola básica?

### **1.3 A importância em se estudar Astronomia**

Muitos são os motivos que justificam a importância da Astronomia. Conhecida como “a mais antiga das ciências”, a Astronomia é um tema altamente motivador que instiga a curiosidade e proporciona o contato com diversos conceitos físicos.

Para Caniato (2011), existem ao menos cinco razões que justificam a importância da Astronomia: (1) ela é a mais antiga das ciências; (2) ela está ligada ao desenvolvimento do

---

<sup>6</sup> A carga horária mínima para o curso de Licenciatura em Física é de 2800 horas e para o Bacharelado, 2400 horas.

pensamento humano; (3) ela sintetiza conhecimentos da Física; (4) possui um conteúdo altamente motivador; (5) é parte da compreensão do homem como apenas uma parte de um universo tão vasto. (CANIATO, 2011).

Segundo Percy (1998),

A Astronomia está profundamente enraizada na história de quase todas as sociedades, como um resultado de suas aplicações práticas e suas implicações filosóficas. Ela ainda tem aplicações diárias na determinação do tempo, estações, navegação e clima, assim como para questões de períodos mais longos como mudança climática e evolução biológica. A Astronomia não apenas contribui para o desenvolvimento da Física e outras ciências, mas é uma ciência importante e excitante por si mesma. Ela lida com estrelas, planetas e a própria vida. Ela mostra nosso lugar no tempo e no espaço, e nosso parentesco com outras espécies na Terra. (PERCY, 1998, p.2).

O seu potencial para o ensino não reside somente no fato de que ela funciona como elemento motivador, mas principalmente por oferecer uma gama de situações que favorecem desde a discussão de vários conceitos físicos até o trabalho interdisciplinar, adquirindo um caráter de eixo norteador do trabalho pedagógico, estabelecendo relações próximas com a Geografia, História, Ciências, Matemática, linguagens, etc.

Além do que já foi apresentado em relação a sua importância, a Astronomia se faz presente também nas recomendações dos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN):

Confrontar-se e especular sobre os enigmas da vida e do universo é parte das preocupações frequentemente presentes entre jovens nessa faixa etária. Respondendo a esse interesse, é importante propiciar-lhes uma visão cosmológica das ciências que lhes permita situarem-se na escala de tempo do Universo, apresentando-lhes os instrumentos para acompanhar e admirar, por exemplo, as conquistas espaciais, as notícias sobre novas descobertas do telescópio espacial Hubble, indagar sobre a origem do Universo ou do mundo fascinante das estrelas e as condições para a existência da vida como a entendemos no planeta Terra (BRASIL, 2002).

Para que o conteúdo de Astronomia esteja presente na sala de aula e, além disso, este conteúdo seja trabalhado com qualidade, uma necessidade direta e imediata recai sobre a formação do professor que irá ministrá-la.

Embora a Astronomia não esteja presente como disciplina obrigatória em muitos cursos de Física, a preocupação com seu ensino tem recebido atenção dos pesquisadores da área nos últimos anos. O volume de publicações sobre o tema tem aumentado conforme afirma Langhi (2004). Segundo o autor a discussão presente nos trabalhos fundamenta-se em

três pilares: concepções alternativas dos alunos e professores sobre fenômenos astronômicos, erros conceituais em LD e sugestões de conteúdos de Astronomia contidos nos PCN. (LANGHI, 2004).

Somando-se a estas afirmações, o cenário no qual acontecem as interações entre professores e alunos e entre os próprios alunos está permeada por tecnologia. Novos recursos, assim como uma nova postura dos professores ao ensinar devem ser considerados como fatores que poderão contribuir para um avanço na aprendizagem. A próxima seção discute as implicações da tecnologia como um importante aliado de professores e alunos.

## 1.4 A Aprendizagem em um mundo tecnológico

Como será a sociedade do futuro? Quais serão as próximas tecnologias que farão parte do cotidiano? Essas tecnologias serão ferramentas ou estarão impregnadas em nossa forma de pensar? Manteremos os mesmos tipos de relações sociais que construímos hoje? Que sentido terá a frase “filho, você está atrasado para a escola”? O fato é que é muito comum fazermos projeções sobre como seremos no futuro, ou mesmo pensar nas próximas gerações e seus perfis.

Em 1895, quando H.G. Wells escreveu *A Máquina do Tempo*, considerada por muitos a primeira obra de ficção a tratar de viagens no tempo, Einstein ainda não havia formulado a Teoria da Relatividade Restrita, cujas implicações resultam do questionamento da natureza do tempo. Essas indagações ainda eram meras especulações e apesar de serem um dos problemas a serem resolvidos também por outros físicos da época, ainda não haviam ganho o status científico que mereciam. O protagonista da obra, o *viajante do tempo*, descreve para seus amigos as experiências com sociedades do futuro, alcançadas por meio da construção de um artefato que o transporta pela quarta dimensão.

O viajante do tempo faz então uma viagem ao futuro, para o ano de 802.701 dC. Após estabelecer contato com a civilização da era em questão, percebe que a máquina do tempo na qual viajara havia sumido, e ele se vê obrigado a conviver com aquela sociedade futurística, de características completamente diferentes, até encontrar seu artefato e voltar para seu tempo. Assim, ele descobre que existem dois mundos: um ocupado pelos Morlocks, habitantes do mundo inferior que viviam debaixo do subsolo, e os Eloi, habitantes do mundo superior. Aliás, a raça do mundo superior tinha características idênticas e aparentava viver em uma sociedade completamente organizada, sem problemas a serem resolvidos. O inconveniente é que nessa sociedade perfeita, as pessoas não precisavam mais pensar, pois a humanidade havia alcançado uma fase de “evolução” muito grande (WELLS, 2010).

Em outro livro, publicado em 1932, “*Admirável Mundo Novo*” de Aldous Huxley, a sociedade do futuro é condicionada biológica e psicologicamente, cumprindo as regras de leis sociais baseadas em castas. Os habitantes desse novo mundo não se organizam em famílias, não possuem laços afetivos, apegos morais ou religião. As pessoas são felizes por meio do uso de uma droga lícita fornecida pelo estado: a *soma*. A aprendizagem acontecia durante o sono quando era desenvolvida a *hipnopedia* e a humanidade era controlada por um sistema de predestinação e condicionamento mental. Em uma sociedade impulsionada pelas máquinas, não havia lugar para Deus.

Entra em cena um personagem insatisfeito com a sociedade em que vive: Bernard Marx, um psicólogo especializado em hipnopedia. Ao realizar uma viagem para um dos últimos redutos da antiga civilização, acaba conhecendo Linda e seu filho, John, rejeitados pelas duas civilizações (a selvagem e a civilizada). Bernard os leva para a sociedade civilizada e revela que John é filho de Linda e Thomas Tomakin, o Diretor de Incubação e Condicionamento (D.I.C.) de Londres, causando um verdadeiro escândalo. No dia da morte da mãe, John se revolta e provoca uma confusão no hospital em que ela encontrava-se internada, acabando com a reserva de soma, pois assim, ele imaginava que as pessoas teriam mais liberdade. Nesta sociedade do futuro era proibido ter consciência de sua individualidade e para fugir dessa falsa realidade, John suicida-se. (WELLS, 2010)

O mesmo tema que há vários anos nos tem brindado com obras importantes da literatura como *A Máquina do Tempo* e *Admirável Mundo Novo* pode ser transportado para a nossa forma mais recente de olhar para o futuro. No filme *Matrix*, lançado no Brasil em 1999, temos uma versão muito próxima da obra de Huxley, com alguns pontos divergentes.

*Matrix* trata da discussão do futuro sob o ponto de vista virtual. Nessa “fábula” moderna, os indivíduos também são criados em incubadoras, porém tudo acontece na mente humana. A realidade não existe, tudo é virtual. Os homens gerados nas incubadoras são homens-máquinas, e assim podemos compará-los às castas baixas de *Admirável Mundo Novo*, já que os homens-máquinas de *Matrix* assimilam conhecimentos através de programas de informática avançados.

Viajando no tempo e retornando aos nossos dias e aos problemas da nossa época, continuamos a fazer projeções do futuro, imaginando como serão nossas vidas e qual será a próxima geração de aparatos tecnológicos que a humanidade produzirá. Costumamos enxergar a tecnologia, assim como a ciência, como algo à parte, das quais não temos controle. Isso nos remete à ingênua constatação de que o futuro estará recheado de tecnologias que nos

auxiliarão nas mais diversas atividades cotidianas. Contudo, o futuro já chegou e estamos impregnados de tecnologia.

Embora o filme e os livros sejam obras de ficção científica, pode-se compará-los, sob alguns aspectos, com nossa sociedade atual. A busca pelos prazeres, o consumismo, compara-se à droga soma, pois são considerados como válvulas de escape dos problemas, funcionando como meio de alienação ao que é imposto pela TV, revistas e mais recentemente pela internet.

Já do ponto de vista tecnológico, não produzimos seres humanos em série como apresentado em Matrix, embora saibamos das potencialidades da clonagem. Não se pode negar a presença e mesmo a necessidade dos meios de comunicação, das tecnologias, digitais ou não, em nosso dia-a-dia. Não só usamos, mas “pensamos com” e até mesmo “vivemos a” tecnologia.

As transformações resultantes desse processo de introdução dessas tecnologias não somente na economia ou no mundo do trabalho, mas na vida das pessoas, trouxeram implicações diversas para a forma de organização da sociedade. Uma das principais implicações daí decorrentes constitui a quase fusão entre o que é humano e o que é maquínico, tamanha foi a intensidade com a qual as tecnologias de informação e comunicação passaram a fazer parte da vida cotidiana. (MILL, 2006, p.27)

Mill (2006) ainda afirma que estamos vivendo uma época de convergência, colonização da subjetividade, a qual ele denominou *Idade Mídia*.

Agora não é a comunicação de massa que está no centro das atenções, pois esta não considera o que pensa e sente cada sujeito que a compõe. A telemática trouxe a possibilidade de capilarizar a sociedade e colonizar a subjetividade de cada um dos seus membros. A essa era de convergência midiática, configurada sob uma nova forma de manipulação capitalista, mais perversa, apesar de menos agressiva aos indivíduos, estamos denominando *Idade Mídia*. (MILL, 2006, p.29)

Como consequência, temos uma mudança na forma de vida da sociedade e isso terá importantes implicações na educação. É preciso, portanto, reconhecer a inserção das tecnologias em nosso cotidiano e entender como pensamos com ela. Dentro deste contexto tecnológico, como a educação escolar tem acompanhado esse desenvolvimento?

## **1.5 Os Desafios da Educação na Era da Internet**

Acordar todas as manhãs, tomar café e ir para escola. Chegando ao colégio, o encontro com os colegas, professores e funcionários que, durante cerca de quatro horas e meia, faziam parte vida diária. Durante esse período, as atividades seriam prestar atenção no que os cinco professores do dia iriam transmitir, conversar com os colegas no intervalo (e muitas vezes durante as aulas), realizar os exercícios de física, química e matemática, além de

responder os questionários de geografia, história e decorar os nomes difíceis da biologia. Ao chegar em casa, a primeira tarefa era ligar a TV para servir de “ruído de fundo” durante o almoço. Em seguida, corria para frente da “telinha” para assistir às séries e filmes que passavam à tarde e vez ou outra ligava para uma amiga para colocar a conversa em dia, contar as novidades e combinar os passeios do fim de semana. Caso esta amiga mudasse com seus pais para outra cidade, o contato era feito por carta, já que o custo das ligações interurbanas no Brasil era uma fortuna.

Esta era a realidade de qualquer adolescente da década de noventa, que vivia em um país com sérios problemas sociais, porém que procurava sua estabilidade econômica e com um acesso restrito à internet. Na realidade, internet era algo que poderia demorar cerca de vinte anos para se tornar popular. Mas os tempos mudaram muito e em muito pouco tempo. As relações humanas continuam no centro dessa questão, porém a forma como se utiliza a tecnologia acrescentou um novo equipamento em meio a esta discussão: o computador.

Para muitas pessoas, a primeira tarefa do dia é ligar o computador, acessar as mensagens do correio eletrônico, verificar as notificações dos amigos da sua rede social, conferir a previsão do tempo, ler as notícias na tela de LED. Ao sair para o colégio ou para o trabalho, as pessoas continuam conectadas através do celular que possibilita acesso móvel a qualquer informação disponível na internet. A convergência e a facilidade de conexão aumentaram muito nos últimos anos.

A palavra *informação*, mencionada no parágrafo anterior, é a expressão do momento para resumir o estado atual. Nunca se teve um acesso tão amplo, onde praticamente qualquer informação pode ser encontrada na web (qualquer informação bem como uma informação qualquer).

Alguns autores procuram diferenciar informação de conhecimento. Neste contexto, Valente (2003) acrescenta que existe ainda uma diferença sutil entre dado e informação.

Dado sendo um meio de expressar coisas, sem nenhuma preocupação com significado, e informação, a organização do dado de acordo com certos padrões significativos (Davis & Botkin, 1994). Assim, passamos e trocamos informação. Já o conhecimento é o que cada indivíduo constrói como produto do processamento, da interpretação, compreensão da informação. (VALENTE, 2003, p.140)

Como acontece e quais são os agentes dessa passagem da informação para o conhecimento? Este é um dos papéis da escola e os desafios se localizam em como promover esta passagem.

A escola deve, antes, pautar-se pela intensificação das oportunidades de aprendizagem e autonomia dos alunos em relação à busca de conhecimentos, da

definição e seus caminhos, da liberdade para que possam criar oportunidades e serem os sujeitos da própria existência. (KENSKI, 2010, p.66)

Voltando à questão de como a tecnologia está presente na sociedade e, assim, justificando a necessidade de uma mudança nos referenciais que escola continua a adotar, não se pode mais aplicar as mesmas práticas, as mesmas metodologias e os mesmos comportamentos e mentalidades.

Para Lévy (2000) haverá um deslocamento do status da escola tradicional de detentora do conhecimento para o status de meio de transformação da informação em conhecimento. Isso porque os alunos desta geração chegam à escola munidos de novos conhecimentos e materiais tecnológicos. Como agente transformadora, a escola poderá incorporar as novas características da cibercultura.

Sobre a cibercultura, Lévy (2000) afirma que

A grande questão da cibercultura, tanto no plano de redução dos custos como no do acesso de todos à educação, não é tanto passagem do “presencial” à “distância”, nem do escrito e do oral tradicionais à “multimídia”. É a transição de uma educação e uma formação estritamente institucionalizada (escola, universidade) para uma situação de troca generalizada dos saberes, o ensino da sociedade por ela mesma, de reconhecimento autogerenciado, móvel e contextual das competências. (LÉVY, 2000, p.172)

Dentro desta perspectiva de convergência e necessidade de transformação, a internet encontra-se no centro da discussão, apresentando-se como uma nova galáxia, como afirma Castells (2003):

A internet é um meio de comunicação que permite, pela primeira vez, a comunicação de muitos com muitos, num momento escolhido, em escala global. Assim como a difusão da máquina impressora no Ocidente criou o que MacLuhan chamou de a “Galáxia de Gutenberg”, ingressamos agora num novo mundo de comunicação: a Galáxia da Internet”. (CASTELLS, 2003, p.8)

As TIC e o ciberespaço são atualmente reais possibilidades que certamente contribuirão para a atividade cognitiva e as relações entre professores e alunos, porém ela constitui-se em um desafio nesse “admirável mundo novo”.

Pensando no contexto educacional, as TIC têm possibilitado novas aplicações para simulações, vídeos e outras ferramentas pedagógicas. Mas, o foco desta utilização não pode se resumir a simples utilização destes meios nos mesmos moldes a que se está acostumado a ver.

Para Kensi (2010),

O desafio é o de inventar e descobrir usos criativos da tecnologia educacional que inspirem professores e alunos a gostar de aprender, para sempre. A proposta é

ampliar o sentido de educar e reinventar a função da escola, abrindo-a para novos projetos e oportunidades, que ofereçam condições de ir além da formação para o consumo e a produção. (KENSKI, 2010, p.68)

Neste novo quadro, professores e alunos não se relacionam mais de forma hierarquizada, no sentido de poder que a palavra tem, mas de forma colaborativa, buscando novas concepções, investigando em conjunto. Vaniel; Heckler; Araújo (2011) apoiados em Moran (2000) acreditam na internet como meio facilitador da interação entre professores e alunos.

Na visão de Moran (2000), a informática na escola coloca os estudantes e professores frente a um novo processo educativo, no qual podem prosseguir, frear, voltar, re-estudar ou aprimorar conceitos vistos em sala de aula, aprofundar e criar suas investigações e interpretações sobre o assunto, baseados em outras informações pesquisadas ou discutidas com diferentes autores via internet. (VANIEL; HECKLER; ARAÚJO, 2011, p.3)

Portanto, é inegável a presença das TIC em nossa vida, assim como é importante repensarmos as dificuldades da escola em oferecer condições, técnicas e intelectuais, para a formação dos estudantes.

## 1.6 A EaD e o Ensino Médio

Diante da nova realidade que se apresenta, crianças e adolescentes se desenvolvem em um mundo onde a informação é bem mais acessível que há vinte ou trinta anos atrás. Os celulares com acesso à internet, os *tablets* e *notebooks* estão muito mais presentes em sala de aula que há anos atrás. Certamente que em algumas regiões sequer existem condições básicas para a educação, mas apesar do contraste, a tecnologia digital chegou às escolas<sup>7</sup>.

Ao citar a relação entre as crianças que estão crescendo em meio a tantos aparatos tecnológicos, Buckingham (2007) afirma que esse conhecimento parece “vir do berço”:

Mais recentemente, porém, começou a emergir uma construção bem mais positiva dessa relação. Longe de como vítimas passivas da mídia, as crianças passam a ser vistas como dotadas de uma forma poderosa de “alfabetização midiática”, uma sabedoria natural espontânea, de certo modo negada aos adultos. (BUCKINGHAM, 2007, p.65)

<sup>7</sup> Dentre os diversos projetos na área, o Programa Um Computador por Aluno – PROUCA - tem como objetivo ser um projeto Educacional utilizando tecnologia, inclusão digital e adensamento da cadeia produtiva comercial no Brasil. O projeto visa fornecer de 150 mil laptops educacionais a aproximadamente 300 escolas públicas já selecionadas nos estados e municípios. Até agora, o MEC distribuiu 150 mil computadores em 386 escolas. O MEC abriu recentemente uma outra licitação para comprar 900 mil tablets, sem antes concluir a análise de impacto que o PROUCA teve sobre o aprendizado. Fonte: O Estado de São Paulo. Disponível em <<http://www.estadao.com.br/noticias/vidae,mec-atropela-processo-e-compra-tablets-,830181,0.htm>> Acesso 23 fev 2012.

Neste contexto, é necessário situar o momento atual do ensino formal no nível médio, considerando as relações nas quais ocorre a aprendizagem. No Brasil, o EM é ministrado em quatro formatos: convencional, profissionalizante, Educação de Jovens e Adultos (EJA) e especial. Com a Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (LDB) (BRASIL, 1996), ficou determinado que o ensino fundamental deve ser presencial e os cursos a distância podem ser autorizados para EJA e cursos especiais (MARCUSO, 2009). Isto significa que somente alunos com mais de 18 anos podem participar de cursos totalmente a distância para obtenção do nível médio de ensino, salvo em casos como o da educação especial<sup>8</sup>.

O EM é a etapa final da educação básica e visa proporcionar ao estudante um aprofundamento dos estudos desenvolvidos no ensino fundamental e ao mesmo tempo, prepará-lo para o mundo do trabalho e para o ingresso no ensino superior. Da mesma forma, a *participação na sociedade* e o *pleno desenvolvimento da pessoa* são termos que encontramos nos diversos documentos oficiais no MEC. Outras expressões muito comuns e largamente utilizadas em outros trabalhos são: *desenvolver valores, competências e habilidades voltadas à formação de pessoas e cidadãos autônomos, críticos e competentes, que aprendam a aprender* (MARCUSO, 2009).

De todos os termos citados anteriormente, aquele que melhor representa o papel da escola enquanto formadora é *aprender a aprender*. Com o uso crescente das tecnologias digitais por parte dos estudantes, torna-se fundamental verificar se essa *geração net*, como a definiu Tapscott (1999), está preparada para integrar seus conhecimentos sobre as ferramentas tecnológicas com sua formação intelectual. Não basta dominar as novas tecnologias, é preciso incentivar uma cultura de aprendizagem digital.

No livro *Geração Digital*, Tapscott (1999) discursa sobre o embate entre a *geração net* (digital) e a *geração baby boom* (TV). Para o autor, a TV proporciona uma visão reduzida do conhecimento, de forma homogeneizada, que torna as pessoas alienadas, apresentando apenas uma visão de mundo. Enquanto isso, a internet é solução para os problemas dos jovens, pois é um meio democrático, interativo, possibilita a ambientação de comunidades, o que desenvolve o espírito de cooperação entre seus usuários. Ao fazer uma análise crítica do trabalho de Tapscott (1999), Buckingham (2007) afirma que *assim como a TV é a antítese da*

---

<sup>8</sup> Pode-se citar o exemplo do Colégio Militar de Manaus que atende aos filhos de militares que servem em pelotões na fronteira da Amazônia.

*internet, também a geração net é a antítese da geração TV* (p.73). Essa crítica ainda salienta que:

As novas mídias são vistas como mais democráticas que autoritárias, mais diversificadas que homogêneas, mais participativas do que passivas. Avalia-se que elas engendram novas formas de consciência entre os jovens, que os levam além da limitada imaginação de seus pais e professores (BUCKINGHAM, 2007, p.67)

Todavia, Buckingham (2007) explica que, na visão de Tapscott (1999), esta divisão é vista como sendo produzida pela tecnologia, mas não concorda com ela.

Em última análise, porém, essas diferenças entre gerações são vistas como produzidas pela tecnologia, em vez de resultantes de outras forças sociais, históricas ou culturais. Ao contrário de seus pais, que são retratados como tecnofóbicos incompetentes, as crianças são vistas como possuidoras de uma relação intuitiva e espontânea com a tecnologia digital. (BUCKINGHAM, 2007, p.74)

De fato, o poder indiscutível da tecnologia em promover o acesso à informação e ao conhecimento vem sendo pregado há muito tempo. Essa visão é apoiada pelo interesse comercial de empresas e pela oportunidade de uma ampla publicidade por parte dos políticos.

Uma outra forma de se referir à tecnologia é considerá-la como a grande solução para todos os problemas. Fala-se, por exemplo, em “impacto das novas tecnologias”. Para Lévy (2000) a metáfora do impacto é inadequada, pois daria a ideia da tecnologia como algo que vem de outro mundo, do mundo das máquinas, frio e sem emoção. Assim, a tecnologia seria um agente exterior que provocaria um impacto, uma mudança radical em nossas vidas. Em certa medida, isto estaria contribuindo para uma visão estritamente instrumental da tecnologia nas escolas.

Para Buckingham (2007), é preciso mudar a abordagem. Ocorreu uma polarização inútil no debate entre os entusiastas ingênuos que veem a tecnologia como a salvação da educação e os pessimistas lúgubres que alegam que estamos rumando para o inferno tecnológico. Além disso, afirma que há um divisor digital no qual, explica, existe uma grande diferença entre o que as crianças fazem na escola e o que fazem em suas horas de lazer, ou seja, é até de certa forma, uma tradição da escola não relacionar os conteúdos escolares com a cultura dos alunos. Além disso, a tecnologia é abordada na escola de forma limitada, restringindo-se a um treinamento de habilidades funcionais sem contexto.

Em meio a estes questionamentos, é mais sensato que escolhamos o meio termo. Torna-se, de fato, importante a inserção das TIC aos estudantes do EM, porém é preciso estabelecer critérios. Tella (1997) criou uma classificação para o uso da tecnologia, de acordo com a forma em que é aplicada:

- 1) Tecnologia como ferramenta: obtenção da informação, textos, desenhos, comunicação com terceiros, no sentido de ampliar a funcionalidade humana.
- 2) Tecnologia como parceira intelectual: representação do conhecimento, reflexão sobre o que foi aprendido, suporte a negociação interna para construção de significado.
- 3) Tecnologia como contexto: representação e simulação de problemas, situações e contextos significativos do mundo real, definição de um espaço controlável para o raciocínio do aluno, apoio ao diálogo entre a comunidade de aprendizes, aprendizagem baseada em problemas.

A Educação a Distância (EaD) pode ser inserida em qualquer classe citada, dependendo da forma como é utilizada. De acordo com os objetivos de cada curso e a ação do professor (ou daqueles que elaboram o curso) ela poderá servir como um local para guardar informações bem como fornecer recursos que promovam novas formas de pensar.

Entre os estudantes que fazem parte deste mundo tecnológico, que se comunicam via internet diariamente, encontram-se aqueles do EM. Embora, eles utilizem essas ferramentas para comunicação, não se sabe ao certo como utilizariam para a aprendizagem formal. Alguns autores tem explorado este tema recentemente e tentado localizar como a EaD está inserida neste nível de ensino.

Algumas tendências são apresentadas em Marcusso (2009) em relação ao EM e à EaD. Na Europa, por exemplo, essa modalidade de ensino é utilizada como apoio ao ensino presencial e em algumas situações especiais, como é o caso de locais isolados ou prisões. Não há EM totalmente a distância. Já nos Estados Unidos, a EaD vem crescendo a cada dia e cerca de 40 estados já possuem políticas voltadas para esta área. Metade dos estados oferece cursos a distância e um deles obriga o aluno a cursar pelo menos uma disciplina desta modalidade. As características geográficas da Austrália têm levado o governo a pensar em políticas que incentivem a criação de cursos (MARCUSO, 2009).

Nos países citados é consenso que a EaD pode apresentar os mesmos resultados que os cursos presenciais têm mostrado, porém algumas disciplinas têm merecido atenção como matemática e física. Outras são apontadas como impróprias à EaD, como música e idiomas estrangeiros (MARCUSO, 2009). Fatores como a capacidade de formar socialmente o sujeito questionam a eficácia da EaD. Existem aqueles que defendem a ideia de que a aprendizagem precisa ocorrer em um espaço social e presencial. De qualquer forma, o que esses países têm feito em relação a EaD remete muito mais ao seu aprimoramento que seu abandono. No Brasil, a história da EaD sempre esteve em um cenário contrastante. Os adultos

subescolarizados têm sido alvo principal das iniciativas governamentais e a necessidade da rápida inserção das mais recentes tecnologias de comunicação.

Pode-se dizer que a EaD iniciou-se no Brasil com o rádio, por meio de iniciativas da sociedade. Nos anos 40 surge o Instituto Universal Brasileiro e nos anos 50, o MEC cria o Sistema Radioeducativo Nacional. Nos anos 60, por intermédio de projetos da Igreja Católica por meio da CNBB, são organizados programas de rádio com fins educativos. Particularmente no Ensino de Ciências, a partir dos anos 90, o Telecurso 2000 significou uma inovação por romper com a bidimensionalidade dos materiais impressos. Determinados fenômenos puderam ser explorados de uma forma nunca antes utilizada. Um bom exemplo é ilustração da órbita da Terra em torno do Sol. A computação gráfica conseguiu transformar a visão dos estudantes a respeito desta questão e esclarecer pontos de dúvida que sempre estiveram presentes (BIZZO, 2009).

Para esclarecer eventuais dúvidas sobre as definições de EaD para a educação básica, Bizzo (2009) alerta que é importante diferenciar os termos “a distância” e “à distância”. O primeiro remete à situação em que a distância entre as pessoas não é definida. A segunda, com crase, designa a situação em que as pessoas estão a uma distância específica. Portanto, quando falamos em EaD que utilize a internet como meio, estamos falando em educação a distância.

A LDB enfatiza de forma clara a necessidade da presença dos alunos nas salas de aula, define-se presença como o fato de alguém estar em algum lugar e opõe-se a ausência, que é a falta, lacuna, vazio. Presencial, portanto, é algo feito à vista de alguém, no mesmo lugar em que este alguém está, à distância visual dele. Utilizando a definição de Bizzo (2009): *o ensino presencial tem sido definido como o processo de ensino-aprendizagem que ocorre por meio de envio de sinais visuais e sonoros entre professores e alunos e que lhes permite interagir em tempo real* (BIZZO, 2009, p.190).

Mas, quem está em uma aula presencial, está realmente presente e atento ao que se apresenta na aula? Ou, em uma aula virtual, não se pode vincular uma presença, apesar desta não ser física? Valente (2003) fala sobre as diferentes abordagens de EaD. Ele classifica essas abordagens como *broadcast*, escola tradicional virtualizada e o estar junto virtual.

Na abordagem *broadcast*, o material é entregue ao aluno por meio virtual, porém, não existe interação entre professor e aluno. O professor não dispõe de meios para verificar o que fez o aprendiz.

Já na abordagem da escola tradicional virtualizada, o processo educacional é centrado no professor. Existe algum tipo de interação via internet, na qual o aluno recebe a

informação do professor, podendo ou não armazená-la, convertendo-a em conhecimento. O professor recebe um retorno dos alunos mas o ciclo termina aí. Como consequência, o número de alunos atendidos é bem menor que a *broadcast*, já que o professor terá de se ocupar na correção das atividades.

Na terceira abordagem, o estar junto virtual como é chamado, é possível implantar situações que permitem a construção do conhecimento, pois envolve o acompanhamento e assessoramento constante do aprendiz no sentido de poder entender o que ele faz. Mas esse tipo de atuação não deve ser vista como convencional, pois é fundamental que a interação entre professores e alunos envolva o planejamento, a observação, reflexão e análise do trabalho que o aluno está realizando (VALENTE, 2003).

Vale ressaltar ainda que em relação ao que é recomendado por lei, o uso da EaD é indicado como complemento à aprendizagem presencial, de acordo com o artigo 32 § 4º da LDB, que cita seu uso no nível fundamental: *o ensino fundamental será presencial, sendo o ensino a distância utilizado como complementação da aprendizagem ou em situações de emergência.* (BRASIL, 1996).

O curso de Astronomia que foi elaborado para esta pesquisa é um curso que complementa a aprendizagem presencial de 17 alunos de uma mesma escola, que estavam em turmas diferentes, mas não tiveram contato com conhecimentos de Astronomia. Entretanto, ela ocorre no nível médio devido aos conceitos escolhidos no momento da elaboração do curso. Neste sentido, é importante destacar a relevância do tema e a da modalidade escolhida para ser analisada.

Na próxima seção, finalizamos esta ideia de unir Astronomia e tecnologia, apresentando suas relações e trabalhos que vem sendo desenvolvidos nesta área. Desta forma, esperamos justificar o uso da tecnologia, especificamente a EaD como importante ferramenta para promover a interação entre professores e alunos.

## **1.7 A Astronomia no Contexto da Tecnologia**

De acordo com Langhi (2004), o ensino de Astronomia vem recebendo grande atenção nos últimos anos, pois, cada vez mais podemos encontrar trabalhos apresentados em eventos e publicações da área. Alguns autores (KRINER, 2004; LANGHI, 2004; SCARINCI, 2006) apontam que uma das principais dificuldades na compreensão de conceitos astronômicos está no fato deles exigirem um alto grau de abstração e visão espacial.

Langhi e Nardi (2005) apresentam uma classificação das dificuldades gerais de professores sobre o tema, por meio do exame analítico de seus discursos. Nesta análise, os

autores identificaram nas falas dos participantes que a Astronomia faz parte de uma realidade distante do mundo dos alunos, alguns conceitos são difíceis de entender e explicar. Além disso, as dificuldades de realizar visitas a observatórios, planetários, bem como outros fatores relacionados à insegurança pessoal do professor e a falta de uma formação adequada, colaboram para que essas dificuldades se acentuem. Assim, professores e alunos compartilham dúvidas e equívocos sobre tais conceitos.

Sabe-se que grande parte do material utilizado pelos professores é textual. A apresentação do conteúdo de forma apenas textual não parece ser eficiente no processo de aprendizagem. É fácil imaginar a Lua girando ao redor da Terra e estas duas, girando ao redor do Sol, considerando que o plano da órbita da Terra em torno do Sol não é o mesmo da Lua ao redor da Terra? Esta dificuldade pode estar associada a uma mudança de referencial (SILVA, T, 2009).

Para outros autores (SZAMOSI, 1986; KRINER, 2004; PIAGET, 1975; THUILLIER, 1994; CASATI, 2001), temas que exigem a compreensão da espacialidade, como a Astronomia, são altamente complexos. Por exemplo, para entender as fases da Lua, é necessário um alto grau de abstração de conceitos e requer conhecimentos de espacialidade.

Observamos apenas que a visão espacial é um fenômeno muito complexo, que envolve a aprendizagem, a memória, os processos de ‘compensação’, as relações com as informações táteis etc. A perspectiva linear clássica, a despeito de seu interesse não pode ser considerada como dotada de valor absoluto. Ela é cômoda, ela dá uma certa satisfação ao intelecto; mas outros sistemas são possíveis (como a perspectiva dita ‘curva’ ou ‘curvilínea’, cujo princípio é conhecido desde muito tempo). (THUILLIER, 1994, p.83)

A partir desta ideia, podemos pensar no fato da Astronomia ser uma ciência tradicionalmente observacional. A maior parte das pessoas desconhece, por exemplo, que quando olham para o céu estão observando o passado, já que a luz das estrelas que identificamos leva muitos anos para chegar à Terra<sup>9</sup>. Neste contexto, os fenômenos da Astronomia ocorrem a distâncias muito grandes, literalmente astronômicas<sup>10</sup>. Ao olharmos para a esfera celeste<sup>11</sup>, temos a impressão de que as todas as estrelas estão à mesma distância umas das outras, mas na realidade, elas podem estar a milhares de anos-luz, em relação a suas

---

<sup>9</sup> A unidade de distância “ano-luz” nos ajuda a entender este fenômeno. Por exemplo, a estrela Alfa Centauri, a mais próxima da Terra depois do Sol, está distante 4,2 anos-luz. Isto significa que a luz saiu da estrela há 4,2 anos, por isso, vemos o passado.

<sup>10</sup> De acordo com o dicionário online Priberam, o adjetivo “astronômico” significa “muito elevado ou de grandes proporções”.

<sup>11</sup> A esfera celeste é considerada um globo fictício de raio indefinido centrada no observador na qual todos os objetos celestes estão projetados.

profundidades. Com uma observação sistemática podemos compreender melhor estas configurações, isto é, é necessário “aprender a ver”.

Em sua tese de doutorado, Leite (2006) investigou algumas concepções de professores do EM por meio de um curso de formação, que tinha como foco atividades relacionadas à espacialidade. A autora conclui que os professores possuem grande dificuldade em relação ao que Piaget chamou de “centração” ou “não coordenação” de perspectivas, ou seja, um apego ao ponto de vista único e primeiro, com ausência de articulações entre o que eles veem e aquilo que estudam. Sobre os conhecimentos espaciais e sua complexidade, a autora afirma que

se de um lado, os conhecimentos espaciais cotidianos nos parecem intuitivos e naturais, por outro esses mesmos conhecimentos tornam-se de difícil aquisição quando as distâncias e os tamanhos são muito diferentes da nossa vivência mais próxima, até pela falta de uso deles. Não é a toa que durante muito tempo a nossa própria casa, a Terra, foi considerada como plana. Apenas quando o homem pode ampliar seus horizontes e caminhar longas jornadas, não apenas físicas, é que o conhecimento sobre a forma do planeta se ampliou. (LEITE, 2006, p.24)

Ainda citando o trabalho de Leite (2006), que discute a importância da espacialidade na compreensão da Astronomia, podemos afirmar que nossa percepção de distância está relacionada ao fato de nosso cérebro processar as informações captadas pelos olhos. Como as imagens são formadas na retina, portanto em uma superfície bidimensional, elas fornecem apenas a informação sobre a direção e tamanho aparente dos objetos, mas não da distância. Para tentar sanar esta incapacidade e devido ao processo de adaptação, o cérebro humano desenvolveu uma capacidade de determinar distâncias comparando duas imagens na retina, porém, esta medida pode ser considerada confiável até 15 metros (LEITE, 2006).

Em relação à construção tridimensional das imagens astronômicas, Leite (2006) ainda nos alerta que observar apenas uma imagem do Sol, dos planetas, das estrelas e da Lua, nos dá uma noção plana desses astros. A distância e o lento movimento dos astros no céu torna difícil a formação de uma imagem tridimensional.

Assim, o que antes era estudado somente com o auxílio dos livros didáticos que exibiam figuras estáticas que precisavam ser imaginadas pelo aprendiz, hoje, com os materiais didáticos apoiados em recursos computacionais, é possível ampliar essa visão e facilitar a construção de modelos mentais.

Motivada por esta necessidade, Silva, T. (2009) desenvolveu um material hipermídia com simulações de fenômenos astronômicos como as estações do ano e fases da Lua, com base nas dificuldades conceituais apresentadas por professores com o uso de material

impresso (LAZZARO e BARROSO, 2003). Para a autora, o material didático precisa estimular o aluno a ter uma participação ativa no seu processo de construção do conhecimento. Aliando os recursos da não linearidade, hipertexto e multimídia (animações, simulações, sons), o material foi produzido para satisfazer as condições de acesso atual da maior parte dos usuários, isto é, ele pode ser encontrado na internet, funciona em diferentes sistemas operacionais, além de estar disponível também em CD para aqueles que ainda não possuem acesso à rede. Os recursos oferecidos apresentam os movimentos da Terra, as estações do ano, as fases da Lua, eclipses, jogos e navegador.

Neste contexto, as simulações têm grande importância para o ensino da Astronomia, uma vez que podem auxiliar o professor em suas explicações promovendo atividades centradas nas tarefas<sup>12</sup>. Por outro lado, estimulam a aprendizagem, já que facilitam a compreensão da espacialidade pelo aluno e modificam a forma como este atua frente às situações com as quais se confronta. Elas permitem modificar os parâmetros e alterar os referenciais de observação, o que não é possível com as figuras estáticas dos livros didáticos.

Para outros autores, como Lévy (2000), as simulações auxiliam a memória, constituindo-se em uma ampliação da imaginação.

Ainda que possamos evocar mentalmente a imagem do castelo de Versalhes, não conseguimos contar suas janelas “de cabeça”. O grau de resolução da imagem mental não é suficiente. Para chegar a esse nível de detalhe, precisamos de uma memória auxiliar exterior (gravura, pintura, fotografia), graças à qual nos dedicaremos a novas operações cognitivas: contar medir, comparar etc. A simulação é uma ajuda à memória de curto prazo, que diz respeito não a imagens fixas, textos ou tabelas numéricas, mas a dinâmicas complexas. A capacidade de variar com facilidade parâmetros de um modelo e observar imediata e visualmente as consequências dessa variação constitui uma verdadeira ampliação da imaginação. (LÉVY, 2000, p. 166)

Em outro trabalho, explicando como funciona o mecanismo da cognição, Lévy (2010) conclui que a percepção é o conjunto do processo de desestabilização e de re-estabilização da rede. Assim, cada nova percepção deixaria vestígios na rede. As conexões seriam reforçadas pelo processo de desestabilização e de re-estabilização e o sujeito utilizaria a imaginação ou a simulação de modelos mentais ativando uma pseudo-percepção a partir de estímulos externos. Com o auxílio das simulações, animações e outros recursos computacionais, esse processo se tornaria mais consistente.

---

<sup>12</sup> Tarefa no sentido de situação, como definida por Vergnaud, que será aprofundada à frente.

Ao tratar da cibercultura, Lévy (2000) destaca que, além das simulações e outros recursos similares, as TIC também constituem em um importante reforço à possibilidade de aprendizagem cooperativa e colaborativa em rede.

Ao prolongar as capacidades cognitivas humanas (memória, imaginação, percepção), as tecnologias intelectuais com suporte digital redefinem seu alcance, seu significado, e algumas vezes até mesmo sua natureza. As novas possibilidades de criação coletiva distribuída, aprendizagem cooperativa e colaboração em rede oferecidas pelo ciberespaço colocam novamente em questão o funcionamento das instituições e os modos habituais de divisão de trabalho, tanto nas empresas como nas escolas. (LÉVY, 2000, p. 172)

Assim como já discutido na seção anterior, há uma tendência em se estimular o deslocamento de uma escola centrada no professor para uma escola voltada em promover as ações dos alunos, no sentido de uma busca por uma autonomia em relação a sua aprendizagem. Além de possibilitar o gerenciamento de diversos recursos como textos, simulações, links e vídeos, os AVA fornecem subsídios que favorecem a interação entre seus participantes. É possível estabelecer vínculos mais horizontalizados em alguns momentos entre professores e alunos.

Podemos encontrar trabalhos que fazem menção a conceitos de física utilizados para a compreensão de fenômenos astronômicos. É o caso do artigo de Pires e Veit (2006). Neste trabalho, os autores descrevem uma experiência didática na qual foi introduzido o uso de TIC em nível médio para ampliar as possibilidades e produzir ganhos na aprendizagem dos alunos. Foi criada uma página na internet sobre gravitação, utilizando também a plataforma TelEduc como AVA que, para os autores, é um ambiente potencialmente significativo para a aprendizagem deste tópico por parte de estudantes da primeira série do EM. Como estudo exploratório, eles tentaram investigar como os estudantes utilizavam as potencialidades do ambiente para interagir, além de analisar os simuladores e páginas de apoio utilizadas nas atividades.

Já no trabalho de Castro, Silveira e Araújo (2006) os autores descrevem o “AstroClass”, uma plataforma de aprendizagem colaborativa sobre conceitos básicos de Astronomia. A ferramenta foi planejada com o objetivo de atuar na formação continuada de professores do ensino fundamental, médio e superior. O AstroClass é um ambiente centrado no aluno, com ferramentas muito parecidas com as do TelEduc, isto é, portfólio, mural, espaço para postagem de materiais textuais, links e outros tipos de arquivo, como vídeos.

Após todas estas colocações, parece-nos importante investigar como todas estas potencialidades se desenvolvem em uma situação real, tendo como protagonistas o alunos do

EM. Apoiando-se nos trabalhos de Pires e Veit (2006), que utilizavam o AVA TelEduc, e Castro, Silveira e Araújo (2005), que desenvolveram um AVA nos mesmos moldes, centrado no aluno, optou-se por escolher esta plataforma de Educação a Distância como AVA utilizado em nosso curso.

Diante dos trabalhos já publicados e de todas as considerações feitas até aqui, a TCC foi escolhida como referencial teórico para fundamentar este trabalho. No próximo capítulo, é realizada uma revisão bibliográfica sobre trabalhos que utilizaram a teoria para fundamentar suas principais ideias e, em seguida, uma discussão sobre a teoria em si e sua relação com a Astronomia.

## CAPÍTULO 2 – A TEORIA DOS CAMPOS CONCEITUAIS

### 2.1 A Teoria dos Campos Conceituais e a Astronomia

O suporte teórico desta pesquisa é a TCC de Gérard Vergnaud que fornece um referencial para a investigação da aprendizagem do ponto de vista psicológico, tendo a interação como principal eixo que possibilita o reconhecimento e aprimoramento do conjunto de esquemas de conhecimento dos estudantes.

Diariamente, professores e alunos vivenciam momentos nos quais a interação torna-se um fator fundamental no processo de ensino e aprendizagem. Estabelecer situações que possibilitem as trocas de experiências e o diálogo permanente constituem-se em reguladores essenciais da prática docente em sala de aula. Reguladores no sentido de fornecerem sinais que podem ser captados pelo docente no momento da aula, favorecendo novas reformulações, novos questionamentos que poderão desconstruir e reconstruir novas visões em busca do estabelecimento de explicações mais elaboradas. À medida que os aprendizes conseguem construir estas visões mais elaboradas, ocorre um avanço em suas concepções sobre o conhecimento científico, satisfazendo momentaneamente os objetivos do ensino.

A pesquisa em Ensino de Ciências pode ser considerada recente. A partir de um olhar histórico, a implementação nos Estados Unidos do Physical Science Study Committee (PSSC) e Harvard Project Physics, nos anos 60, e do Projeto Nuffield, nos anos 70, na Inglaterra, são considerados marcos históricos do interesse pela investigação do Ensino de Física (SOUSA e FÁVERO, 2001). Alguns trabalhos relacionados à psicologia cognitiva têm encontrado aplicações na didática das ciências e contribuíram fornecendo uma compreensão mais consistente do que ocorre com o indivíduo que aprende.

O foco da discussão da psicologia cognitiva é a *análise de como um sujeito aumenta seus conhecimentos, suas competências e suas capacidades* (PLAISANCE e VERGNAUD, 2003). Inicialmente, o objetivo dos estudos relacionados à aprendizagem era entender a ação do sujeito sobre o objeto e vice-versa. Apesar de existir influência mútua, não se deve confundir influência com causa única.

Sobre essa questão, Carvalho Junior e Aguiar Junior (2011) afirmam que

as abordagens que admitem a interação entre sujeito e objeto procuram redirecionar as conclusões anteriores a admitir que há uma influência mútua entre os entes citados, trabalhando com algumas ideias ligadas aos processos de

interiorização/internalização dos objetos como representações pessoais do mundo físico (CARVALHO JÚNIOR e AGUIAR JÚNIOR, 2011, p.2).

Neste sentido, a aprendizagem estaria fortemente relacionada a causas externas mas sofreria forte influência de processo internos, muitas vezes desconhecidos pelos sujeitos. Não somente pelos processos internos em si, mas também pela forma como são expressos verbalmente ou de forma escrita, já que muitas vezes, aquilo que escrevemos ou falamos diferencia, de alguma forma, daquilo que imaginamos.

Neste contexto, duas das mais importantes teorias de estudo da cognição conhecidos como Epistemologia Genética de Piaget e a Psicologia Sócio-Cultural de Vigotski são as teorias que tentaram entender como o conhecimento pode ser aprendido por um indivíduo.

Na Epistemologia Genética, publicada em 1950, Piaget apresenta conceitos importantes como esquemas, adaptação, desequilíbrio e reequilíbrio.

Segundo Piaget, o conhecimento não está no *sujeito* – organismo, tampouco no *objeto* – meio, mas é decorrente das contínuas interações entre os dois. Para ele, a inteligência, é relacionada com a aquisição de conhecimento à medida que sua função é estruturar as interações sujeito-objeto (FERRACIOLI, 1999, p.6).

Além disso, na teoria piagetiana a aprendizagem está relacionada ao desenvolvimento intelectual, que é fortemente determinado pelo processo de equilíbrio por auto-regulação. O indivíduo possui estruturas e, ao receber estímulos do meio, dá uma resposta em função dessas estruturas (PIAGET, 1964). Portanto, o desenvolvimento explica a aprendizagem e não é uma *soma de experiências discretas de aprendizagem* (PIAGET, 1964, p.176).

Na Psicologia Sócio-Cultural, Vigotski defende a ideia de que o conhecimento é transferido daquele que o possui para aquele que deve aprender por meio da linguagem. Apropriar-se da linguagem significa apropriar-se do pensamento (GASPAR, 1997).

De acordo com a teoria de Vigotski, é a própria mente que cria as estruturas que serão fundamentais para que ocorra a aprendizagem. Este é um dos pontos concorrentes entre as teorias de Piaget e Vigotski. Na primeira, o conhecimento só poderá ser aprendido se as estruturas mentais já estiverem formadas. Na segunda, as estruturas vão se construindo à medida que se aprende, daí a importância do “parceiro mais capaz” (GASPAR, 1997).

Assim, entra em cena a TCC, proposta por Gérard Vergnaud, que considera alguns aspectos das duas teorias cognitivas tornando-as complementares e não necessariamente concorrentes. Vergnaud foi aluno de Piaget e dele herdou boa parte dos conceitos empregados em sua teoria. Por outro lado, Vergnaud também reconhece a contribuição de Vigotski, pois

considera que Piaget não trabalhou em sala de aula e a Epistemologia Genética se torna, dessa forma, incompleta para dar conta dos problemas de aprendizagem escolar.

Para Vergnaud, Piaget não se deu conta de quanto o desenvolvimento cognitivo depende de situações e de conceitualizações específicas necessárias para lidar com elas. Segundo ele, Piaget também não percebeu o infrutífero que é tentar reduzir a lógica geral. Vergnaud argumenta que embora Piaget tenha feito um trabalho muito importante para a educação, ele não trabalhou dentro da sala de aula ensinando matemática e ciências. No entanto, no momento em que nos interessamos por aquilo que se passa na sala de aula, somos obrigados a nos interessar pelo conteúdo do conhecimento (MOREIRA, 2002, p.7).

Vergnaud consegue extrair das duas teorias, elementos importantes para formular a TCC que concebe que o conhecimento está organizado em CC, visto como um conjunto de problemas e situações cujo tratamento requer conceitos, procedimentos e representações de tipos diferentes, mas intimamente relacionados (MOREIRA, 2002).

Neste sentido, optou-se pela TCC de Vergnaud como referencial teórico, pois ela é uma teoria que permite prever formas mais eficientes de trabalhar os conteúdos. Tanto no planejamento das aulas, como para realizar uma avaliação da aprendizagem do aluno, a TCC fornece ferramentas que vão além da simples relação entre o sujeito e o objeto. Ela analisa o “sujeito-em-ação”, atuando em situações, procurando investigar os processos psicológicos que levaram o aprendiz a suas elaborações.

Também possibilita ao professor compreender melhor como o aluno constrói seu conhecimento em sala de aula tornando possível sua intervenção como mediador no processo ensino aprendizagem. Assim, a interação entre professor e aluno se torna fundamental na investigação dos conhecimentos adquiridos.

Na sequência, serão apresentadas algumas definições importantes sobre a TCC fazendo-se alguns comentários sobre sua relação com o campo conceitual da Astronomia.

### **2.1.1 Esquemas e Conceitos**

A TCC apresentada por Gérard Vergnaud constitui-se em uma teoria neo-piagetiana, isto é, trouxe elementos já apresentados por Piaget, porém alguns deles sofreram modificações ou adaptações.

A TCC aplicava-se inicialmente à matemática, explicando como ocorre o processo de conceitualização progressiva de estruturas aditivas, relações algébricas, estruturas multiplicativas, relações número-espaco, etc. Porém, ela pode se estender para o Ensino de Ciências realizando-se as devidas adaptações (VERGNAUD, 1996).

De acordo com Vergnaud *sua principal finalidade é fornecer um quadro que permita compreender as filiações e rupturas entre conhecimentos, nas crianças e nos adolescentes, entendendo por “conhecimentos”, tanto o saber fazer como os saberes expressos* (VERGNAUD, 1996, p.155). Sua teoria, portanto, é mais ampla que a de Piaget, pois a redireciona para o estudo do funcionamento cognitivo do “sujeito-em-ação”.

Por esta razão, o entendimento daquilo que se denomina “Conceito” é tão importante em sua teoria. Um Conceito não é apenas uma explicação atribuída a um elemento do conhecimento e não se restringe a uma simples “definição”. Conceitos podem ter significados diferentes em contextos diferentes. Por exemplo, na Física, o Conceito de Gravidade possui ao menos duas formas distintas que adquirem sentidos diferentes e explicam situações diferentes. O Conceito de Gravidade pode ser interpretado como uma força que age à distância, caso a situação estudada possa ser analisada do ponto de vista newtoniano, onde dois planetas se atraem gravitacionalmente, inversamente proporcional ao quadrado da distância entre eles e diretamente proporcional ao produto das massas. Em outra situação, onde é necessária a compreensão de fenômenos que envolvem a posição correta de uma estrela, como a trajetória que sua luz deve percorrer para chegar até a Terra e ser observada, a Relatividade Geral fornece uma outra interpretação para a Gravidade. Neste caso, a geometria do espaço-tempo que provoca o “desvio” da luz da estrela e ela é então observada em uma posição diferente daquela em que se encontra realmente. A Gravidade é interpretada como a deformação no “tecido” do espaço-tempo.

Tanto a Astronomia, a Astrofísica e outras áreas do conhecimento que estão muito próximas da física, apresentam características que exemplificam muito bem como um Conceito pode ganhar uma definição mais ampla daquela que comumente nos referimos diariamente e de forma simplificada. Um Conceito não deve se restringir a uma definição, ele adquire sentido por meio de situações. De acordo com Vergnaud (1996) um Conceito é formado por um triplete de três conjuntos: as situações (S), os invariantes operatórios (I) e as representações simbólicas (R). Ou seja, podemos escrever o significado de “Conceito” através da sentença:

$$C = (S, I, R)$$

De acordo com Vergnaud (1996), existem três argumentos muito fortes a favor da TCC, relacionada aos Conceitos:

- 1) Um conceito não se forma em um só tipo de situação;
- 2) Uma situação não se analisa com um só conceito;

3) A construção e a apropriação de um dado conceito pode demorar muito tempo, se modificar, se desconstruir, se reconstruir.

Se o objetivo de ensino é promover o desenvolvimento cognitivo do aprendiz e para isso ele precisa dominar minimamente o significado de alguns conceitos, as situações nas quais ele se vê envolvido precisam fornecer condições para que ele tenha que raciocinar. De acordo com Vergnaud, podemos identificar duas classes de situações por meio das quais identificamos processos cognitivos dos sujeitos-em-ação.

1) O sujeito possui todas as competências necessárias para resolver uma situação, em um específico momento de sua aprendizagem. Neste caso, ele utiliza um “esquema” único, isto é, ele terá condutas automatizadas que darão conta de solucionar todas as etapas para alcançar uma solução final.

2) O sujeito não possui todas as competências necessárias para resolver a situação, portanto os esquemas de que dispõe não solucionarão o problema em questão, sendo necessário explorar, refletir, abortar certos caminhos durante a resolução, alcançando o êxito ou fracassando em suas tentativas.

O conceito de esquema foi apresentado anteriormente por Piaget. Sua inserção ocorre para designar as formas como se organizam as habilidades sensório-motoras ou intelectuais. Autores como Moreira (2002), esclarecem que *um esquema gera ações e deve conter regras, mas não é um estereótipo porque a sequência de ações depende dos parâmetros da situação* (MOREIRA, 2002, p12).

Moreira ainda analisa a existência de esquemas em outras áreas do conhecimento, além da matemática e das ciências.

Há esquemas perceptivos - gestuais como o de contar objetos, ou de fazer um gráfico ou um diagrama, mas há também esquemas verbais, como o de fazer um discurso, e esquemas sociais, como o de seduzir uma pessoa ou de gerenciar um conflito. Algoritmos, por exemplo, são esquemas, mas nem todos os esquemas são algoritmos. Quando algoritmos são utilizados repetidamente para tratar as mesmas situações eles se transformam em esquemas ordinários, ou hábitos (MOREIRA, 2002, p12).

A explicação de Vergnaud para “esquema” refere-se tanto a processos mentais inconscientes como a atitudes conscientes que geram uma ação. Para ele, *esquema é a organização invariante da conduta para uma dada classe de situações* (VERGNAUD, 1996, p.157). O esquema fornece especificações tais como: metas e antecipações, regras de ação, invariantes operatórios e possibilidades de inferência. Competências relacionadas à física e utilizadas em Astronomia são sustentadas por esquemas que organizam o comportamento.

Por exemplo, para entender a rotação da Terra precisamos reconhecer nossa posição em relação aos outros objetos no espaço. Isto também nos ajudará a compreender outros fenômenos como os eclipses e as estações do ano. A Astronomia nos fornece uma compreensão geométrica a partir do ponto de vista do observador, utilizando um sistema de coordenadas<sup>13</sup>. Caso uma situação exija que o sujeito explique por que certas estrelas aparecem apenas no hemisfério norte ou sul (portanto, é preciso saber sobre a rotação da Terra), ele terá de imaginar qual é o formato de seu planeta, onde ele se encontra sobre sua superfície, que objetos ele toma como referência no céu, portanto, tentará construir uma representação mental, podendo imaginar-se fora ou sobre a superfície terrestre.

A primeira tentativa de um observador que está no hemisfério sul “pode” ser imaginar um globo terrestre, com os polos norte (PN), sul (PS) e a linha do equador. Ele então se localiza no hemisfério sul e se estiver na América do Sul, estará a oeste do meridiano de Greenwich, como mostra a Figura 2.1.

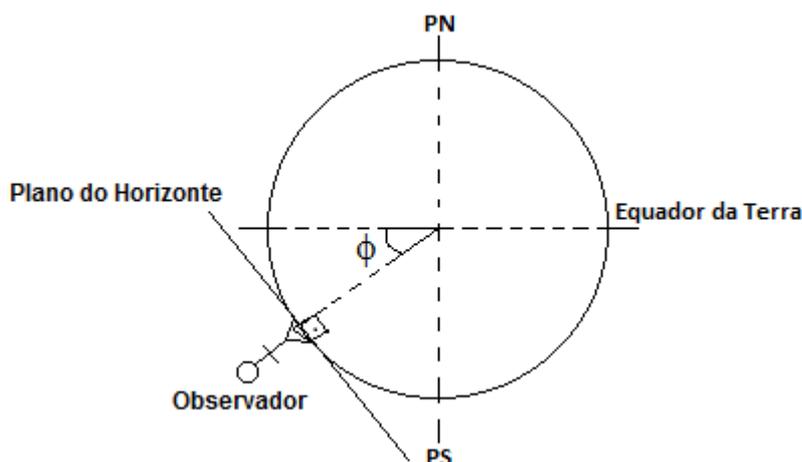


Figura 2.1 – Observador imaginando-se no hemisfério sul

A fim de facilitar sua referência, o observador tende a girar o desenho anterior, colocando como observador sobre a superfície. Assim, ele conseguirá transportar suas referências anteriores (PN, PS, linha do equador) para uma nova situação em que ele poderá imaginar onde estão as estrelas.

<sup>13</sup> Em Astronomia de posição (ou astrometria), costuma-se utilizar dois sistemas de referências para localizar um objeto celeste – o sistema horizontal local, centrado no observador e o sistema equatorial que toma como fundamental de referência a projeção do equador terrestre até o “equador” da esfera das estrelas.

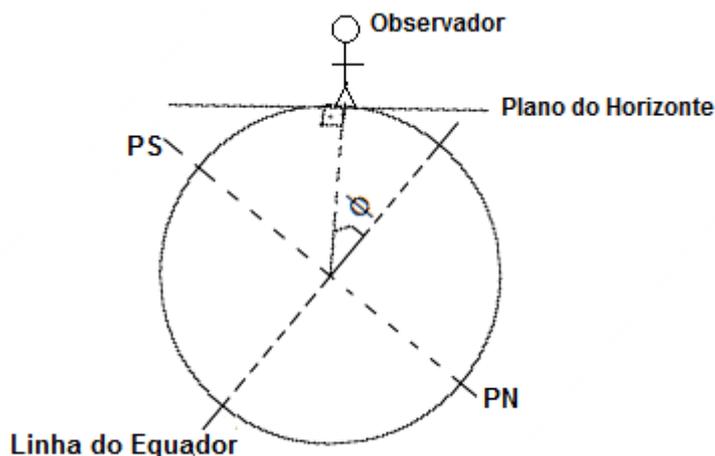


Figura 2.2 – Observador imaginando-se como centro

O sujeito (observador) que se imagina nesta situação precisou construir em sua mente uma representação que o ajudasse a reconhecer sua posição em relação às estrelas do céu. Desta forma, fica caracterizado que o sujeito evocou esquemas, ou seja, organizou seu comportamento (pensamento) de forma invariante. Para isto, precisou buscar em seu banco de dados mental, o significado de sistemas de referência, polo norte, polo sul, linha do equador, lembranças de imagens do globo terrestre, etc. Organizou estas informações (boa parte de maneira implícita) e reuniu condições de elaborar uma resposta.

Existem muitos exemplos que podem ser citados em Astronomia e Astrofísica, bem como em diversas áreas da física. A variedade de situações, estando elas em uma mesma área ou em áreas diferentes, contribui para que seja exigido do sujeito diferentes tipos de ações. Por exemplo, para se resolver um problema de física, um aluno do Ensino Médio pode escolher vários caminhos, isto é, cada aluno utilizará esquemas diferentes, porém organizados de forma invariante, alcançando da mesma maneira o êxito na sua resolução. Se as situações apresentadas a ele forem diferentes, provavelmente os esquemas evocados serão diferentes. Depois de algum tempo, os esquemas podem se transformar em operações que se automatizam, como em um algoritmo, como já citado anteriormente por Moreira (2002). Aliás, sobre esse assunto, Vergnaud compara os esquemas aos algoritmos, porém ressalta que aqueles nem sempre possuem um número finito de passos ou até mesmo nem chegam efetivamente a uma solução final.

Sobre o fato dos esquemas serem uma organização invariante do mesmo tipo lógico que os algoritmos, Vergnaud cita:

A automatização é evidentemente uma das manifestações mais visíveis do caráter invariante da organização da ação. Mas uma sequência de decisões conscientes pode

ser igualmente objeto de uma organização invariante para uma classe de situações dadas. (VERGNAUD, 1996, p.158).

Algumas das etapas contidas nos esquemas não são explícitas, porém algumas são visíveis. *Há muito de implícito nos esquemas* (VERGNAUD, 1996, p. 159). Os esquemas provêm de processos cognitivos muitas vezes inconscientes e se baseiam nas conceitualizações implícitas do sujeito. Por exemplo, o sujeito pode não saber que a estrela que ele visualiza no céu em um determinado momento pode não estar mais lá. Este é o resultado de uma conceitualização insuficiente sobre a luz, que é uma onda eletromagnética que se propaga a uma velocidade de 300 000 km/s no vácuo, levando certo tempo para chegar até a Terra.

Dessa forma, existem vários esquemas disponíveis que foram anteriormente formados, por meio dos quais se sustenta o funcionamento cognitivo de um sujeito ou grupo de sujeitos. Segundo Vergnaud:

(...) o funcionamento cognitivo de um sujeito ou de um grupo de sujeitos em situação assenta sobre um repertório de esquemas disponíveis, anteriormente formados, de cada um dos sujeitos tomados individualmente. Simultaneamente, as crianças descobrem novos aspectos, e eventualmente novos esquemas, em situação. Uma vez que as condutas em situação assentam no repertório inicial dos esquemas disponíveis, não se pode teorizar de forma válida sobre o funcionamento cognitivo. A teoria dos campos conceituais pretende resolver este problema. (VERGNAUD, 1996, p.161).

Sendo assim a TCC é considerada como uma unidade de estudo que dá sentido às dificuldades observadas na conceitualização do real. Com isso, chega-se ao conceito de Conceito, que é um conjunto de invariantes utilizáveis na ação, que implica num conjunto de situações que constituem o referente. Novamente, reforçamos que o conceito pode ser conceituado como um triplete de três conjuntos: S= conjunto de situações que dão sentido ao conceito, I= conjunto de invariantes (objetos, propriedades e relações) nas quais repousa a operacionalidade do conceito e R= conjunto de representações simbólicas (linguagem natural, gráficos e diagramas, sentenças formais) que podem ser reconhecidas e usadas para representar esses invariantes. Podemos ainda estabelecer uma relação entre os termos, dizendo que as situações (S) são os referentes, os invariantes operatórios (I) são os significados e as representações (R) são os significantes.

A partir desta definição de conceito, chega-se à conceitualização. Ela é a chave para o desenvolvimento cognitivo e constitui o principal foco de análise da teoria. Para que ocorra

a conceitualização, o indivíduo necessita atribuir sentido àquilo que aprende. Assim, Vergnaud apresenta a definição de “sentido”.

O sentido é uma relação do sujeito com as situações e os significantes. Mais precisamente, são os esquemas evocados, no sujeito individual, por uma situação ou um significante que constituem o sentido dessa situação ou desse significante para esse indivíduo. (VERGNAUD, 1996, p.179).

É exatamente por esta razão que as situações são tão importantes para a compreensão da teoria e ao mesmo tempo dão sentido aos conceitos. As situações são os referentes que mantêm uma relação estreita com as representações. Atribuir sentido a um conceito significa compreendê-lo a ponto de dominá-lo por completo e representá-lo sob todos os aspectos, seja por meio de símbolos, fórmulas, enunciados, além de fazer inferências e projeções sobre comportamentos futuros de um fenômeno.

É importante pensar em um exemplo. Em relação à Gravidade, ao perguntar a um aluno “o que significa atração gravitacional?”, teremos que fazer a nós professores outra pergunta: “por que ensinamos o que é atração gravitacional?”. Existem muitas respostas possíveis como “compreender porque somos atraídos pela Terra”, “entender o movimento planetário”, “reconhecer a dificuldade inerente ao lançamento de foguetes para colocação em órbita de satélites de telecomunicação”, etc.

Se estes são os nossos objetivos como professores de física, qual é o papel de ensinarmos a expressão da Lei da Gravitação Universal?

$$F_g = \frac{G.M.m}{R^2} \quad (1)$$

Esta simbologia é uma representação, geralmente encontrada nos LD. Na forma como ela é tradicionalmente apresentada ao aluno, o professor enuncia a lei da gravitação escrevendo a fórmula e aplicando alguns exercícios de fixação. Essas não parecem ser boas situações que estimulem o aluno a pensar sobre o que lhe foi apresentado e, por vezes, não passam de mecanizações decoradas que, depois de muitas resoluções, até podem constituir uma ferramenta do pensamento, disponível à resolução de um exercício, porém não serão necessariamente objetos do pensamento<sup>14</sup>, isto é, não pertencerão aos elementos que darão sentido àquilo que supostamente ele aprendeu.

O sujeito necessita de muitos conceitos implícitos para entender a lei da gravitação. Ele deve saber o que significa proporcionalidade, massa, distância, constante de

---

<sup>14</sup> Na teoria de Vergnaud, as formas linguísticas de expressar relações e propriedades constituem-se em ferramentas do pensamento, já que têm a função de auxiliar na resolução de uma situação. Já os objetos de pensamento estão ligados à incorporação de uma representação ao repertório de esquemas disponíveis, tornando-a “nova linguagem”, expressa através de um pensamento matemático.

proporcionalidade, força, ação à distância, etc. Então, para dar sentido a esta lei, é preciso que as situações com as quais o aprendiz é confrontado possibilitem a ele entender estas relações.

Entra em cena o papel da linguagem. Qual linguagem? Aquela que é expressa por palavras? Por números? Na teoria dos campos conceituais, a linguagem possui um significado mais amplo.

Ao estudar o processo de conceitualização na matemática, Vergnaud discute o uso de símbolos para representar operações. Estes símbolos podem ser sinais, diagramas, gráficos além de outros aparatos matemáticos. Mas se o indivíduo não domina esses símbolos terá de usar da linguagem comum para se expressar (verbos, formas comparativas, formas atributivas para os estados e as medidas), ou seja, utilizará sentenças. Vejamos para o caso de uma representação matemática para a teoria da gravitação, apresentada na equação 1. Temos:

$$1) \quad F_g = \frac{G.M.m}{R^2} \quad (\text{Representação simbólica})$$

2) A força gravitacional é igual à constante gravitacional multiplicada pelo produto das massas e dividida pela distância entre as massas elevada ao quadrado (Representação em linguagem usual).

Segundo Vergnaud:

Existem, pois, na linguagem natural, meios para transformar os conceitos-ferramentas em conceitos-objetos, nomeadamente a nominalização. No entanto, o simbolismo dos diagramas com quadrados, bolas, setas e chavetas é particularmente eficaz para esta transformação das categorias do pensamento em objetos do pensamento (VERGNAUD, 1996, p.186).

Isso equivale dizer que ter um símbolo (ou significante) para representar uma ideia colabora para conhecer melhor seu significado e para sua transformação em objeto do pensamento.

Estas observações sobre a linguagem feitas até aqui tiveram o objetivo de justificar que é através de palavras, expressões, representações, gráficos ou qualquer outro tipo de linguagem que demonstramos ter domínio sobre determinado campo do conhecimento. Utilizando expressões da TCC, quanto maior o nosso repertório de esquemas, mais potencialmente desenvolvidos intelectualmente estaremos. As formas pelas quais os esquemas são identificados podem nos ajudar a conhecer a maneira de cada indivíduo se expressar como sujeito que sabe.

Mas, quais são as características dos esquemas? O que eles representam? Na prática, a ação operatória originada pelos esquemas pode ser identificada pelos conhecimentos contidos nos esquemas ou simplesmente os Invariantes Operatórios.

### 2.1.2 Invariantes Operatórios

Invariantes Operatórios são os conhecimentos contidos nos esquemas. São designados pelas expressões Conceitos-em-acto e Teoremas-em-acto. Alguns autores como Moreira (2002), utilizam os termos “conceitos-em-ação” e “teoremas-em-ação”, expressões que serão utilizadas neste trabalho.

Como os invariantes operatórios são os conhecimentos contidos nos esquemas e estes proporcionam o indispensável vínculo entre a conduta e a representação, tornando-se a fonte primária da representação e conseqüentemente da conceitualização. Mas, por outro lado, são os invariantes operatórios que fazem a articulação necessária entre a teoria e a prática, pois são os conceitos contidos nos esquemas, os conceito-em-ação e teoremas-em-ação, que possibilitam a percepção e a busca de informação do aluno. Sendo assim, essas duas expressões: conceito-em-ação (proposições tidas como verdadeiras sobre o real) e teorema-em-ação (objetos, predicados, categorias de pensamento, pertinentes e relevantes à situação) são os invariantes operatórios que compõem os esquemas (VERGNAUD, 1996).

Os conceitos-em-ação não são propriamente conceitos científicos. De forma análoga, os teoremas-em-ação não são teoremas, como por exemplo, teoremas da matemática ou da Física. Os teoremas e os conceitos científicos foram, um dia, expressos sob forma de conceitos-em-ação e teoremas-em-ação nas proposições iniciais dos cientistas, que encontraram plausibilidade científica e foram aceitos como teorias. Conceitos-em-ação e teoremas-em-ação são mais amplos e gerais, constituindo-se em formas de pensamento ou expressão que utilizam termos que estão contidos nos esquemas e nestes se assentam.

A TCC tem como objetivo principal a conceitualização e os conceitos e teoremas (ou teorias) científicos representam apenas uma parte da conceitualização.

Conceitos e teoremas explícitos não constituem mais do que a parte visível do iceberg da conceitualização: sem a parte escondida formada pelos invariantes operatórios essa parte visível não seria nada. Reciprocamente, não se pode falar em invariantes operatórios integrados nos esquemas sem a ajuda de categorias do conhecimento explícito: proposições, funções proposicionais, objetos, argumentos (MOREIRA, 2002, p.16).

O que se observa entre os alunos é que muitas vezes estes não são capazes de explicitar os seus conceitos-em-ação e teoremas-em-ação. Por vezes, eles ainda não alcançaram maturidade cognitiva suficiente para compreender fenômenos científicos, devido ao alto nível de abstração que exigem. Além disso, a questão de saber se expressar está ligada ao fato de ter que adquirir uma linguagem apropriada para expor-se cientificamente e, neste caso, este é um obstáculo a ser superado na escola.

A maioria destes conceitos e teoremas-em-ação permanecem totalmente implícitos, mas eles podem também ser explícitos ou tornarem-se explícitos e aí entra o ensino: ajudar o aluno a construir conceitos e teoremas explícitos e cientificamente aceitos, a partir do conhecimento implícito. (MOREIRA, 2002, p.16).

Cabe aqui uma breve discussão sobre o papel do professor na condução de transformação dos conceitos e teoremas-em-ação dos alunos em teoremas e conceitos mais elaborados e mais próximos dos científicos. É importante que se privilegiem trocas verbais na discussão da resolução dos problemas e em outros tipos de situação, para que a interação professor-aluno seja um diferencial que possa ser identificado na análise de conceitualizações equivocadas a fim de proporcionar outras mais adequadas.

Para investigar como os alunos passam a dominar o CC da Astronomia, temos que identificar os conceitos-em-ação e os teoremas-em-ação e proporcionar novas situações a fim de levá-los ao desenvolvimento de novos conceitos e teoremas-em-ação. Em uma situação hipotética, podemos conduzir as reflexões dos alunos questionando-os sobre sua validade em outros momentos, identificando nas falas e representações escritas (fórmulas e leis científicas) como dominam o conhecimento contido no campo conceitual analisado.

A linguagem e os símbolos são importantes nesse processo de acomodação e o professor faz amplo uso deles na sua função mediadora. Mas o principal ato mediador do professor é o de prover situações frutíferas aos alunos. Um conceito, ou uma proposição, torna-se significativo através de uma variedade de situações, mas não se capta o significado sozinho. O papel mediador do professor é essencial. (MOREIRA, 2002, p.17).

A título de exemplo, em astrofísica estelar podemos estudar os processos de trocas de calor que ocorrem devido às reações nucleares. Os conceitos-em-ação implícitos nessa situação são transformação de estado, estado inicial e estado final, equilíbrio térmico, quente, frio, trocas de calor, entre outros. Já os teoremas-em-ação na mesma situação podem ser “a transferência de calor é um processo irreversível”; “o calor flui do corpo mais quente para o mais frio”; “em um sistema isolado termicamente, a quantidade de calor cedido é igual à quantidade de calor recebido”, já que são proposições sobre conhecimentos contidos nos esquemas.

Segundo Moreira (2002), existe uma relação dialética entre conceitos-em-ação e teoremas-em-ação, uma vez que conceitos são ingredientes de teoremas e teoremas são propriedades que dão aos conceitos seus conteúdos.

Portanto, um conceito-em-ação não fará o menor sentido se não estiver ligado a um teorema-em-ação, e este necessitará de conceitos pré-definidos ou conhecidos na mente do

sujeito, ou seja, os conceitos-em-ação para transmitir um significado sobre algo com que se depara em uma situação.

Em situações cotidianas escolares, vivencia-se momentos em que os alunos questionam os assuntos da aula e, presos a um programa de ensino ou ao planejamento feito para aquela aula específica, não é incomum deixar para segundo plano o esclarecimento de tal dúvida. A relação didática está intimamente ligada ao conjunto de situações que uma aula apresenta, ou seja, está relacionada ao planejamento feito pelo professor. Ela é determinada tanto pelas situações de aula como por outros fatores que fogem do domínio do professor, como questões sociais e psicológicas do aluno. Porém, à medida que é possível para o professor criar atividades que o aproximem do aluno, no sentido de fazê-lo expor seus conhecimentos, será mais fácil compreender seu nível de entendimento.

Em qualquer relação didática há um conjunto de fatores que podem contribuir ou dificultar a aprendizagem pretendida. Por exemplo, as escolhas didáticas feitas pelo professor têm grande influência no sucesso ou fracasso desse processo, podendo atenuar ou reforçar verdadeiros obstáculos que podem perdurar mesmo após a conclusão de determinado nível de estudo, inclusive o superior (REZENDE JUNIOR, 2006, p.75).

Tais momentos onde o professor pode questionar, debater e ouvir são, sem dúvida, uma oportunidade para identificar conceitos-em-ação e teoremas-em-ação. É fundamental que, desta forma, as atividades sejam planejadas a fim de proporcionar situações nas quais o estudante sinta-se desafiado a solucionar tarefas que o levem a aprender algo novo. Assim, a teoria de Vergnaud destaca a importância das situações no processo de conceitualização.

### 2.1.3 Situações

Como parte da TCC, as situações adquirem aqui um sentido diferente de situação didática ou situação de aprendizagem. Seu significado remete ao fato de que o aprendiz necessita ser desafiado em suas buscas, portanto, é importante proporcionar momentos em sala que dinamizem tal busca.

As situações podem ser entendidas como tarefas. Estas tarefas trazem duas ideias importantes que, de acordo com Vergnaud (1996) é o sentido habitualmente dado pelos psicólogos: *os processos cognitivos e as respostas do sujeito são função das situações com as quais eles se confrontam (p.171)*. Desta forma, podemos citar duas dessas ideias:

- 1) Ideia de variedade: os campos conceituais podem fornecer uma variedade de situações que irão gerar classes de esquemas possíveis de identificação;

2) Ideia de história: as situações dominadas pelos alunos e também aquelas com que se depararam ao longo de sua história formam o seu conhecimento.

Vergnaud alerta que a combinação destas duas ideias não torna o trabalho do investigador em didática algo fácil, já que

a primeira ideia orienta-o para a análise, a decomposição de elementos simples e a combinatória dos possíveis, enquanto a segunda o orienta para a procura de situações funcionais, quase sempre compostas por várias relações, e cuja importância relativa está, em grande medida, ligada a frequência com que se encontram (VERGNAUD, 1996, p.171).

O papel das situações no ensino é muito importante. São as situações que dão sentido aos conceitos. Um conceito torna-se significativo se existe um número elevado de situações em que possa ser compreendido. Dar sentido a um conceito significa que este sentido passa a ser uma relação do sujeito com as situações e os significantes. Especificamente, quando um sujeito reconhece o sentido de uma determinada tarefa (situação) ou representação (significante), quer dizer que ele evocou esquemas, ou seja, organizou seu comportamento frente à situação. Essas formas invariantes podem ser expressas pelos estudantes e reconhecidas pelo professor através dos invariantes operatórios (conceitos-em-ação e teoremas-em-ação).

Ao descrever as implicações da TCC para o Ensino de Ciências, Moreira (2002) cita os modelos de mudança conceitual que consideram as concepções espontâneas (errôneas, prévias, representações intuitivas) como incorretas e que necessitam ser abandonadas pelo estudante para que obtenha um conhecimento mais próximo possível do científico. Do ponto de vista da TCC, isto significaria uma diferença considerável entre os invariantes construídos pelos sujeitos e os invariantes do conhecimento científico.

Para Vergnaud, conceber os conhecimentos prévios como incompletos, imperfeitos e deficientes não é adequado. Para ele, é mais frutífero pensar em um sujeito como sistema dinâmico, com mecanismos regulatórios que asseguram o desenvolvimento cognitivo (MOREIRA, 2002).

A TCC não é uma teoria de ensino, mas uma teoria psicológica do processo de conceitualização do real. Apesar disso, ela encontra aplicabilidade no contexto da sala de aula, tendo o professor um papel decisivo na sua função mediadora. Essa mediação não significa que o professor deva ser um facilitador do aprendizado do aluno. Ele deve prover situações frutíferas, nas quais o aluno encontre possibilidades para ser desafiado e ao mesmo

tempo estabeleça sentido<sup>15</sup>. Portanto, essa sensação de desafio precisa ser bem medida, pois se a situação não fizer sentido algum para o aluno, por estar muito além de suas possibilidades de compreensão, ele certamente se sentirá desestimulado a continuar a aprender.

Podemos encontrar uma afirmação importante no trabalho de Moreira (2002):

No ensino, é necessário desestabilizar cognitivamente o aluno, mas não demais. É preciso identificar sobre quais conhecimentos prévios a criança pode se apoiar para aprender, mas é forçoso também distinguir quais as rupturas necessárias. Quer dizer, é preciso propor também, com cuidado, situações para as quais os alunos não tem onde se apoiar, ou não devem se apoiar, em conhecimentos prévios. (MOREIRA, 2002, p.20).

Para finalizar esta seção, é importante destacar mais uma vez que a interação entre professor e aluno é um fator determinante no processo de ensino e de aprendizagem. As trocas de experiências e o diálogo permanente constituem-se em reguladores essenciais da prática docente em sala de aula. As situações devem estimular a curiosidade do estudante, mas também devem proporcionar oportunidades para que ele consiga se expressar.

Neste sentido, atividades em grupo são bons caminhos para se chegar e este objetivo visto que os alunos tentarão solucionar proposições em grupo, mas terão que pensar individualmente. Para que haja interação entre professor e alunos, é preciso que estes tenham tempo suficiente para pensar, debater em grupo sobre as dificuldades, isto é, confrontando-se com diversas situações.

Na sequência, a interferência do professor é necessária para questionar as etapas de solução do problema proposto para aluno. Segundo Sousa e Fávero (2002), para Vergnaud “*a principal função do professor é a de prover situações frutíferas para aumentar o repertório de esquemas dos alunos, isto é, para ajudar em seu desenvolvimento cognitivo*” (SOUSA e FÁVERO, 2002, p. 60).

Após a apresentação dos principais conceitos da TCC, a próxima seção discute algumas características da Astronomia como um CC e descreve como os conceitos de Gravidade e Luz norteiam o planejamento das atividades e ganham sentido nas situações elaboradas para a compreensão do CC.

#### **2.1.4 Campo Conceitual na visão de Vergnaud**

Na literatura não foram verificados trabalhos que diferenciem as diversas nomenclaturas atribuídas ao conjunto de estudos relacionados ao espaço. Costuma-se generalizar, nos referindo a tudo que acontece no céu através da designação “Astronomia”.

---

<sup>15</sup> Aqui, estamos nos referindo ao sentido como sendo a relação do sujeito com as situações e os significantes.

Embora existam diferenças entre os nomes “Astronomia”, “Astrometria”, “Astrofísica”, “Astronáutica”, “Astrobiologia”, “Cosmologia”, etc..., refere-se neste trabalho a todos os fenômenos que acontecem no espaço como “Astronomia”, a fim de simplificar o texto e atribuir uma dimensão mais geral sobre o assunto que se está tratando, levando em conta a necessidade de uma seleção de conceitos dentro de um campo mais amplo.

Existem várias formas de se explicar o que é um Campo Conceitual (CC). Vergnaud (1996) define CC como um conjunto de situações. O conhecimento está organizado em CC e sua apropriação ocorre ao longo do tempo, através da atribuição de sentidos, envolvendo o aprimoramento de esquemas, o que levaria o indivíduo ao seu desenvolvimento cognitivo, alcançado por meio da conceitualização.

Os CC podem ser definidos como grandes conjuntos, informais e heterogêneos, de situações e problemas cuja análise e tratamento requer diversas classes de conceitos, procedimentos e representações simbólicas que se conectam umas com outras. (VERGNAUD, 1990, p.23, apud GRECA; MOREIRA, 2002, p.35)

Existem ao menos três fortes argumentos que justificam a organização de um conjunto de conhecimentos em campos conceituais:

1) Um conceito, em sua totalidade, não se forma em apenas um tipo de situação: cada situação irá proporcionar diferentes necessidades e poderá solicitar do aprendiz a organização de esquemas que serão diferentes para cada um deles. Dessa forma, as atividades de ensino precisam ser diversificadas e devem incentivar ao máximo que o aprendiz estabeleça um sentido.

2) Uma situação não é analisada com apenas um conceito: devido às necessidades de ensino (Transposição Didática), o conhecimento é ensinado por partes, de forma que costumamos utilizar conceitos para atribuir significado, ou seja, conceitualizamos o real. Mas na prática, os conceitos não se aplicam isoladamente, cada um em sua própria situação, e sim de forma integrada. À medida que levamos em consideração esta afirmação, podemos argumentar que precisamos conhecer vários conceitos para operar sobre determinada tarefa, tomar uma decisão, resolver um problema.

3) A apropriação de um conceito por parte de um estudante é um processo longo: este caminho é cheio de idas e vindas, onde o aprendiz comete erros, reorganiza seus esquemas de conhecimento. Assim, a diversidade de situações, aliada ao tempo de aprendizagem, pode favorecer uma apropriação mais consistente.

Inicialmente, Vergnaud desenvolveu sua teoria para explicar o CC das estruturas aditivas e multiplicativas na matemática. No CC das estruturas aditivas, existe um conjunto de

situações que exigem a adição, não somente as operações de adição realizadas simbolicamente como, por exemplo,  $A + B = C$ . Estas situações exigem do aprendiz uma elaboração mental diferente da operação algorítmica, ou seja, exigem dele a elaboração de esquemas, que por sua vez poderão ser expressos por meio dos conceitos e teoremas-em-ação.

Entretanto, segundo Vergnaud, quando se referia aos CC das estruturas aditivas e multiplicativas, *o alcance do quadro teórico dos campos conceituais ficaria limitado se se detivesse nestes dois exemplos* (VERGNAUD, 1996, p.169). Na Física, Vergnaud (1996) cita a Mecânica e a Eletricidade como exemplos de CC.

Apesar de se apresentarem de forma dividida, os CC estabelecem ligações uns com os outros e dificilmente não possuem características em comum. Assim,

um campo conceitual resulta em uma unidade de estudo cujas componentes – situações, conceitos, procedimentos, etc – podem ser tratados de forma independente em relação a outros conjuntos. Isto não quer dizer que os diferentes campos conceituais sejam conjuntos disjuntos e que uns não podem ser importantes para a compreensão dos outros, senão que, na medida em que possam ser consistentemente descritos, podem ser considerados como diferentes. (GRECA e MOREIRA, 2002, p.35)

Então, podemos entender um CC como um conjunto de situações e problemas que possuem características em comum, podendo ser organizadas em uma sequência que possibilita seu estudo, tornando o processo de conceitualização algo mais organizado dentro de um contexto.

Os conceitos-em-ação e teoremas-em-ação são as formas com as quais o sujeito expressa seu conhecimento. São os ingredientes dos esquemas. Alguns autores têm assinalado a resolução de problemas (RP) em física como uma forma de expressar, identificar e avaliar os conhecimentos dos estudantes. No entanto existe uma enorme dificuldade para que eles expressem a forma como resolveram os problemas, ou seja, as etapas de raciocínio pelas quais o aluno passou.

Resumidamente, para ter domínio sobre um CC é preciso ter o domínio de conceitos. Os conceitos são formados por três conjuntos: as situações (S), os invariantes operatórios (I) e as representações simbólicas (R). Os conceitos ganham significado por meio das situações. Por sua vez, as situações levam o sujeito a evocar seus esquemas. Os conhecimentos contidos nos esquemas são os invariantes operatórios que são expressos pelos conceitos-em-ação e pelos teoremas-em-ação.

A próxima seção traz uma discussão sobre como todos estes conceitos da teoria de Vergnaud se aplicam ao CC da Astronomia.

### 2.1.5 Algumas Características do Campo Conceitual da Astronomia

Entre outros aspectos, a Astronomia constitui-se em um CC porque apresenta um *conjunto de situações cujo domínio, por sua vez, requer o domínio de vários conceitos de naturezas distintas* (MOREIRA, 2002, p.3).

Para deixar esta questão mais clara, tomemos dois exemplos pertencentes à Astronomia: a gravidade e a formação estelar.

A gravidade é um conceito que não se forma dentro de um só tipo de situação. Podemos entender a gravidade do ponto de vista newtoniano ou do ponto de vista da relatividade. Então, torna-se algo complicado elaborar uma situação de ensino que englobe as duas definições. Mas este conceito pode ser melhor conceitualizado se houver uma situação que confronte as duas definições, ou que forneça os pontos de vista de cada uma delas.

No caso da formação estelar, é preciso dominar vários conceitos para compreender as reações que ocorrem em seu interior. Conceitos como gravidade, pressão, rotação, temperatura, densidade, momento angular, equilíbrio hidrostático, radiação, fusão nuclear são fundamentais para entender o processo de produção de energia nas estrelas. Além disso, a energia produzida no interior do Sol tem implicações diretas na vida terrestre, portanto, faz parte do cotidiano. Assim, a formação estelar é uma situação que pode gerar a possibilidade dos estudantes evocarem diversos esquemas, que precisam ser muito bem apoiados nos conceitos por eles aprendidos.

Alguns trabalhos têm indicado a TCC como um referencial para elaborar atividades didáticas em sala de aula. Carvalho Júnior e Aguiar Júnior (2008) destacam que a partir da análise de um CC, podemos eleger algumas características que julgamos ser importantes. Os autores utilizam o exemplo da física térmica e o problema da diferenciação entre calor e temperatura como mote para iniciar a ligação entre as atividades, gerando assim, situações frutíferas ao ensino.

Tomando como referência o trabalho de Carvalho Júnior e Aguiar Júnior (2008), apresentamos alguns conceitos que podem servir de ponto de partida para representar a Astronomia como um CC. Os autores apontam que *a partir da análise do conhecimento a ser ensinado, certo aspecto de um campo conceitual é eleito para ser trabalhado em sala de aula* (CARVALHO JÚNIOR e AGUIAR JÚNIOR, 2008, p.217).

Em Astronomia, elegemos dois conceitos centrais que podem nos auxiliar na compreensão de diversos tópicos deste CC: gravidade e luz. Eles serão os aspectos

norteadores na construção das atividades que favorecerão as situações, que se espera que sejam frutíferas do ponto de vista da TCC.

A partir do reconhecimento da Astronomia como CC, é possível produzir atividades didáticas baseadas na ideia de que são as situações que dão sentido ao conceito. A partir deste momento, alguns tópicos foram escolhidos para dar início à elaboração das situações. Podemos escolher tópicos que mantêm ligação direta com os conceitos de Gravidade e Luz. Essa escolha é puramente arbitrária ou está relacionada a um aspecto identificado com maior facilidade pelo professor.

Feita a escolha dos conceitos que serão o ponto de partida, são escolhidos alguns aspectos do conteúdo que possuem ligação com ele, realizando todas as interligações possíveis. Este processo é descrito na próxima sessão.

### **2.1.5.1 O conceito de Gravidade**

O conceito de gravidade apresenta diferentes interpretações dependendo da situação em que seja analisado. Apesar de alguns trabalhos indicarem que o gérmen deste conceito tenha nascido ainda na antiguidade, é atribuída a Isaac Newton sua formalização mais completa no contexto da Física Clássica. Mas apesar de ter sugerido que a luz pudesse ser desviada pela gravidade, Newton não apresentou outra definição para o conceito de gravidade senão aquela que relaciona a atração à distância entre dois corpos de massas conhecidas (ZYLBERSZTAJN, 1989).

Em 1916, como parte da Teoria da Relatividade Geral, Einstein fornece uma nova compreensão para a gravidade.

Trata-se agora de uma teoria matematicamente complexa (o cálculo tensorial é utilizado), que apresenta uma ruptura com os conceitos clássicos de espaço e tempo ainda mais radical do que a Teoria da Relatividade Restrita de 1905. (ZYLBERSZTAJN, 1989, p.227)

Então, podemos afirmar que a Gravidade é um conceito central que explica diversos eventos astronômicos. Por exemplo, ao se escolher a Gravidade como conceito central no CC da Astronomia, temos<sup>16</sup> na figura 2.3:

---

<sup>16</sup> Onde: G = gravidade; FE = formação estelar; GU = gravitação universal; MT = movimentos da terra; MG = movimento de galáxias; MF = movimento de foguetes; RG = Relatividade Geral; BB = Big Bang.

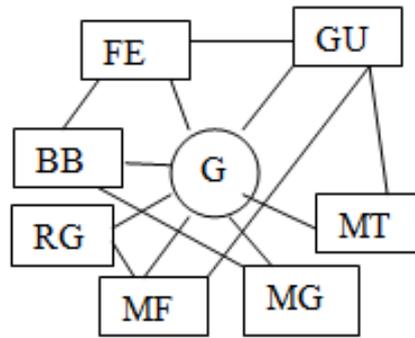


Figura 2.3 - Conexões com a gravidade

Os elementos que giram em torno do conceito central são reconhecidos como importantes para o entendimento da Gravidade. Porém, são amplos para serem explorados minuciosamente. Faz-se necessária uma escolha dos aspectos mais importantes presentes nestes elementos para a elaboração das atividades. Portanto, faz-se um recorte no âmbito do tema escolhido para se elaborar as atividades didáticas (figura 2.4).

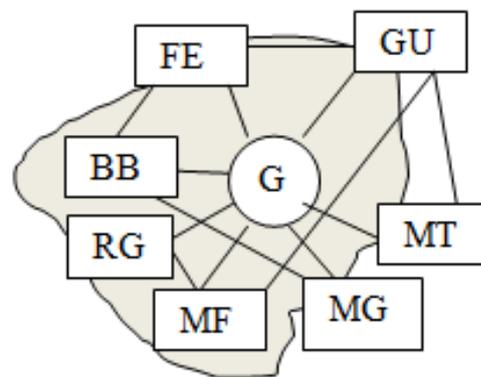


Figura 2.4 – Recorte no campo conceitual

A sombra cinza no fundo da figura 2.4 delimita os elementos que prioritariamente foram escolhidos para serem tratados dentro do período estabelecido no planejamento. Este recorte estaria relacionado com a possibilidade de se produzir situações que de alguma forma forneçam um fechamento de ideias dentro daquele tema, não significando que aquela seja a única forma de compreender o tema.

Por fim, deve-se visualizar as relações entre os elementos, criando uma série de proposições que, ao final das atividades planejadas, estabelecerão critérios a partir dos quais ele identificará de que forma se deu a aprendizagem. A Figura 2.5 mostra essas relações.

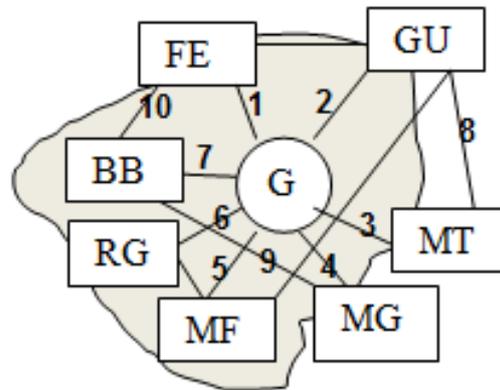


Figura 2.5 - Relações entre os temas

A fim de estabelecer uma sequência didática que se reconheça como uma situação do ponto de vista da TCC, localizam-se as possíveis classes de situação que serão norteadores do planejamento didático. Vejamos alguns possíveis caminhos a seguir, tomando a numeração escolhida na figura 2.5 como referência.

- 1) Para que ocorra a formação de uma estrela, é necessário que haja atração gravitacional;
- 2) A magnitude da força gravitacional tem relação com as massas dos corpos que se atraem;
- 3) O movimento translação da Terra possui relação com ações gravitacionais;
- 4) Existe uma energia potencial gravitacional associada ao movimento de rotação das galáxias além de ocorrer atração gravitacional entre galáxias;
- 5) Os foguetes precisam vencer a energia potencial gravitacional para ir ao espaço ou precisam entrar em órbita para lançar satélites e colocá-los em rotação ao redor da Terra;
- 6) A Relatividade Geral descreve a gravidade como uma deformação no espaço - tempo;
- 7) O modelo padrão que explica a origem do universo e é o modelo mais aceito atualmente, descreve como se comportam as forças fundamentais, dentre elas, a gravitacional;
- 8) A Lei da Gravitação Universal nos possibilita atribuir uma força de atração entre o Sol e os planetas;
- 9) Devido à instabilidade gravitacional, materiais densos se atraíram, formando aglomerados de galáxias;
- 10) As galáxias são formadas por estrelas, que por sua vez se formam por atração gravitacional de nuvens de gás.

Dentro do repertório de conceitos de um estudante, existem alguns conceitos-embasamento que poderão fazer parte da classe de situações com as quais ele se depara. De acordo

com Vergnaud, os conceitos-em-ação utilizados podem ser adequados ou não, tudo vai depender do tipo de situação com a qual ele entrou em contato. (CARVALHO JÚNIOR e AGUIAR JÚNIOR, 2008)

Esta pesquisa irá diferenciar mais adiante, de forma específica, os conceitos-em-ação dos conceitos científicos aceitos. Porém, uma observação sobre essa diferença se faz necessária. Os conceitos-em-ação, bem como os teoremas-em-ação, não são necessariamente os conceitos e o teoremas científicos corretos, mas sim formas do aprendiz utilizar o conhecimento que possui para tentar solucionar uma tarefa, tentando fazer escolhas a partir de seus esquemas. Na maioria das vezes, estes conceitos são implícitos, portanto, se as situações favorecem que eles se tornem explícitos, o professor terá chances de regular as atividades de ensino, reconhecendo as necessidades dos alunos frente a suas dificuldades.

Resumidamente, à medida que o aprendiz se aproxime das afirmações feitas nos itens de 1 a 10 listados anteriormente, ele estará se aproximando dos conceitos e teoremas científicos, significando que ele avançou em sua aprendizagem.

### **2.1.5.2 O conceito de Luz**

Durante muito tempo, as controvérsias a respeito do conceito de luz permearam as discussões na ciência e constituiu-se em um dos maiores debates científicos. As situações escolhidas para planejar uma sequência didática podem, portanto, seguir por esta vertente de pensamento.

Esta discussão pode gerar momentos em que podem ser analisados os aspectos corpusculares da luz, remetendo ao conceito de fóton, por exemplo. Ou podem prover situações nas quais é mais interessante entender a luz como onda por apresentar propriedades como interferência e difração. Estas visões encontram na Astronomia, um campo muito rico para seu estudo.

Assim como ocorre para o conceito de calor, o conceito de luz remete a uma vasta lista de outros tópicos que podem ser explorados. Podemos representar esquematicamente da seguinte forma<sup>17</sup> (Figura 2.6):

---

<sup>17</sup> Onde L = luz; LE = luz das estrelas; C = constelações; F = fóton ; DO = dispositivos ópticos; T = telescópios; ES = espectro eletromagnético;

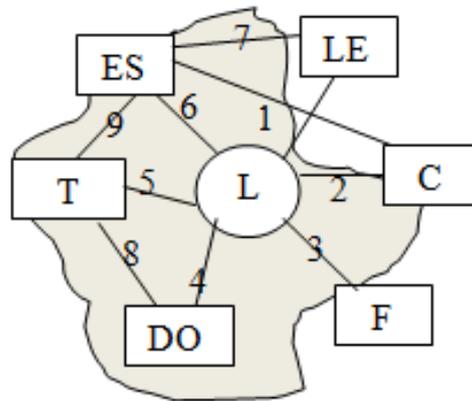


Figura 2.6 - Conexões do conceito de luz com outros tópicos

E assim, alguns caminhos que podem ser seguidos são descritos abaixo.

- 1) Como consequência do processo de produção de energia e do plasma, as estrelas são fontes de luz;
- 2) Estrelas de uma mesma constelação podem estar a milhares de anos-luz de distância umas das outras, pois vemos apenas a projeção delas no céu;
- 3) Os fótons e a natureza da luz.
- 4) Muitos dispositivos ópticos usados em astronomia analisam a luz das estrelas para determinar suas características;
- 5) Os telescópios constituíram em importantes construções para o desenvolvimento da Astronomia e utilizam princípios importantes da óptica;
- 6) Analisando espectros é possível conhecer as características das estrelas;
- 7) As estrelas produzem outras radiações além da radiação de onda visível;
- 8) Os telescópios são dispositivos ópticos;
- 9) Existem diferentes telescópios que observam outras faixas de frequência além da luz visível.

Na TCC, a conceitualização é a pedra angular da cognição e por isso a necessidade de dar atenção aos aspectos conceituais dos esquemas e a análise conceitual das situações para possibilitar que os alunos desenvolvam seus esquemas dentro da escola e fora dela. A Astronomia, analisada por este ponto de vista, fornece condições para que haja a conceitualização, pois pode-se eleger conceitos (como os citados anteriormente) que norteiam a atividade docente e ao mesmo tempo, favorecem a reorientação das práticas em sala de aula.

Cabe ainda ressaltar que, embora os conceitos que ilustraram o CC da Astronomia sejam conceitos da física, seria muito superficial compreender o espaço sem utilizar formalizações científicas como as que tratamos até aqui. Estamos afirmando, portanto, que a

Astronomia pode ser encarada como um CC da física, já que nos traz situações onde é possível dar atenção aos aspectos conceituais dos esquemas.

Os conceitos, portanto, tornam-se significativos através das situações que dele decorrem. Sendo assim, as situações passam a ser a principal entrada de um campo conceitual, uma vez que dão sentido aos conceitos. Os processos cognitivos e as respostas dos alunos são funções das situações com as quais é confrontado. A TCC de Vergnaud serve como um referencial para o ensino de ciências e pesquisa nesta área, por não teorizar sobre sua aprendizagem, pois assenta um princípio de elaboração pragmática do conhecimento, onde é considerada a ação do aluno em situação e como os esquemas organizam sua conduta, mostrando que o funcionamento cognitivo do aluno depende do estado dos seus conhecimentos, implícitos e explícitos.

O trabalho de Vergnaud, apesar de recente, vem sendo estudado e utilizado no contexto da sala de aula. A seguir é apresentada uma revisão bibliográfica sobre a TCC.

## **2.2 Revisão Bibliográfica**

Nos últimos anos, a pesquisa em ensino de ciências e também em Física tem buscado analisar aspectos psicológicos dos sujeitos a fim de conhecer e intervir em suas proposições. O sujeito-em-ação tornou-se um foco para as pesquisas na área, analisando como os estudantes processam e absorvem as informações recebidas. Neste sentido, investigar o que as publicações nacionais têm apresentado sobre o tema torna-se relevante.

Este capítulo apresenta uma revisão bibliográfica das publicações em Ensino de Física, fornecendo uma visão geral do uso da TCC como referencial em teses, dissertações, trabalhos publicados em eventos importantes para a área e publicações em periódicos nacionais. Alguns termos que pertencem à TCC serão melhor definidos no capítulo 4.

Foram consultados periódicos com estrato qualis A1, A2, B1, B2, B3, B4, B5 e C. A revisão foi realizada no ano de 2012, período de atualização da classificação dos periódicos pela CAPES, e desta forma, buscou-se verificar as publicações de todos os estratos para evitar que alguma publicação reclassificada com estrato mais alto não fosse analisada. A busca foi realizada por ano de publicação e por palavras-chave para garantir que os artigos que não possuem referências à TCC em seu título pudessem também ser considerados.

Já os eventos escolhidos foram: Encontro Nacional de Pesquisadores em Ensino de Ciências (ENPEC), Encontro de Pesquisa em Ensino de Física (EPEF) e Simpósio Nacional de Ensino de Física (SNEF). Esses eventos são considerados como mais relevantes para o

Ensino de Física, portanto representam bem a pesquisa na área. As dissertações e teses foram selecionadas a partir do Banco de Teses da CAPES<sup>18</sup>.

A partir destes dados, são feitos comentários sobre o número de publicações ao longo dos anos, bem como os campos conceituais mais estudados. Finaliza-se com a apresentação de um panorama da pesquisa com campos conceituais em publicações brasileiras.

### 2.2.1 Os trabalhos publicados

Para esta análise, foram selecionados periódicos nos estratos A1, A2, B1, B2, B3, B4, B5 e C na base qualis, pertencentes à área de ensino (área 46). Essa escolha pode ser justificada, pois a pesquisa foi realizada entre abril e maio de 2012, período em que a classificação dos periódicos estava em atualização, o que evita que publicações não fossem contempladas para análise. Na tabela 2.1 são apresentados os periódicos consultados.

Tabela 2.1 - Apresentação dos periódicos consultados

<b>Periódico</b>	<b>Estrato Qualis</b>	<b>Sigla</b>
Ciência e Educação	A1	P1
Bolema. Boletim de Educação Matemática	A1	P2
Ensaio: pesquisa em educação em ciência	A2	P3
Investigações em Ensino de Ciências	A2	P4
Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências	A2	P5
Caderno Brasileiro de Ensino de Física	B1	P6
Revista Brasileira de Ensino de Física	B1	P7
Ciência & Ensino	B2	P8
Experiências em Ensino de Ciências	B2	P9
Ciência em Tela	B3	P10
Ciências & Cognição	B3	P11

<sup>18</sup> Uma versão inicial do trabalho foi apresentada no XIV Encontro de Pesquisa em Ensino de Física (EPEF) e pode ser encontrado em <http://www.sbf1.sbfisica.org.br/eventos/epf/xiv/sys/resumos/T0167-1.pdf>

Revista Brasileira de Estudos Pedagógicos	B3	P12
Revista Latino-Americana de Educação em Astronomia	B3	P13
A Física na Escola	B4	P14
Ciência e Cultura	B4	P15
Espaço Pedagógico	B4	P16
Revista Pesquisa Qualitativa	B4	P17
Revista Ciências em Foco	B5	P18
Caderno de Física da UEFS	C	P19
Revista Ciências Exatas e Naturais	C	P20

A busca dos artigos foi realizada por ano de publicação, de forma retroativa, por meio da leitura dos títulos e resumos dos trabalhos. O período definido para a pesquisa foi de 15 anos. Durante as buscas, foi verificado se o título apresentava alguma relação com os elementos da teoria, seja por utilizar alguma palavra-chave ou por apresentar claramente o nome do criador da teoria. Após essa etapa, era feita a leitura dos resumos a fim de identificar as principais características do artigo. Caso o resumo não apresentasse essas características, como o problema analisado, a metodologia e os resultados e conclusões, era feita uma leitura das conclusões do trabalho para que fossem analisadas estas informações. É importante comentar que os resumos fornecem uma visão sucinta do assunto discutido nos trabalhos e não apresentam informações aprofundadas. Assim, entende-se que esta revisão busca fornecer uma tendência dessas publicações.

Como muitos dos títulos poderiam não apresentar elementos que os caracterizassem como uma publicação que envolvia a TCC, foi feita uma busca por palavra-chave por meio das ferramentas de busca online dos periódicos, utilizando-se as entradas “campos conceituais”, “conceitos-em-ação”, “teoremas-em-ação”, “conceitos em ação”, “teoremas em ação”, “Vergnaud”, “invariantes operatórios”<sup>19</sup>, dentre outros.

Considerou-se ainda que um trabalho que apresente a teoria mesmo sem fazer referência clara a um CC da Física pode também contribuir para que a TCC fosse utilizada como referencial da pesquisa em Ensino de Física. Nesses casos, verificava-se o título a fim

<sup>19</sup> Esses termos serão explicados na seção 2.2.

de identificar a sua relação com alguma das palavras-chave e, na sequência, a leitura do resumo.

Como já comentado anteriormente, os eventos escolhidos foram: Encontro Nacional de Pesquisadores em Ensino de Ciências (ENPEC), Encontro de Pesquisa em Ensino de Física (EPEF) e Simpósio Nacional de Ensino de Física (SNEF). O procedimento de busca consistiu em acessar as páginas da internet de cada evento e ler os títulos dos trabalhos completos apresentados. Se o título apresentasse as mesmas palavras-chave escolhidas para os periódicos, ou alguma outra que poderia ter relação com a TCC, então verificavam-se os resumos a fim de identificar os mesmos quesitos analisados para os periódicos. Foram pesquisadas todas as páginas disponíveis dos eventos.

O mesmo procedimento foi feito para a análise das dissertações e teses. A ferramenta de busca do Banco de Teses da CAPES foi utilizada inserindo-se as mesmas palavras-chave já citadas. Em seguida, era feita uma leitura do resumo na intenção de identificar pontos importantes dos trabalhos.

Ao todo, foram encontrados 41 trabalhos, sendo 18 artigos publicados em periódicos, 5 trabalhos completos apresentados em eventos e 18 trabalhos de pós graduação (13 dissertações e 5 teses). A tabela 2.2 apresenta os dados obtidos.

Tabela 2.2 - Apresentação dos Artigos

Ano e autor (es)	Tema	Tipo	Breve descrição	Resultados
2001 - Sousa e Fávero	Não definido	Artigo	O trabalho faz uma revisão dos trabalhos sobre Resolução de problemas (RP) desde a década de 70 até 1999, concluindo que a maioria das pesquisas centra-se na proposta de metodologias didáticas para RP. Apresentam elementos da TCC sem fazer uma ponte entre a teoria e o ensino de ciências.	As autoras defendem a criação de uma situação de interação para o estudo da RP segundo uma dimensão desenvolvimental, o que significa intervir nas operações de regulação de tal modo que o processo de produção seja revisto pelo indivíduo.

2001 – Sousa	Eletricidade	Tese	<p>Na primeira parte, analisa 14 professores do Ensino Médio sobre os eixos “física como área do conhecimento”, “a dificuldade em sala de aula em termos de aprendizagem dos alunos” e “o papel da RP na aprendizagem e a função do professor nesse processo”. Na segunda parte, faz um estudo com 2 alunos, colocando-os em situação de interação social com um especialista, para evidenciar as regulações cognitivas em relação ao campo conceitual da eletricidade.</p>	<p>_ Os professores não têm idéia da Física como área do conhecimento construída pelo homem em contextos sócio culturais particulares; os professores atribuem ao aluno a dificuldade de aprender física; os professores não reconhecem a RP como facilitadores da aprendizagem de conceitos; eles acreditam que sua função na RP é mediar, facilitar o processo.</p> <p>_ Na situação de RP, um dos sujeitos possuía mais esquemas de ação para dar sentido às situações que o outro; o papel do especialista é muito importante na interação, a fim de conduzir a RP; é adequado estudar o processo de RP a partir da situação de intervenção, uma vez que fica explícito o processo de construção do sujeito.</p>
2002 - Moreira	Não definido	Artigo	<p>Faz uma descrição da Teoria dos Campos Conceituais (TCC), citando que ela constitui em um complemento entre as teorias de Piaget e Vigotski. Apresenta uma comparação com a Teoria da Aprendizagem Significativa de Ausubel (TAS), considerando-as complementares. Também faz uma ponte com a Teoria dos Modelos Mentais (MM) de Johnson-Laird, além de apontar algumas implicações para a pesquisa em Ensino de Ciências.</p>	<p>A TCC é uma teoria que pode constituir em um referencial para a pesquisa em Ensino de Ciências por considerar o vasto repertório de esquemas dos alunos. A TCC apresenta um grande potencial para descrever, analisar e interpretar aquilo que se passa na sala de aula na aprendizagem de matemática e ciências.</p>
2002 – Sousa e Fávero	Eletricidade	Artigo	<p>Apresenta uma situação de RP de física em situação de interlocução entre um especialista e um novato. A RP é tratada do ponto de vista da psicologia do desenvolvimento cognitivo. Faz uma proposta de procedimento de estudo por meio de trocas verbais entre 2 estudantes e um especialista.</p>	<p>Um dos sujeitos possuía mais esquemas de ação para dar sentido às situações dentro do campo conceitual da eletricidade. Destaca a importância da interação.</p>

2003 – Greca e Moreira	Não definido	Artigo	Considera a aprendizagem de conceitos e a RP como etapas complementares da aprendizagem. Os problemas tradicionais têm papel fundamental no processo de conceitualização.	A resolução mecânica de problemas tradicionais de lápis e papel só leva a uma aprendizagem mecânica. Os autores discordam que os problemas abertos levem à conceitualização científica, considerando que são complementares.
2003 – Llancaqueo, Caballero e Moreira	Conceito de Campo	Artigo	Trata-se de uma pesquisa com alunos universitários que investiga o conceito de Campo, por meio da RP abertos de lápis e papel, onde foram analisados 10 estudantes. Cinco categorias de análise estruturaram os dados da pesquisa: (1) Classificação, (2) Expressão escrita, (3) Representação, (4) Operação, (5) Resolução. A partir das categorias, classificou o nível de conceitualização dos alunos.	A maior parte dos estudantes (92,7%) encontra-se no nível 3 de conceitualização que corresponde a reconhecer e explicar parcialmente os significados do conceito de campo. Baseando-se na TCC, os resultados indicam que a maioria dos estudantes não dão sentido aos problemas através de invariantes operatórios que dão significado ao conceito de campo.
2004 – Sousa, Lara e Moreira	Ondulatória	Artigo	Discute a inadequação dos registros de pesquisa feita na forma de entrevistas semi-estruturadas acerca de um problema envolvendo “ondas”, na junção das teorias dos MM de Johnson-Laird e a TCC. Os sujeitos da pesquisa são alunos universitários de Física II, que foram submetidos a entrevistas semi-estruturadas. O critério de escolha foi selecionar 2 estudantes com desempenho baixo, 2 com médio e 2 com alto desempenho em uma prova.	A resolução de uma situação problemática é facilitada quando o aluno é capaz de construir modelos mentais adequados e eficientes para dar conta dela. Os invariantes operatórios guiam a construção dos modelos mentais. As situações foram mal escolhidas porque elas não proporcionaram chances para identificar invariantes operatórios. É imprescindível que as situações escolhidas possibilitem a identificação dos invariantes.
2004 - Schroeder	Não definido	Dissertação	Relato de um programa desenvolvido para crianças ente 7 e 10 anos, que aprendem física através de uma atividade do tipo “mão na massa”. Utiliza o Construtivismo como referencial teórico, representado pelas teorias de Piaget, Vigotski e Vergnaud.	As capacidades das crianças em observar fenômenos se desenvolvem quando colocadas em novas situações. Observa-se atitude continuamente mais independente por parte das crianças, que passam a tomar iniciativa de desenvolver projetos de pesquisa, construir modelos e propor testes para suas próprias teorias.

2005 - Rosa	Conceito de função	Dissertação Investiga o efeito de atividades integradas de Física e Matemática na construção do conceito de função. Caracteriza-se como uma “Pesquisa-ação” que envolveu alunos do 1º ano do Ensino Médio. As atividades foram elaboradas por duas professoras de Matemática e dois professores de Física da mesma escola. A coleta de dados ocorreu em momentos distintos: reuniões de planejamento dos professores, análise de material produzido pelos alunos e questionário direcionado aos alunos. Utilizou-se a Análise de Conteúdo como referencial para análise.	Atividades integradas contribuem para a conceitualização das funções. A pesquisa identificou uma evolução nos invariantes operatórios dos alunos, que é atribuída ao tipo de situações a que foram expostos. Estas situações deram sentido aos conceitos trabalhados por se tratarem de atividades integradas.
2005 - Cabral	Não definido	Tese Investigou como os alunos modelam mentalmente os enunciados de problemas de lápis e papel a fim de entendê-los e resolvê-los baseados em procedimentos analíticos e não buscando uma fórmula. Foram feitos 5 estudos empíricos com alunos de Engenharia e Física, cursando a disciplina de Mecânica Geral. A análise dos depoimentos verbais e escritos dos alunos foi qualitativa. Realiza aproximações entre as Teorias dos MM de Johnson-Laird, TCC de Vergnaud e TAS de Ausubel.	A representação mental dos enunciados dos problemas podem ser facilitadas pelo ensino explícito da modelagem física das situações envolvidas. Os conceitos-em-ação que os estudantes usam identificaram algumas características de seus desempenhos, ajudando professores a entender os processos que os estudantes utilizam durante a RP.

2005 – Carvalho Jr	Física Térmica	Dissertação	Apresenta as trajetórias de aprendizagem de estudantes do Ensino Médio em um curso introdutório de Física Térmica e qual o papel do Modelo Cinético Molecular no entendimento das relações conceituais. Busca compreender o papel dos modelos explicativos construídos pelos alunos ao longo de uma intervenção didática. Analisou a trajetória de 7 estudantes do 2º ano do Ensino Médio.	Professores devem se preocupar com a forma como conduzem as aulas, embora não existam padrões de abordagem, nem alunos padronizados. A compreensão dos conceitos de calor, temperatura e equilíbrio térmico contribuiu decisivamente para que o entendimento do campo conceitual da Física Térmica fosse rico e permitisse aos estudantes construir modelos explicativos. Além disso, a apropriação do modelo de partículas fornece elementos importantes para que diversos conceitos utilizados pela Termodinâmica se integrem e forneçam respostas coerentes para os fenômenos.
2006 - Andrés Z; Pesa, Moreira	Não definido	Artigo	O trabalho de laboratório (TL) consiste em uma situação problemática cuja resolução demanda enfrentar diversos tipos de tarefa, sua abordagem resulta em uma atividade cognitiva complexa. Propõe-se um modelo interpretativo de desenvolvimento cognitivo enfrentados em situações experimentais (MATLaF).	O modelo foi considerado pertinente para a compreensão e estudo da aprendizagem durante o TL, centrado na resolução de situações-problema. Criam orientações didáticas para docentes e estudantes para a realização do TL.
2006 – Ariasseq e Greca	Mecânica Clássica	Artigo	A pesquisa foi realizada com alunos argentinos sobre quais conceitos de Física Clássica são necessários para a conceitualização adequada de aspectos relevantes da Teoria Especial da Relatividade (TER). Utiliza referenciais epistemológicos de Bachelard e psicológicos de Vergnaud. Determinam, a partir dos invariantes operatórios, quais são os objetivos-obstáculos da aprendizagem de tais conceitos.	Identifica e analisa categorias sobre o conceito de tempo, espaço, observador, simultaneidade, medição, sistema de referência, paradoxo, postulado e teoria científica. Os invariantes operatórios apresentados pelos alunos são insuficientes para a compreensão da TER. Os estudantes precisam desenvolver um repertório maior de esquemas para tal compreensão.

2006 – Grings, Caballero e Moreira	Física Térmica	Artigo	<p>Analisa o campo conceitual da Termodinâmica a partir de um estudo qualitativo, identificando invariantes operatórios nas respostas dos alunos. Na primeira fase da pesquisa, professores responderam sobre quais são as maiores dificuldades dos alunos sobre o tema. Na segunda fase, foram pesquisados estudantes do Ensino Médio e Técnico.</p>	<p>A TCC é poderosa para identificar invariantes operatórios dos alunos. Os invariantes podem ser obstáculos para a cognição. Confirmou a hipótese de Vergnaud sobre as dificuldades dos estudantes em trabalhar com grandezas negativas.</p>
2006 – Braga e Teixeira	Eletromagnetismo	Artigo	<p>Pesquisa desenvolvida com 2 turmas de escolas da rede pública. Constituiu-se na aplicação de uma abordagem instrucional centrada em aspectos conceituais, priorizando conceitos físicos em relação a instrumentos. O campo conceitual do Eletromagnetismo foi apresentado aos alunos por meio de material impresso e animações em flash.</p>	<p>A pesquisa concluiu que os alunos são estimulados a expor seus conhecimentos quando estimulados por diversas situações, incluindo aquelas que necessitam de recursos tecnológicos apoiados pelo computador.</p>
2006 - Abreu	Forças	Dissertação	<p>Explora a organização conceitual acerca do campo conceitual de forças por alunos do Ensino Médio. Algumas atividades foram aplicadas apresentando diversos tipos de campos de forças, com destaque para o campo elétrico.</p>	<p>Existe uma relação identificável entre conceitos físicos estudados por alunos do 1º ano do Ensino Médio que contribuem para o aprendizado do conceito de campo de forças. A pesquisa propõe a construção de ambientes didáticos voltados para o ensino de campos de forças em geral.</p>
2006 – Rezende Jr	Física Moderna e Contemporânea	Tese	<p>Analisa a tradição do Ensino de Física e das situações didáticas à luz dos Campos Conceituais. Em entrevistas semi-estruturadas buscou-se caracterizar a pertinência e as pretensas características (formativa e informativa) dos conceitos da física do século XX para o Ensino Médio. Analisa como conceitos de Física Moderna e Contemporânea (FMC) podem criar obstáculos na formação inicial de professores.</p>	<p>A tradição de Ensino de Física não cria situações que contribuem para o processo de conceitualização, criando-se uma fragmentação no triplete (S,I,R). Em FMC criam obstáculos quanto a sua atividade profissional como docentes. As disciplinas tradicionalmente presentes nos cursos de licenciatura, como Instrumentação para o Ensino de Física, constituem-se como situação didática diferenciada que possibilita o desenvolvimento e a análise do processo de conceitualização de licenciandos em Física.</p>

2007 - Oliveira	Conceito de volume	Tese	É uma investigação de como algumas grandezas físicas interferem na construção do conceito de volume. O material experimental utilizado foi baseado nas teorias de Kelly e Vergnaud. Os sujeitos da pesquisa foram alunos de 2 escolas de Ensino Médio e 2 cursos de Licenciatura em Física. A TCC foi usada na primeira fase da pesquisa para análise de dados.	Os conceitos físicos mais relevantes para a construção do conceito de volume foram a densidade, a massa e o peso. Algumas concepções dos alunos foram mapeadas identificando alguns teoremas-em-ação relacionados ao conceito de volume.
2007 - Vergnaud	Estruturas Aditivas	Artigo	Um aluno expressa seus conhecimentos científicos através da forma de atuar em uma situação e pelas explicações que é capaz de fornecer. Por meio do CC das estruturas aditivas, o autor analisa como a TCC pode ajudar na aprendizagem significativa.	É a observação da atividade em situação que permite detectar os conceitos-em-ação e os teoremas-em-ação; são ora conscientes ora inconscientes para o sujeito. Os conceitos e teoremas formalizados também são operatórios. A explicitação não esgota a consciência e a consciência não esgota a conceitualização operada pelos invariantes operatórios.
2008 – Cudmani e Pesa	Não definido	Artigo	Faz uma análise a partir de dois referenciais: a Teoria do Significado de Mário Bunge e a TCC de Vergnaud. Estabelece relações da visão epistemológica da complexidade e propõe implicações para o ensino de ciências em particular.	Os significados modificam-se, aprimoram-se cada vez que se explicitam novas implicações, se desenvolvem novos subsistemas, se fecham novos laços e inter-relações que se acrescentam a compreensão do conceito e proposições. A aprendizagem avança quando há mais dúvidas geradas que questões respondidas.
2008 – Carvalho Jr e Aguiar Jr	Física Térmica	Artigo	Apresenta a TCC como instrumento de planejamento, utilizando o exemplo da Física Térmica. Faz uma análise da trajetória de aprendizagem dos alunos.	A TCC é útil ao planejamento didático porque possibilita construir uma proposta que visa a abordagem voltada ao sujeito-em-ação.
2008 - Facchinello	Não definido	Dissertação	Realiza um estudo sobre a RP qualitativo com alunos do Ensino Médio. Utiliza a linguagem verbal como instrumento de detecção e explicitação de invariantes operatórios, que podem evoluir para conceitos e teoremas-em-ação.	A RP através da linguagem verbal é vista como importante no processo de conceitualização dos alunos. A rapidez da evolução da linguagem escrita depende de cada indivíduo. O trabalho possibilitou maior motivação da turma, participação nas aulas, uma aprendizagem mais consistente e significativa.

2008 - Martins	Eletricidade	Dissertação	Estudou a aplicação de um sequência de ensino baseadas na estratégia de simulação computacional sobre Eletricidade. Os sujeitos da pesquisa foram alunos do 3º ano do Ensino Médio. Por meio de questionários, fichas de acompanhamento e caderno de campo os dados puderam ser coletados.	A utilização de simulações computacionais é um instrumento potencial para a aprendizagem de Física. As atividades e as fichas de acompanhamento parecem motivar os alunos para a aprendizagem, auxiliando-os a compreender conceitos abstratos. Simuladores computacionais necessitam ser integrados a aulas expositivas organizadas pelo professor.
2008 - Brandão	Modelagem Científica	Dissertação	Pesquisou sobre a aprendizagem de conceitos específicos do campo conceitual da modelagem científica por parte dos professores de física do Ensino Médio, tais como idealizações, domínios, aproximações, validade de expansão e generalização de modelos. Para isso, é feita uma associação entre a TCC e a teoria epistemológica de Mário Bunge. Em um curso a distância de 40 horas, matricularam-se 20 professores, sendo que 8 concluíram, no qual 2 encontros presenciais foram realizados além de inúmeras interações no ambiente virtual.	A abordagem utilizada favoreceu a aprendizagem conceitual, motivando-os a ensinar física aos seus alunos levando em consideração os conceitos e o papel da modelagem no contexto da ciência.
2009 – Escudero e Jaime	Movimento do corpo rígido	Artigo	Faz um estudo sobre a RP com aporte teórico na TCC e na teoria dos MM de Johnson-Laird. O estudo acompanhou estudantes do 1º ano de Engenharia, tratando do movimento de um corpo rígido.	Teoremas e conceitos-em-ação se revelam promissores para investigar a resolução de situações problemáticas. A fragilidade da organização do conhecimento, a desvalorização das condições de contorno, a ausência de conceitos e relações estruturantes conduzem a uma aprendizagem incompleta, carente de estruturas para evoluir. A ênfase no ensino de conceito é insuficiente para alcançar a conceitualização.

2009 –Gonzales e Escudero	Mecânica Clássica	Artigo	Aponta as dificuldades dos alunos em entender a importância das unidades de medida, envolvendo a RP nas atividades de investigação. Analisou 4 cursos conduzidos por professores diferentes, mas de uma mesma escola, para alunos do Ensino Médio cujo tema era o campo conceitual da Mecânica Clássica, com a temática Trabalho e Energia. Foram avaliadas 120 avaliações escritas de alunos do 1º ano do Ensino Médio.	Verificou-se que apresentam incoerências entre magnitude e unidade, desconhecimento da importância da homogeneidade de unidades quando se resolvem operações, seja por algoritmos ou simplesmente por comparação, omissão das unidades durante o processo de resolução, desvalorização do papel das convenções para representar os símbolos. São necessárias tarefas que apóiem a construção do conceito de equivalência e a valorização da precisão do uso da linguagem matemática.
2009 – Bolfe e Barlette	Física Térmica	Evento	Investigam as dificuldades na aprendizagem de conceitos de Física Térmica sobre dilatação e contração. Procura identificar invariantes operatórios em 12 alunos entre 15 e 18 anos do 2º ano do Ensino Médio.	As dificuldades conceituais trabalham desfavoravelmente na aprendizagem de novos conceitos. As atividades de pesquisa precisam ser complementadas com maior número de situações.
2009 – Rocha, Herscovitz e Moreira	Mecânica Quântica	Evento	Sugere que o estudo introdutório da Mecânica Quântica seja feito na perspectiva das teorias de Vergnaud e Ausubel. Cita exemplos da utilização, justificada pela importância dos professores a dominarem.	A utilização de alguns conceitos de Física Clássica são obstáculos para a aprendizagem, portanto deve-se buscar situações novas onde os alunos não tenham onde ancorar suas idéias, desenvolvendo um “pensamento quântico”.
2011 – Brandão, Araújo e Veit	Modelagem Científica	Artigo	Apresenta a modelagem científica na concepção de Mário Bunge e a TCC de Vergnaud. Em seguida, descreve a modelagem científica como um campo conceitual, apontando implicações para o ensino de física e a pesquisa na área.	Alunos e professores dão pouca importância ao processo de modelagem científica, não refletindo sobre a natureza, a construção, a validação e o uso e revisão de modelos científicos. A reflexão sobre o processo de modelização contribuiria para que o estudante atribuísse importância à funcionalidade dos conhecimentos que constrói.

2009 - Krey	Física Moderna e Contemporânea	Tese	A disciplina de física no Ensino Médio precisa passar por uma reformulação, inserindo tópicos de FMC. Um estudo foi realizado durante 3 semestre consecutivos, com aulas expositivas, na disciplina “Estrutura da Matéria” em uma turma de nível superior.	Houve aprendizagem significativa de acordo com as evidências relacionadas ao uso de uma metodologia diferenciada, que abordou tópicos como radiação, física nuclear e física de partículas. Os futuros professores se sentiram motivados a trabalhar este conteúdo em sala de aula.
2009 – Silva, J.A.	Ondulatória	Dissertação	Verifica a viabilidade de se promover estratégias de ensino sobre o tema “luz” a partir de sua natureza ondulatória. Algumas situações foram elaboradas à luz da TCC e da TAS.	Foram identificadas evidências de evolução conceitual e a viabilidade de se tratar de tópicos sobre a luz a partir da teoria ondulatória.
2009 - Bolfe	Física Térmica	Dissertação	Planeja e desenvolve uma proposta de ensino de física, fundamentada na TCC, a partir do tema “produção do fumo de estufa”, aplicado para 12 alunos da 2ª série do Ensino Médio.	Os alunos se mostraram participativos nas tarefas, revelando a aceitação da metodologia de trabalho. Os alunos identificaram a presença de um mesmo conceito físico em diferentes processos e que em um mesmo processo podem estar envolvidos vários conceitos, entendido como uma conceitualização.
2010 - Borragini	Energia e Termologia	Evento	Analisa um conjunto de atividades aplicadas a 4 turmas de física em semestres diferentes em um curso de licenciatura em ciências exatas. O conceito de energia era construído a partir da identificação de invariantes operatórios.	Invariantes operatórios tem alguma relação com as concepções alternativas, mas são diferentes por tecerem uma rede entre conceitos em uma situação. É a situação que facilita a explicitação dos conceitos pelos alunos. Questões semi-abertas são as que mais instigam o aluno a expor conceitos.

2010 – Carvalho Jr	Mecânica Artigo	Apresenta a TCC como instrumento para o planejamento e para a análise das atividades de intervenção didática em aulas de Física. A abordagem, com inspirações piagetianas, tem como foco a busca nos conceitos e teoremas em ação dos estudantes para a promoção de mudanças conceituais e ainda em curso. Apresenta resultados preliminares dessa forma de intervenção didática e discute suas implicações na melhoria dos índices de aprovação em Física e, conseqüentemente, na inclusão social dos estudantes.	Na atividade envolvendo o conceito de força, cerca de 85% dos estudantes apresentaram algum problema de interpretação, que iam desde a indiferenciação entre força e velocidade (34%) até o reconhecimento somente parcial da existência de forças atuantes em um objeto (44%). Em uma segunda atividade aplicada nos mesmos moldes da primeira, revelou um índice de acerto significativamente maior, com uma redução em 42% dos estudantes com problemas de interpretação. As conclusões de natureza qualitativa ainda apontam a motivação dos estudantes em resolver os problemas propostos, consideravelmente um fator fundamental.
2010 - Quadros	Cinemática, estática, dinâmica, hidrostática Dissertação	Avalia os principais problemas dos alunos na compreensão de conceitos dos campos conceituais utilizados a fim de elaborar atividades. Com isto, foi possível construir um protótipo de submarino, que envolve a discussão de vários conceitos físicos.	Alunos do 2º e 3º anos que não utilizaram o protótipo no 1º ano mostraram falhas conceituais em relação ao que foi investigado. Os alunos tendem a memorizar situações e operações em detrimento do aprendizado de conceitos básicos. É preciso ajustar a linguagem usada pelos alunos em suas explicitações para que o conceito se transforme em subsunçores e depois em conceitos-em-ação.
2010 - Lunelli	Cinemática Dissertação	Utiliza experimentos computacionais na aprendizagem de conceitos de cinemática. Fichas de acompanhamento e questionários abertos avaliaram 20 estudantes do 1º ano do Ensino Médio.	As simulações aproximam os conhecimentos teóricos da física com o cotidiano. Proporciona conexões entre experimentos virtuais e conteúdos por meio da interação. Despertam o prazer pela aprendizagem evidenciando o caráter lúdico. Apesar do caráter inovador, algumas dificuldades conceituais ainda persistiram.

2010 - Andrade	Cinemática	Dissertação	São aplicadas aulas e testes virtuais a alunos de 2 turmas do 1º ano do Ensino Médio, utilizando o campo conceitual da cinemática. As atividades foram aplicadas no laboratório de informática mediadas pelo computador.	Uma estratégia de ensino baseada no uso das Tecnologias da Informação e Comunicação (TIC) permite o aprendizado mais eficaz, pois a interação entre o aluno e objeto de estudo é maior.
2010 - Pinto	Ondulatória	Dissertação	Sequências de ensino são aplicadas a uma turma de Educação de Jovens e Adultos (EJA) sobre a física ondulatória. Com aporte teórico na TCC e na TAS, foram construídas algumas atividades com uso de vídeos, gravadores, produtores de som e instrumentos musicais, cujo material produzido pelos alunos foi analisado qualitativamente.	Os alunos se mostraram receptivos e demonstraram maior motivação devido ao fato de situações diferenciadas terem sido apresentadas. Porém, identificou-se um discreto avanço em termos de aprendizagem.
2011 –Pantoja, Herscovitz e Moreira	Mecânica Quântica	Evento	Analisa o campo conceitual da Mecânica Quântica por meio de uma proposta didática de 24 horas-aula aplicados a 3 graduandos de licenciatura em física. Com entrevistas semi-estruturadas avaliou-se a evolução na aprendizagem com a identificação de conceitos-em-ação.	É visível a importância do conhecimento em sua forma operatória, pois ele é implícito para o sujeito e quando percebido pelo pesquisador/professor, contribui para o estudo da cognição de forma mais aprofundada.
2011 – Carvalho Jr e Aguiar Jr	Física Térmica	Evento	Avalia a possibilidade de utilização da TCC como instrumento didático para construção de atividades de intervenção e como instrumento psicológico para análise das progressões conceituais dos sujeitos, citando exemplos da física térmica. A TCC é apresentada como teoria que une os constructos teóricos de Piaget e Vigotski.	Os invariantes operatórios constroem a ponte que une os conceitos cotidianos e os científicos. A TCC mostra-se como poderosa ferramenta para que sejam possíveis planejamentos de intervenção didática. No campo teórico, a TCC articula a Epistemologia Genética de Piaget com a Psicologia Sócio Cultural de Vigotski.
2011 – Brandão, Araújo e Veit	Modelagem Científica	Artigo	Apresenta a modelagem científica na concepção de Mário Bunge e a TCC de Vergnaud. Em seguida, descreve a modelagem científica como um campo conceitual, apontando implicações para o ensino de física e a pesquisa na área.	Alunos e professores dão pouca importância ao processo de modelagem científica, não refletindo sobre a natureza, a construção, a validação e o uso e revisão de modelos científicos. A reflexão sobre o processo de modelização contribuiria para que o estudante atribuísse importância à funcionalidade dos conhecimentos que constrói.

### 2.2.2 Um perfil das publicações em periódicos

A partir da apresentação das revistas, sintetizada tabela 2.1, foram classificados para esta análise 18 artigos. Com isso, é apresentado um panorama das pesquisas sobre a TCC apenas em periódicos nacionais, a fim de se obter uma visão, ainda que restrita, das formas como esta teoria e suas aplicações são discutidas. Esta opção justifica-se pelo fato de que os artigos publicados em periódicos apresentam dados mais resumidos e objetivos e, desta forma, entende-se que são meios de divulgação mais acessados.

No intuito de apontar um perfil das pesquisas que têm como referencial a TCC, foram aqui definidos dois níveis de análise: Informativo e classificatório.

#### *1 - Informativo*

Refere-se ao número de publicações por ano e ao número de publicações por periódico. Entende-se que é importante reconhecer se a TCC tem sido um referencial à pesquisa, portanto, verificar a frequência e o volume de publicações nos ajuda a evidenciá-la como uma teoria que tem aplicação e reconhecimento dentro da área. Já o número de publicações por periódico (Figura 2.7) visa fornecer uma visão sobre o interesse do mesmo pelo tema. Estes resultados estão nas figuras 2.8 e 2.9.

Na figura 2.8 é apresentada uma divisão por campos conceituais. Campo Conceitual é um conjunto de situações cujo domínio requer o domínio de vários conceitos de natureza distinta, portanto, são as situações que dão sentido a um conceito pertencente a um campo conceitual (VERGNAUD, 1996). Dessa forma, pode-se indicar quais campos conceituais têm sido estudados nos trabalhos.

A partir da verificação das publicações em periódicos, ocorridas nos últimos 15 anos, verificou-se que os trabalhos na área e relacionados diretamente com a Física iniciou-se em 2001.

As primeiras publicações realizam uma descrição da teoria apresentando seus conceitos e sugerindo uma aproximação teórica com a área de Ensino de Ciências. As publicações seguintes (aproximadamente a partir de 2003) começam utilizar a Resolução de Problemas (RP) como uma das possibilidades de situação<sup>20</sup>, criando momentos onde há uma mudança no papel do professor: ao invés de ser o “facilitador” da resolução, o professor passa a utilizar o problema para identificar possíveis equívocos, adquirindo assim uma característica regulatória em sua função. Passa-se, então, a eleger um CC específico e a TCC é então utilizada como uma ferramenta do planejamento didático.

---

<sup>20</sup> Na TCC, uma situação é entendida como uma tarefa. Uma discussão mais aprofundada sobre o assunto pode ser encontrada em Vergnaud (1996), Moreira (2002), Sousa e Fávero (2001), Sousa e Fávero (2002).

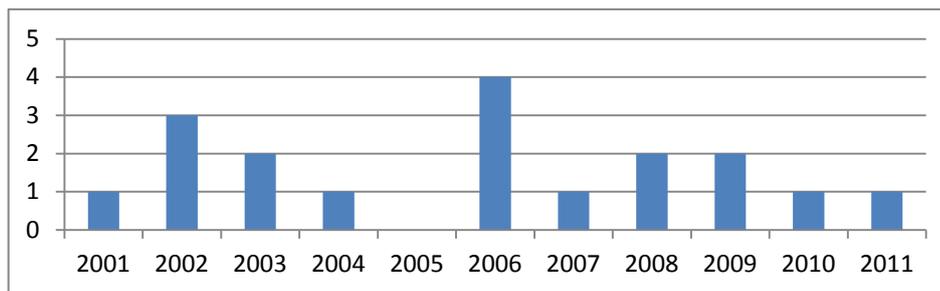


Figura 2.7 - Número de publicações em periódicos por ano

A partir dos dados analisados, identifica-se ainda um avanço nas pesquisas no sentido de entender algumas características de determinados campos conceituais.

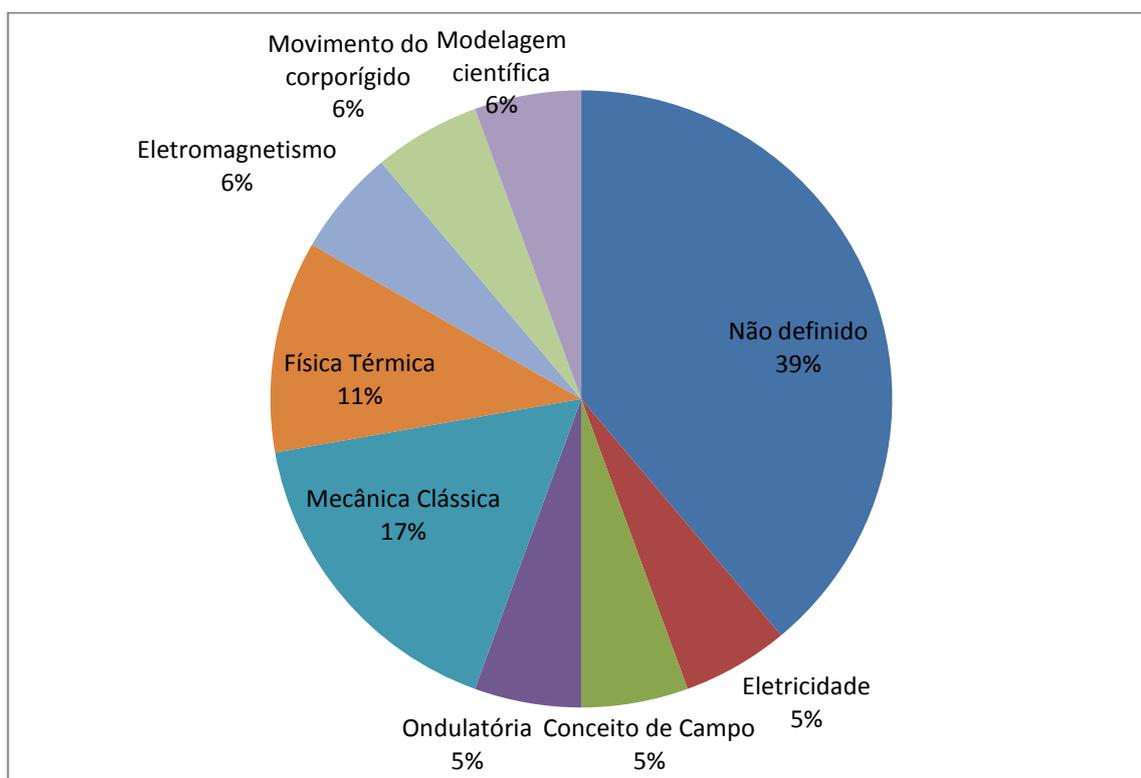


Figura 2.8 - Distribuição dos Campos Conceituais

O gráfico da Figura 2.8 mostra que 39% dos artigos publicados não definem especificamente um campo conceitual da Física. Isso sugere que um grande interesse da pesquisa talvez esteja no campo teórico, seja na adaptação da teoria ao Ensino de Física, seja na aproximação entre TCC e outras teorias que envolvem a aprendizagem. Para esta última classe, são invocadas a Teoria dos Modelos Mentais de Johnson-Laird, a Teoria da Aprendizagem Significativa de Ausubel, a Modelagem Científica e a Teoria do Significado de Mário Bunge.

Da análise, destaca-se o campo conceitual da Mecânica Clássica como o mais utilizado no universo das pesquisas publicadas. Por exemplo, na Figura 2.8 nota-se o campo

conceitual “Movimento do corpo rígido” (6%) como sendo um campo à parte da Mecânica Clássica, pois as situações utilizadas na pesquisa foram mais específicas.

Posteriormente, aparecem trabalhos que utilizam a TCC para justificar a aprendizagem ou como uma ferramenta para o planejamento didático (CARVALHO JUNIOR e AGUIAR JUNIOR, 2008; CARVALHO JUNIOR, 2010). Para Vergnaud são as situações que dão sentido ao conceito, então, estas situações podem ser consideradas diferentes de situações de aprendizagem mais comuns, pois são situações elaboradas para dar sentido ao conceito estudado.

Em relação às revistas onde os artigos tem sido publicado em maior número, ressalta-se a revista *Investigações em Ensino de Ciências*. Por ser um periódico que tem como objetivo publicar artigos relacionados à investigação que tenham implicações claras para a investigação em ensino de ciências, envolvendo referenciais ainda não amplamente difundidos na área, indica que trabalhos voltados à TCC, uma teoria relativamente recente, tenham boa aceitação.

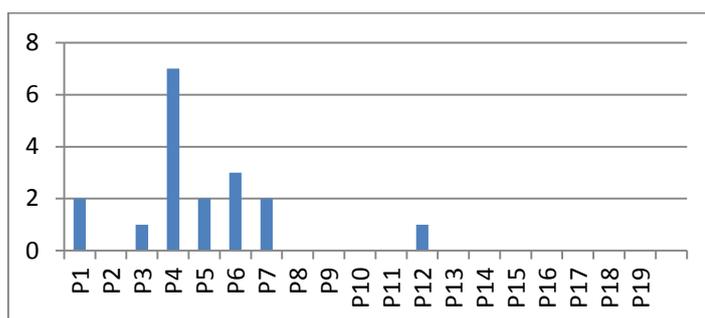


Figura 2.9: Publicações por periódico

## 2 – Classificatório

A leitura dos resumos e conclusões dos artigos permitiu criar uma classificação para as publicações de acordo com suas propostas, onde perceberam-se quatro características das publicações sobre TCC que serão discutidas na sequência.

Além dos aspectos apontados no nível informativo, este trabalho ainda elegeu algumas categorias onde foram classificados os respectivos artigos, evidenciadas pela leitura dos resumos dos artigos. Reforçando o que já foi dito, os resumos forneceram uma visão sucinta do assunto discutido nas publicações e não apresentam informações aprofundadas do trabalho. Assim, entendemos que esta revisão busca fornecer uma tendência dessas publicações. Esses artigos foram aqui classificados em quatro características em relação à TCC:

- 1) Características psicológicas da cognição (CP);
- 2) No estudo de um campo conceitual específico (CE);

- 3) Para o planejamento didático (PD);  
4) Aproximação com outras teorias (TT).

Tabela 2.3: Principais características dos artigos

<b>Categoria</b>	<b>Característica</b>	<b>Artigos</b>
CP	A TCC é utilizada levando-se em conta suas características psicológicas da cognição sem a eleição de um campo conceitual específico.	Sousa e Fávero (2001); Greca e Moreira (2003); Andrés Z; Pesa, Moreira (2006);
CE	Um campo conceitual específico é escolhido e a partir de considerações realizadas sobre as principais situações, teoremas e conceitos científicos. A partir disso, os invariantes operatórios explicitados pelos alunos são avaliados em uma situação onde a intervenção por parte do professor pode ser determinante para a evolução conceitual.	Sousa e Fávero (2002); Llancaqueo, Caballero e Moreira (2003); Sousa, Lara e Moreira (2004); Arriasecq e Greca (2006); Grings, Caballero e Moreira (2006); Braga e Teixeira (2006); Escudero e Jaime (2009); Gonzales e Escudero (2009); Brandão, Araújo e Veit (2011).
PD	Unidades de ensino são desenvolvidas a partir do pressuposto de que são as situações é que dão sentido aos conceitos. É escolhido um campo conceitual específico e partir dele são propostas atividades que contribuirão para que o professor possa intervir e regular a aprendizagem, identificando os invariantes operatórios.	Carvalho Junior e Aguiar Junior (2008); Carvalho Junior (2010).
TT	Apresentam elementos teóricos da TCC relacionando-os ou não ao Ensino de Ciências/Física ou fazem uma aproximação da TCC com outras teorias da aprendizagem, como citado anteriormente (Modelos Mentais de Johnson-Laird, Aprendizagem Significativa de Ausubel, Modelagem Científica e Teoria do Significado de Mário Bunge).	Moreira (2002); Greca e Moreira (2002); Cudmani e Pesa (2008); Vergnaud (2007).

Cabe ressaltar ainda que dos 18 artigos analisados, 6 fazem menção à Resolução de Problemas (RP). No processo de RP, a figura do professor é fundamental no sentido de

intervir no processo, solicitando que o aluno tente explicitar ao máximo seu conhecimento, portanto, ele tenta identificar a parte explícita dos invariantes operatórios. A partir da identificação dos conceitos-em-ação e teoremas-em-ação, o professor verifica sua proximidade com a os conceitos e teorias científicas a fim de regular e avaliar o quanto o estudante evoluiu sua compreensão de um campo conceitual. Porém, não fica claro se a RP é utilizada como uma situação, do ponto de vista de Vergnaud, sugerindo que este estudo merece um aprofundamento.

As categorias CE e PD indicam que a principal entrada de um CC é o conceito. O conceito é a principal entrada do campo conceitual e este é um conjunto informal e heterogêneo de problemas, situações, conceitos que estão entrelaçados durante o processo de aprendizagem (VERGNAUD, 1996).

O que determina ou delimita um CC são as situações elaboradas, situações estas que dão sentido ao conceito. Para ilustrar essa afirmação, em alguns trabalhos o autor coloca o Eletromagnetismo como campo conceitual. Em outro, é considerado o campo da eletricidade como um todo. Nesse sentido, o conceito passa a ser o foco do planejamento e da análise promovidas pelas situações.

As publicações com referencial na TCC, apesar de recente, têm produzido de forma crescente um material que contribui para a pesquisa em Ensino de Física. A TCC é um poderoso referencial tanto para o planejamento didático, como para analisar situações didáticas, pois possui definições e conceitos próximos de outras utilizadas e consolidadas como a dos Modelos Mentais e da Aprendizagem Significativa.

Os resultados das pesquisas apontam que a explicitação dos conceitos por parte do aluno é fundamental para que se conheçam suas deficiências e progressões na aprendizagem. Os invariantes operatórios possuem uma parte implícita (que muitas vezes não é identificada nem mesmo pelo estudante) e outra explícita (conceitos e teoremas-em-ação). As situações devem prover momentos frutíferos para a aprendizagem, isto é, elas devem estimular o aluno a se expor, a tentar explicar como pensa, para que o professor possa identificar em suas ações como ocorreu a aprendizagem. Além disso, se as situações promovem momentos em que o aprendiz passa a ter uma visão mais ampla das diversas aplicações dos conceitos, ele evolui para uma conceitualização mais completa. Os trabalhos da categoria CE caracterizam este tipo de interação entre professor e aluno. A interação tem como objetivo o reconhecimento do nível de explicitação dos conceitos, porém ele serve apenas de indicativo, pois ocorre de muitos estudantes, apesar de conseguirem resolver problemas de lápis e papel, não conseguem expor de forma verbal seus conhecimentos.

Frente a estas conclusões sobre trabalhos relacionados à TCC, verifica-se que não há uma pesquisa que faça um estudo do CC da Astronomia. Também não existem trabalhos que realizem estudos sobre a influência das TIC para a ocorrência desta aprendizagem.

A partir da apresentação da TCC e algumas características que podem relacioná-la ao estudo da Astronomia e também da revisão bibliográfica relatada, a próxima seção apresenta a metodologia da pesquisa e os caminhos de análise escolhidos.

# **CAPÍTULO 3 – METODOLOGIA: A CONSTRUÇÃO DOS INSTRUMENTOS DE PESQUISA E REFERENCIAIS DE ANÁLISE**

## **3.1 Introdução**

No capítulo anterior, descrevemos a Astronomia como um CC destacando algumas de suas características. Esta descrição ocorreu em um contexto geral, citando alguns conceitos que podem ser eleitos para a elaboração da prática pedagógica. É interessante lembrar que esta é uma visão que se tem deste CC que para o contexto desta pesquisa, se mostrou pertinente. Outros conceitos e outras situações podem ser extraídas deste riquíssimo CC que é a Astronomia. Neste capítulo, apresentamos os instrumentos utilizados para coleta de dados na pesquisa.

O interesse por esta investigação ocorreu no momento em que se observou que a Astronomia não é um tema frequentemente tratado nos cursos de licenciatura e bacharelado de Física, porém seu ensino é essencial. Por esta razão, o conhecimento astronômico que os professores levam para a sala de aula pode não ser o mais adequado. Aliada a esta questão, surge o fator tecnológico, discutido anteriormente, que pode funcionar tanto a favor como contra a atuação do professor em sala de aula.

Deve-se então investigar a aprendizagem como um processo que passa por rupturas, idas e vindas, conexões com outros conhecimentos. Os conceitos de Gravidade e Luz foram escolhidos como eixos do planejamento das atividades aplicadas aos alunos e nossa análise se restringirá ao acompanhamento da evolução da compreensão destes conceitos pelos estudantes.

Para situar o cenário no qual se desenvolveu a pesquisa, é apresentado inicialmente o contexto de sua aplicação, destacando os sujeitos da pesquisa e o local em que ela ocorreu.

Na sequência, são apresentados os referenciais metodológicos que nortearam a elaboração do estilo de atividades realizadas: a Interlocução (MI) e a Análise de Conteúdo (AC). A MI ocorreu em alguns momentos tanto no AVA quanto nas entrevistas. Para complementar esta metodologia, a AC será utilizada para criar categorias de análise que possibilitarão uma melhor compreensão dos dados coletados.

Também são apresentados e discutidos três instrumentos de coleta de dados: o questionário aplicado antes do início do curso, a elaboração das situações que forneceram

subsídios para identificar invariantes operatórios e as entrevistas, feitas ao final do curso, que mostraram como o assunto tratado no curso foi explicitado pelos estudantes.

### **3.2 O Contexto de aplicação da pesquisa**

Considerando a Astronomia como um CC, pois os conceitos envolvidos em seu estudo não se formam em apenas uma situação, uma situação não se analisa com um só conceito e é preciso um longo período, entre idas e vindas, para que se construam as diversas possibilidades para os entendimentos dos conceitos. Temos a oportunidade de elaborar diversas situações que nos levam à possibilidade de reconhecer a parte explícita dos invariantes operatórios dos alunos, reforçando assim características de interlocução que tais atividades proporcionam.

A partir destas considerações, o caminho escolhido foi criar situações que possibilitassem a identificação dos invariantes operatórios dos estudantes e assim intervir em suas proposições, avaliando como ocorre a compreensão dos conceitos dentro deste CC. Considerando também o fato de que existem muitos recursos tecnológicos que podem auxiliar o professor no ensino do CC da Astronomia, optou-se pela elaboração de um curso de Astronomia. O curso foi ministrado a distância, utilizando o AVA Teleduc. A opção pelo curso a distância justifica-se pela necessidade de investigar o desempenho de adolescentes, acostumados ao mundo digital, em uma dinâmica que utiliza simulações, vídeos e a própria interação no ambiente como recursos didáticos. Esta variedade de atividades é importante também do ponto de vista da teoria de Vergnaud por possibilitar um número mais amplo de situações.

Os sujeitos da pesquisa são alunos do ensino médio (1º, 2º e 3º ano) de uma escola particular do sul de Minas Gerais<sup>21</sup>. Trata-se de escola com poucos alunos, na qual, 6 alunos estão no 1º ano, 7 no 2º ano e 4 no 3º ano, totalizando 17 alunos. Ficou estabelecido com a professora da disciplina de Física que o curso faria parte da avaliação do primeiro bimestre e seria, portanto, obrigatório. Todos os estudantes participaram do curso. Inicialmente, pensava-se em aplicar um curso com momentos a distância e outros momentos presenciais, caso os alunos apresentassem alguma dificuldade em utilizar ou compreender o que lhes era solicitado. Optou-se então em aplicar as atividades para alunos de uma mesma escola para facilitar esta dinâmica, caso ela se fizesse necessária. Entretanto, apenas a primeira aula ocorreu presencialmente, no momento em que foram feitas as inscrições dos alunos na

---

<sup>21</sup> Foi apresentado ao diretor da escola um texto com os objetivos e temas tratados no curso. Este texto encontra-se no APÊNDICE C.

plataforma. Mais adiante, os detalhes de cada aula serão apresentados.

Um ponto importante na escolha dos sujeitos da pesquisa é o nível de conhecimento dos conceitos tratados no curso. Como os conceitos de Gravidade e Luz seriam apresentados aos estudantes, mesmo aqueles que se encontram no 1º ano, por exemplo, e que não estudaram de forma mais aprofundada a Lei da Gravitação Universal ou sobre as propriedades da Luz teriam alguma referência para utilizar nas situações elaboradas.

### 3.3 Referenciais Metodológicos e de Análise

A interação é um fator relevante quando se trata de analisar o conteúdo das falas do aprendiz. Esta interação se faz presente nos momentos de intervenção pedagógica como resolução de exercícios, discussão de uma situação-problema ou mesmo durante o estudo de uma situação específica.

Como as concepções dos alunos somente serão alteradas se entrarem em conflito com situações às quais não se aplicam, cabe ao professor não apenas oferecer-lhes situações de ativação de esquemas já disponíveis mas, sobretudo, as que os levam à acomodação daqueles esquemas prévios, reconstruindo-os em termos de novas relações diante de dados novos (VERGNAUD, 1990).

Diante do contexto da pesquisa e das condições apresentadas acima, foram adotadas duas propostas metodológicas, aplicadas em momentos distintos, que a caracterizam como uma pesquisa qualitativa:

**1) Método da Interlocação (MI):** proposto por Fávero e Sousa (2001) desenvolvido inicialmente para o estudo da Resolução de Problemas (RP) em Física. Segundo essa metodologia, para que se possa gerar subsídios para a prática de ensino da Física pode ser desenvolvido um método que ultrapasse a ideia de transmissão nos processos de comunicação da situação de sala de aula, para adotar a ideia de interlocação, centrado numa situação de interação social, de modo a evidenciar as regulações cognitivas dos sujeitos e sua tomada de consciência, em função de um CC particular e a análise destes processos, a partir da produção e dos processos comunicacionais desenvolvidos nessa interação. (FÁVERO e SOUSA, 2001).

Esta metodologia foi utilizada para criar momentos de interação entre formadora e alunos nas discussões realizadas no AVA e também nas entrevistas. É importante ressaltar que os momentos de interação realizados presencialmente são bem diferentes dos realizados a distância. Os tempos e os espaços para a troca de informações são bem distintos, porém, esta metodologia se mostra adequada ao contexto da EaD, pois com o auxílio das ferramentas disponíveis no AVA, é possível debater a respeito de questões importantes ao entendimento

das situações.

**2) Análise de Conteúdo (AC):** apresentada por Moraes (1999) que é utilizada para analisar o conteúdo das falas dos participantes no questionário, nos trabalhos postados no AVA e nas entrevistas.

Para Moraes (1999), um texto contém muitos significados:

(a) o sentido que o autor pretende expressar pode coincidir com o sentido percebido pelo leitor do mesmo;

(b) o sentido do texto poderá ser diferente de acordo com cada leitor;

(c) um mesmo autor poderá emitir uma mensagem, sendo que diferentes leitores poderão captá-la com sentidos diferentes;

(d) um texto pode expressar um sentido do qual o próprio autor não esteja consciente.

Por esta razão, a AC torna-se um instrumento de análise que tem por objetivo mostrar como os conceitos-em-ação e teoremas-em-ação podem ser identificados e indicar quais os caminhos percorridos pelos sujeitos da pesquisa em sua trajetória de aprendizagem.

Ainda que diferentes autores proponham diversificadas descrições do processo da análise de conteúdo, as etapas adotadas por Moraes (1999) são:

i - Preparação das informações: consiste em ler o material e selecionar o que será imprescindível para o que se deseja pesquisar, de modo que essa seleção seja representativa e pertinente aos objetivos da análise;

ii - Unitarização ou transformação do conteúdo em unidades: consiste em reler o material para definir as unidades de análise, obtendo mensagens divididas em elementos menores;

iii - Categorização ou classificação das unidades em categorias: organizar os dados levando em conta o que há de comum entre eles;

iv – Descrição: é a apresentação dos dados obtidos;

v – Interpretação: é a análise propriamente dita, na qual deve-se interpretar de forma mais aprofundada as mensagens transmitidas, não apenas descrevendo-as.

A partir destes dois referenciais serão realizadas as análises dos dados obtidos. O primeiro referencial (MI) utiliza a TCC para intervir e regular as ações (falas, textos escritos, pensamentos), e foi aplicada nos momentos de discussão no AVA. Ao mesmo tempo em que conduz a pesquisadora em suas intervenções (referencial metodológico) serve também como um método de análise (referencial de análise) por ajudar a identificar quais conceitos-em-ação e teoremas-em-ação os alunos conseguem expor. O segundo referencial (AC), ajudará a

organizar os dados obtidos do questionário, das respostas dos alunos em atividades do AVA e das entrevistas.

## **3.4 Instrumentos da pesquisa**

### **3.4.1 Questionário inicial**

Com a finalidade de compreender qual era o nível de conhecimento dos estudantes sobre os fenômenos astronômicos, foi elaborado um questionário, aplicado aos alunos antes do início do curso. Os estudantes receberam uma folha com 10 questões<sup>22</sup> e as responderam em sala de aula.

A intenção destas questões era investigar o quê os estudantes sabiam sobre conceitos básicos de Astronomia. Naquele momento, o curso ainda estava sendo elaborado, mas o tipo de atividades e recursos ainda passavam por uma seleção.

As questões solicitavam, por exemplo, que o aluno relacionasse o movimento de rotação da Terra ao fenômeno dos dias e das noites.

Investigar como os alunos definem gravidade também foi um dos pontos fundamentais do questionário inicial, além de estimular que tentassem expor ao máximo o que sabiam sobre o conceito.

Outros elementos importantes puderam ser captados pelas questões. Foi possível entender como os alunos explicitavam seus conhecimentos sobre questões relacionadas aos elementos químicos existentes no Sol e se eles têm ideia de como são produzidos.

Além de conhecer conceitos ou termos mais simples relacionados ao universo, o questionário também procurou investigar se os alunos possuíam alguma noção da ação da gravidade sobre o movimento de órbita de satélites. A partir do que os estudantes escreveram, foi possível identificar conceitos-em-ação e teoremas-em-ação que apontam alguns indícios sobre o conhecimento que possuem a respeito dos conceitos em questão e como os relacionam ao movimento.

Algumas atividades do curso foram modificadas a partir da aplicação deste questionário para que alguns pontos identificados nas respostas dos estudantes pudessem funcionar como pontos geradores de dúvidas que os levassem a reconsiderar suas proposições. Ter-se-ia a possibilidade de iniciar a dinâmica de interlocução (MI), descrita anteriormente.

Com esta visão das concepções dos alunos em mãos, seguiu-se o planejamento final das atividades no AVA. Na próxima seção, são apresentadas e discutidas as situações (no

---

<sup>22</sup> As questões encontram-se no APÊNCICE A.

sentido descrito por Vergnaud) elaboradas para o curso, que aqui não são apresentados apenas como um conjunto de atividades, mas também como instrumentos de pesquisa.

### **3.4.2 Elaboração das situações para um curso a distância**

#### **3.4.2.1 A opção pelas situações**

Deve-se considerar, especialmente em um curso EaD, que a interação é um fator presente de determinante quando se trata de analisar o conteúdo das falas do aprendiz. Esta interação se faz presente nos momentos de intervenção pedagógica como resolução de exercícios, discussão de uma situação-problema ou mesmo durante o estudo de uma situação específica.

Como as concepções dos alunos somente serão alteradas se entrarem em conflito com situações às quais não se aplicam, cabe ao professor não apenas oferecer-lhes situações de ativação de esquemas já disponíveis mas, sobretudo, as que os levam à acomodação daqueles esquemas prévios, reconstruindo-os em termos de novas relações diante de dados novos (VERGNAUD, 1990).

Fávero (2000) defende que, embora a ação direta e indireta do professor aconteça sempre de forma que ele interaja com os alunos da classe e seus efeitos reguladores sejam sempre mediados pela rede de interações entre os alunos, é preciso lembrar que o impacto destas regulações sobre a aprendizagem de um aluno só ocorrerá na medida em que elas se integrem ao processo de auto-regulação próprio do indivíduo. Isso quer dizer que, embora as regulações em situação escolar se situem sempre em uma dinâmica sociocognitiva, devemos considerar seu papel na aprendizagem do ponto de vista das construções cognitivas elaboradas e exploradas por cada indivíduo nesta situação (SOUSA e FÁVERO, 2001).

Neste contexto, a escolha das situações que nortearam o trabalho, bem como os recursos didáticos, tem notadamente um impacto decisivo nesta abordagem onde a interação, também chamada de interlocução por Sousa e Fávero (2001), são fundamentais para o desenvolvimento das atividades propostas. Para esclarecer quaisquer dúvidas em relação aos termos mencionados, será utilizada a palavra “situação” para se referir à situação no sentido empregado por Vergnaud.

Para investigar como os alunos passam a dominar o campo conceitual em questão, é preciso identificar os conceitos-em-ação e os teoremas-em-ação e proporcionar novas situações a fim de levá-los ao desenvolvimento de novos conceitos e teoremas-em-ação.

Nestas circunstâncias, a elaboração do curso de Astronomia levou em consideração os aspectos descritos na sessão 4.6.2 deste trabalho (Figuras 4.3, 4.4 e 4.5), ao eleger os

conceitos de Gravidade e Luz como norteadores do planejamento didático. Pode-se afirmar então que as situações desenvolvidas constituíram-se em instrumentos de interação entre formador e alunos e também os alunos entre si. Além disso, tiveram o objetivo de fornecer ao formador indícios de como os alunos compreendem os conceitos, proporcionando momentos em que o aprendiz verifica seus erros, reformula suas respostas e avança no entendimento do CC em questão.

Resumindo as ideias adotadas para elaborar o curso, pode-se afirmar que optou-se pela escolha do CC da Astronomia por ela ser importante na formação dos estudantes, além de localizar a questão da falta da formação acadêmica neste campo do conhecimento pelos professores que irão atuar no EM. Aliado a isto, há o fator tecnológico que tem fornecido ferramentas importantes e que contribuem para a aprendizagem, particularmente em alguns episódios do CC da Astronomia que requerem uma capacidade de abstração muito grande. A escolha da TCC como referencial teórico para a elaboração do curso e para a análise dos dados foi feita porque ela representa um ponto de vista no qual acreditamos que possa fornecer momentos mais frutíferos ao aprendizado, já que o aluno se coloca como um sujeito-em-ação e as situações com as quais se confronta passam a integrar seu processo de autorregulação.

### **3.4.2.2 A elaboração das situações a partir dos conceitos de Gravidade e Luz**

É preciso fazer uma distinção entre “atividades de aula” e “situações”. Uma situação tem como objetivo estabelecer uma relação entre sujeito e significante (representações simbólicas). Utilizando-se dos termos da TCC, promover esta relação é dar sentido a um conceito. Quando o aprendiz consegue estabelecer este sentido, é porque ele conseguiu evocar uma determinada classe de esquemas. As situações de Vergnaud são, portanto, diferentes das situações de aprendizagem que comumente nos referimos.

As situações elaboradas buscam dar sentido aos conceitos de Gravidade e Luz. O método utilizado para o planejamento seguiu o formato descrito na seção 2.2.5 deste trabalho. Primeiro, elegem-se os conceitos mais importantes a serem tratados, em seguida os elementos que giram em torno destes conceitos e que dão sentido a eles, onde sugerem-se algumas proposições para iniciar o processo de ensino dos conceitos e, por fim, elaboram-se as situações.

Primeiramente, optou-se por escolher uma ordem histórica para apresentar as situações. Quais os caminhos que a Ciência percorreu até que Isaac Newton formalizasse esse

conceito em sua Lei da Gravitação Universal (GU)? Ao mesmo tempo, as ideias sobre a natureza da Luz e o contexto histórico aos quais ela pertenceu, serviram de referência para a escolha da ordem da apresentação das situações aos alunos.

Então, o curso inicia-se com um pouco da história sobre os “modelos de mundo”, desde Aristóteles até Newton. A seguir, a Gravidade é apresentada por meio da GU e alguns aspectos das relações entre as grandezas massa e distância são discutidas. Na sequência, como a interação entre os planetas e estrelas produzem movimentos, são apresentados alguns fenômenos astronômicos como as estações do ano e as fases da Lua. A tecnologia é tratada por meio da discussão sobre o movimento dos satélites e foguetes, com a Gravidade sendo o principal norteador da abordagem.

Com o entendimento de algumas características do conceito de Gravidade, é possível iniciar uma discussão sobre a Evolução Estelar, o que fornece condições para o início das discussões sobre o conceito de Luz. Em seguida, a natureza da luz, suas características e sua forma de propagação são apresentadas. Por fim, a questão da Gravidade como uma deformação no espaço-tempo é complementada pela introdução à Teoria da Relatividade Geral e então é possível promover um fechamento, unindo elementos trazidos pelos dois conceitos.

Como este capítulo aborda a construção dos instrumentos de pesquisa, a visão aqui apresentada das situações refere-se a “o que queremos investigar com estas situações?”. Então, para que fiquem claros os objetivos desta investigação, a tabela 3.1 apresenta uma síntese das situações elaboradas e o que se pretende com elas.

Tabela 3.1 - Apresentação das situações e seus objetivos de pesquisa

Situação	Conceito	Atividades de aula		Objetivos de pesquisa
		Aula	Atividades	
Modelos de Mundo	Gravidade	1	Atv 1.1 – Vídeo do globo ciência sobre Aristóteles ( <a href="http://globoTV.globo.com/rede-globo/globo-ciencia/v/aristoteles-e-o-mundo-da-razao-integra/1654971/">http://globoTV.globo.com/rede-globo/globo-ciencia/v/aristoteles-e-o-mundo-da-razao-integra/1654971/</a> ); Atv 1.2 – Modelo Geocêntrico de Ptolomeu (texto); Atv 1.3 – Atividade no portfólio.	Verificar com o auxílio da ferramenta “comentar” do portfólio quais conceitos-em-ação os alunos usam para explicar a visão aristotélica de mundo, inserindo elementos referentes à Gravidade nas interlocuções.
		2	Atv 2.1 – Modelo Heliocêntrico (texto); Atv 2.2 – Atividade prática – construção de um sextante – roteiro em flash sobre a construção do sextante; Atv 2.3 - Observação do movimento aparente dos astros (roteiro).	Avaliar a potencialidade do roteiro em flash em orientar os estudantes em uma atividade de observação por meio das dúvidas enviadas por correio.

		3	Atv 3.1 – Roteiro em flash sobre constelações; Atv 3.2 – Reconhecendo constelações no planetário virtual ( <a href="http://neave.com/pt/planetario/">http://neave.com/pt/planetario/</a> ).	Avaliar a potencialidade do roteiro em flash para o reconhecimento de algumas constelações.
		4	Atv 4.1 – Vídeo do youtube sobre Galileu ( <a href="http://www.youtube.com/watch?v=LtSBXOYH5KM">http://www.youtube.com/watch?v=LtSBXOYH5KM</a> ); Atv 4.2 – Atividade no portfólio.	Avaliar a contribuição do vídeo para o entendimento dos modelos de mundo apresentados anteriormente e as novidades apresentadas por Galileu.
		5	Atv 5.1 – Roteiro em flash sobre os SHL e SE; Atv 5.2 – Vídeo da série “Poeira das Estrelas” sobre Kepler; Atv 5.3 – Leis de Kepler – vídeo aula expositiva sobre as 3 leis ( <a href="http://www.youtube.com/watch?v=dhPnd_h8A7A&amp;feature=related">http://www.youtube.com/watch?v=dhPnd_h8A7A&amp;feature=related</a> ).	Investigar se a atividade 2.3 foi compreendida e se conseguem relacioná-la com os sistemas de coordenadas apresentados (Sistema Horizontal Local (SHL) e Sistema Equatorial (SE)).
<b>Gravitação</b>	<b>Gravidade</b>	6	Atv 6.1 – Gravitação Universal (texto); Atv 6.2 - Vídeo – orientação sobre o simulador da gravidade do PHET Gravity Force Lab ( <a href="http://phet.colorado.edu/en/simulations/category/physics">http://phet.colorado.edu/en/simulations/category/physics</a> ); Atv 6.3 – Resolução de questões utilizando o simulador Gravity Force Lab ( <a href="http://phet.colorado.edu/en/simulations/category/physics">http://phet.colorado.edu/en/simulations/category/physics</a> ). Proposta de resolução utilizando o fórum de discussões. 1º Encontro On-Line – Discussão via chat com orientações sobre a atividade de gravitação.	Fornecer subsídios para a compreensão do conceito de Gravidade no âmbito da GU e utilizar a ferramenta síncrona “Bate-papo” para avaliar a compreensão dos estudantes sobre o tema.
		7	Atv 7.1 – Apresentação dos grupos, mandando mensagem aos colegas. Atv 7.2 – Resolução em grupo de uma situação problema envolvendo rotação da Terra com auxílio do simulador da UFRGS ( <a href="http://www.if.ufrgs.br/~fatima/planisferio/rotacao_esfcel.htm">http://www.if.ufrgs.br/~fatima/planisferio/rotacao_esfcel.htm</a> ) Atv 7.3 – Proposição de uma pergunta no fórum de discussões sobre gravidade e rotação da Terra.	Investigar como os alunos se comportam ao trabalhar em grupo utilizando ferramentas tecnológicas, como simulações e o próprio espaço no AVA.
<b>Fenômenos Astronômicos</b>	<b>Gravidade e luz</b>	8	Atv 8.1 – Passeio pelo simulador das estações do ano, movimentos da terra, fases da lua e eclipse ( <a href="http://www.fsc.ufsc.br/~tati/web_sica/sis-solar/index-sistsolar.html">http://www.fsc.ufsc.br/~tati/web_sica/sis-solar/index-sistsolar.html</a> ) Atv 8.2 – Responder no portfólio 4 questões sobre o simulador explorado.	Avaliar se houve alguma mudança em relação ao que foi respondido nas questões 9 e 10 do questionário aplicado antes do curso.
<b>Gravidade e Tecnologia</b>	<b>Gravidade</b>	9	Atv 9.1 – leitura sobre movimento orbital. Atv 9.2 – Atividade com o simulador <a href="http://www.if.ufrgs.br/cref/maikida/projetilsatelitec.html">http://www.if.ufrgs.br/cref/maikida/projetilsatelitec.html</a> Atv 9.3 – Aviso sobre a atividade da próxima aula.	Avaliar como o aluno descreve o movimento orbital, fornecendo subsídios para que na entrevista realizada após o curso, seja possível identificar conceitos e teoremas-emação.

Evolução Estelar	Gravidade e Luz	10	Atv. 10.1 – leitura do texto no site da FioCruz: <a href="http://www.invivo.fiocruz.br/cgi/cgilua.exe/sy s/start.htm?inford=729&amp;sid=9">http://www.invivo.fiocruz.br/cgi/cgilua.exe/sy s/start.htm?inford=729&amp;sid=9</a> Atv. 10.2 – texto de apoio sobre estrelas. Atv 10.3 – Fórum de discussões: como é produzida a luz de uma estrela?	Investigar como a leitura de textos pode ajudar a compreender o que é Luz. Além disso, o fórum de discussões é utilizado para haja interação entre os alunos.
		11	Atv.11.1 – Uso do bate-papo para discussão da evolução estelar a partir do simulador “Faça sua estrela” ( <a href="http://www.planetseed.com/pt-br/node/20317">http://www.planetseed.com/pt-br/node/20317</a> ). Atv 11.2 – Produzir um texto de uma página explicando a evolução estelar (com as próprias palavras) juntando as ideias do simulador da evolução estelar (discutida no bate-papo) e da atividade 11.1.	Investigar a contribuição do simulador e da interação por meio do “Bate-papo” para a compreensão da situação “Evolução Estelar”.
Natureza da Luz	Luz	12	Atv 12.1 – Vídeo do Telecurso 2000 sobre a discussão da natureza da luz ( <a href="http://www.youtube.com/watch?v=mxrDHWkxaDA">http://www.youtube.com/watch?v=mxrDHWkxaDA</a> ) Atv 12.2 – Responder questões no portfólio.	Investigar as contribuições do vídeo para o entendimento da natureza da Luz.
Propagação da Luz	Luz	13	Atv 13.1 – Vídeo do Telecurso 2000 sobre Ondas Eletromagnéticas ( <a href="http://www.youtube.com/watch?v=XiOd_cNHZmw">http://www.youtube.com/watch?v=XiOd_cNHZmw</a> ) Atv 13.2 – Responder questões no Portfólio. Atv 13.3 – leitura do texto sobre as propriedades da luz.	Investigar as contribuições do vídeo e do texto para o entendimento da natureza da Luz.
Gravidade e Luz	Gravidade e Luz	14	Atv 14.1 – leitura do texto do site “How Stuff Works” sobre telescópios ( <a href="http://ciencia.hsw.uol.com.br/telescopios.htm">http://ciencia.hsw.uol.com.br/telescopios.htm</a> ) Atv 14.2 – Responder a questões no portfólio. Atv 14.3 – Vídeo sobre a Teoria Geral da Relatividade ( <a href="http://globotv.globo.com/rede-globo/globo-ciencia/v/o-tempo-como-nova-dimensao-albert-einstein-parte-2/1763965/">http://globotv.globo.com/rede-globo/globo-ciencia/v/o-tempo-como-nova-dimensao-albert-einstein-parte-2/1763965/</a> )	Avaliar como os alunos compreenderam a propagação da Luz fazendo uma relação com a forma em que a luz das estrelas é observada pelos telescópios e como isso foi abordado na comprovação da Teoria Geral de Relatividade, fechando as ideias sobre Gravidade e Luz.

### 3.4.3 Entrevista

Após a realização do curso de Astronomia, todos os 17 alunos foram convidados a participar das entrevistas. Todas as entrevistas foram realizadas na escola em que os alunos estudam, individualmente, com autorização dos pais. Dos 17 alunos convidados, 9 participaram da entrevista. Os outros alunos alegaram que não podiam ir à escola no horário combinado, pois tinham outros compromissos e outros não quiseram participar.

Para que as perguntas pudessem guiar a discussão e fosse possível identificar nas falas dos entrevistados os conceitos-em-ação e os teoremas-em-ação relacionados à compreensão do CC da Astronomia, a entrevistadora possuía um roteiro com os caminhos a serem seguidos dependendo das respostas dos entrevistados. As falas foram gravadas em áudio e transcritas.

A entrevista foi dividida em três partes. Na primeira parte, são abordadas questões sobre o uso do AVA, dos simuladores e das interações no ambiente. A segunda parte investiga o conceito de Gravidade e a terceira parte, o conceito de Luz.

Por meio dos três instrumentos de pesquisa, foi possível investigar como os estudantes avançam na compreensão do CC em questão. Como já foi dito anteriormente, são as situações que dão sentido aos conceitos e estes são os constituintes fundamentais do CC. Portanto, para a compreensão do CC é necessário o domínio dos conceitos que a ele pertencem.

A partir destes instrumentos utilizados na pesquisa, foi possível coletar dados em todas as fases do curso. No próximo capítulo são apresentados estes dados e também a análise.

## APÍTULO 4 – APRESENTAÇÃO DOS DADOS E ANÁLISE

### 4.1 Introdução

Neste capítulo são apresentados os dados e a análise dos mesmos, a partir do questionário aplicado antes do curso, das atividades realizadas no AVA e das entrevistas feitas após a realização do curso.

O uso dos diferentes instrumentos metodológicos, apresentados no capítulo 3, possibilitou a obtenção de dados coletados em momentos distintos durante a fase de realização das atividades. Eles forneceram alguns indícios de como as TIC podem contribuir para a compreensão do CC da Astronomia, captando de diversas maneiras a forma como os alunos descrevem os variados fenômenos com os quais tiveram contato. Entretanto, esta imagem captada não reflete toda complexidade contida na aprendizagem, embora aponte indícios de compreensões mais elaboradas. Esta forma de se analisar pode, portanto, ser classificada como uma *triangulação*.

Para Moreira (2011), a *triangulação* caracteriza-se por envolver diferentes fontes de dados, perspectivas ou teorias e até mesmo diferentes pesquisadores e métodos. Trata-se de uma resposta holística à questão da fidedignidade e da validade dos estudos interpretativos. A triangulação é o emprego e combinação de várias metodologias de pesquisa no estudo de um mesmo fenômeno. Por sua vez, a fidedignidade se refere ao grau em que se pode replicar os estudos. Citando o trabalho de Denzin (1988), Moreira (2011) apresenta cinco tipos básicos de triangulação: a *triangulação de dados*, *triangulação de pesquisadores*, *triangulação de teorias*, *triangulação metodológica* e a *triangulação de verificação por sujeitos* (MOREIRA, 2011).

A *triangulação de dados* envolve o uso de diferentes maneiras de obter os dados, considerando tempo, espaço e pessoas (MOREIRA, 2011, p. 105). Portanto, a análise que é apresentada neste trabalho constitui-se em uma *triangulação de dados*, já que os mesmos foram coletados em tempos e espaços diferentes, porém, da mesma fonte que, neste caso, são os sujeitos da pesquisa. É preciso esclarecer que o objetivo não é realizar uma comparação entre os dados, mas sim investigar como eles se complementam.

Ao definir os paradigmas de pesquisa em educação, Moreira (2011) cita Bericat (1988) e explica que existem três razões fundamentais que podem motivar o desenho multimétodo em uma pesquisa social: a complementação, combinação e triangulação. Para esta última, ele afirma que

Não se trata de complementar a visão de realidade com dois olhares, mas de utilizar duas metodologias para o estudo de um mesmo e idêntico aspecto de uma realidade social. As metodologias, tal como na complementação, são implementadas de forma independente, mas se focam em um mesmo objeto de estudo buscando resultados convergentes (MOREIRA, 2011, p. 110).

A pesquisa iniciou-se com a participação de 17 alunos, que responderam ao questionário. Entretanto, 9 alunos participaram da entrevista, realizada ao final do curso e estes serão tomados como sujeitos da pesquisa. Portanto, os dados analisados a seguir referem-se aos 9 alunos.

As próximas seções descrevem o processo de análise de dados. O interesse está em apresentar uma interpretação dos significados atribuídos pelos sujeitos a suas ações. Para organizar e interpretar os dados foi utilizada a Análise de Conteúdo (AC), como já descrita anteriormente.

## 4.2 Organizando os dados

Considerando a AC de Moraes (1999) como método para organização dos dados coletados e sua respectiva interpretação, é necessário partir de cinco princípios para realização da análise: (1) preparação dos dados; (2) unitarização; (3) categorização; (4) descrição; (5) interpretação.

Nesta seção, são apresentados os princípios (1) e (2) que correspondem à etapa de reunião dos dados disponíveis, a partir da leitura das informações. Na próxima seção, são descritos os princípios (3), (4) e (5) que fazem parte do ramo interpretativo da AC. A seguir, são descritas as etapas (1) e (2).

1) Preparação dos dados: consistiu em realizar a leitura das respostas dos alunos ao questionário, das participações no AVA (portfólio, fóruns de discussão e bate-papo), da obtenção de informações sobre interação fornecidas pelo próprio AVA e da transcrição das entrevistas gravadas em áudio.

Segundo Moraes (1999) é necessário

identificar as diferentes amostras de informação a serem analisadas. Para isto recomenda-se uma leitura de todos os materiais e tomar uma primeira decisão sobre quais deles efetivamente estão de acordo com os objetivos da pesquisa. Os documentos assim incluídos na amostra devem ser representativos e pertinentes aos objetivos da análise. Devem também cobrir o campo a ser investigado de modo abrangente (MORAES, 1999, p.13).

Desta forma, em todo período na qual foi aplicada, a pesquisa passou por alguma etapa de coleta de dados. O questionário apresenta o cenário anterior à aplicação do curso, as

atividades no AVA favorecem a compreensão do processo e as entrevistas captam o que ficou após as atividades, ou seja, os dados obtidos são abrangentes em termos temporais e buscam cobrir o campo a ser investigado.

Entretanto, que tipos de informações devem ser selecionadas na preparação dos dados? Para responder essa pergunta é preciso retornar aos objetivos desta dissertação. Foram apresentados anteriormente o problema de pesquisa e as questões que nortearam seu desenvolvimento. Os questionamentos propostos foram:

- Os materiais instrucionais selecionados para o curso (vídeos, simulações, animações) contribuem para a compreensão dos conceitos de Gravidade e Luz?
- As ferramentas que se utilizam no AVA são importantes para que essa aprendizagem ocorra de forma diferenciada?
- As simulações podem modificar a forma como o estudante compreende/interpreta fenômenos? Como?
- As interações no AVA contribuem para que o aluno evolua na compreensão do CC da Astronomia?

Ao realizar a leitura dos dados, as questões acima nortearam e referenciaram a escolha das informações relevantes que são oportunas ao contexto dessa análise. Com estas definições, foi possível passar à próxima etapa: a unitarização.

2) Unitarização: após a leitura dos dados, foram escolhidas três unidades de análise, isto é, o que se deseja classificar no contexto da pesquisa de forma que isto contribua para responder as questões iniciais. Essas unidades de análise foram criadas pela pesquisadora e são: participação (P), interação (I) e simulações (S). A tabela 4.1 apresenta um resumo destas unidades.

Tabela 4.1 – Unidades de análise

<b>Unidades de análise</b>	<b>Definição</b>	<b>Objetivos</b>
<b>P</b>	Refere-se à experiência de cada estudante ao participar do curso a distância, pontos positivos e negativos relatados por eles, aspectos sobre o tipo de material utilizado, a forma como o diálogo foi estabelecido entre alunos e formadora.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Captar informações sobre os recursos utilizados (vídeos, simuladores, animações, textos) e como contribuem para a aprendizagem.</li> <li>• Investigar como os alunos entendem a questão da autonomia e da gestão do tempo nas atividades “EaD”.</li> </ul>
<b>I</b>	Analisa como os estudantes se	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Obter dados referentes à</li> </ul>

	comportam em situações nas quais a interação pode ser um fator relevante.	interação no AVA, a partir do número de mensagens trocadas, das postagens nos fóruns de discussão. <ul style="list-style-type: none"> <li>• Extrair das entrevistas, informações sobre as impressões dos alunos sobre a interação.</li> </ul>
S	Analisa o papel das simulações para a compreensão de conceitos pertencentes ao CC da Astronomia, em particular, os conceitos de Gravidade e Luz.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Buscar postagens no AVA que remetam ao uso de simuladores e suas contribuições para a compreensão de fenômenos.</li> <li>• Identificar nas entrevistas, elementos que indiquem entendimento dos conceitos de Gravidade e Luz por meio do uso de simuladores.</li> </ul>

Com estas unidades definidas, a próxima seção apresenta a análise interpretativa dos dados selecionados e organizados. Dessa forma, descrevem-se as etapas (3), (4) e (5) da AC.

### 4.3 Analisando os dados

Com as unidades de análise definidas, foi possível dar prosseguimento ao processo. As unidades P, S e I constituíram-se em elementos importantes para criação de categorias a partir dos dados.

Optou-se por apresentar juntamente as etapas (3), (4) e (5), ou seja, de modo não fragmentado e em um mesmo bloco, já que ao mesmo tempo em que se categoriza, pode-se descrever e interpretar.

As categorias criadas foram:

- **Recursos do AVA (RA)**: esta categoria busca mostrar como os alunos avaliam a utilização de recursos presentes na plataforma TelEduc e suas relações com tais recursos.
- **Interações no AVA (IA)**: esta categoria retrata as impressões dos alunos quanto às contribuições fornecidas e recebidas por eles no ambiente, com relação direta ao quesito “interação”.
- **Explicação de fenômenos com uso de recursos (UR)**: durante as entrevistas, o que chamou bastante a atenção foi o fato de alguns estudantes

usarem os simuladores, as animações ou vídeos para explicar conceitos como Gravidade e Luz. Quando perguntados sobre os significados físicos destes conceitos, os entrevistados tinham dificuldades em explicar a partir de definições formais, porém, quando citavam os recursos, conseguiam explicar estes conceitos.

Estas três categorias atendem aos critérios estabelecidos pela AC para uma análise aceitável, que são a *validade* ou *adequação*, *exaustividade* ou *inclusividade*, *homogeneidade*, *exclusividade* ou *exclusão mútua* e *objetividade*, *consistência* ou *fidedignidade*. Elas são *válidas* pois são pertinentes ao analisar o que foi proposto pelos questionamentos da seção 1.5. Elas são *exaustivas*, pois conseguem ser abrangentes, já que incluem todas as unidades de análise (P, I e S). As categorias são *homogêneas*, pois são fundamentadas em um único critério de classificação que, neste caso, são as contribuições das TIC para a compreensão dos conceitos de Gravidade e Luz no CC da Astronomia. Elas são *exclusivas*, pois possuem características diferentes, excluindo-se mutuamente. Por fim, são *fidedignas*, pois explicitam as regras de classificação de forma clara e podem ser aplicadas ao longo de toda análise. Passemos então, para a descrição e interpretação dos dados por categorias.

### 4.3.1 Categoria RA

A categoria RA tem por objetivo fornecer uma imagem da relação entre os alunos e o AVA, que fatores contribuíram para que se sentissem mais motivados a realizarem as atividades ou aspectos negativos que tenham prejudicado suas atividades. Não pertencem a esta categoria contribuições advindas da interação aluno-aluno, somente da relação aluno-AVA.

Para facilitar a identificação nas citações diretas, os dados são interpretados extraíndo-se trechos das respostas ao questionário, entrevista ou participações no AVA, sendo que os alunos são enumerados de 1 a 9 (aluno 1, aluno 2, ..., aluno 9).

#### 4.3.1.1 Recursos Visuais e Textuais

O termo “recurso visual” é utilizado aqui para representar os recursos que utilizaram imagens, simulações, animações ou vídeos. Ao serem perguntados sobre suas impressões em fazer um curso a distância, alguns alunos responderam sobre o que mais chamou a atenção deles.

(...) se você tiver alguma dúvida, você tira ali. Na sala, por exemplo, você pode ter vergonha ou então você pensa “ah, depois entendo em casa”, você vendo na hora o

*simulador numa aba e na outra aba ta o bate-papo, então você pode entender tudo na mesma hora (Aluno 1).*

*Acho que quando você ta em sala tem sempre um pra atrapalhar, fica meio difícil. Quando é a distância fica bem mais fácil porque é você e o computador que estão interagindo, então não tem que atrapalhe, assim. Então fica mais fácil (Aluno 4).*

*Ah, porque eu tenho um pouco de receio de perguntar pro professor. Você viu, na minha sala tem 4 alunos só e mesmo assim, tem umas aulas que tenho receio de perguntar. Aí pela internet eu pergunto mais (Aluno 5).*

*Eu creio, assim, que para as pessoas que tenham maior dificuldade de se aproximar do professor, no caso pra perguntar, é um meio mais fácil e nesse caso alcança a todos de maneira, no caso, bem ampla e então fica ótimo pra todos os lados. A sala de bate-papo também eu achei muito boa, ela dá liberdade pra gente dizer o que quer fazer. Lá tem se você quer perguntar, tirar uma dúvida, responder, então você se sente confortável naquele espaço (Aluno 8).*

Retomando o que foi afirmado sobre a TCC, uma das implicações importantes, discutida por Sousa e Fávero (2002) é a função mediadora do professor. Seu papel é o de ajudar os alunos a desenvolver seu repertório de esquemas. Embora a linguagem e os símbolos transmitidos pelo professor no momento em que ensina sejam importantes do ponto de vista da comunicação, prover situações frutíferas constitui-se no fator mais relevante desta mediação.

Para o aluno 1, a situação citada, que ocorreu na aula 11, constituiu-se como uma situação frutífera, na qual proporcionou uma opção ao diálogo, já que essa comunicação ocorreu com o auxílio da ferramenta “bate-papo” e, ao mesmo tempo ele possuía as informações fornecidas pelo simulador. Isto indica que, para ele, o fato de não estar em contato direto com colegas, lhe deu liberdade de perguntar, de interagir com o professor.

Já o aluno 4 fala sobre a possibilidade em se concentrar em seus estudos. Para ele, a modalidade forneceu um momento de aprendizagem que não se constitui em um isolamento. Ele pode escolher entre acessar os colegas ou não, mas sua liberdade de escolha fica estabelecida. A mesma afirmação pode ser feita a partir da resposta fornecida pelos alunos 5 e 7. O aluno 5 se sente menos inibido ao esclarecer dúvidas na ausência<sup>23</sup> dos colegas. Constata-se, portanto, que a modalidade de ensino bem como os recursos do AVA e a

---

<sup>23</sup> O termo “ausência” é usado aqui para expressar o fato do aluno não ter a companhia dos colegas em um mesmo espaço e no mesmo tempo, embora essa ausência seja relativa em um ambiente EaD.

disponibilidade do professor e do aluno favorecem mais uma opção ao diálogo, que seria mais difícil para o aluno 5 em um curso presencial, já que afirma ter receio de perguntar ao professor.

Entende-se, portanto, que as situações elaboradas para o curso e as características da modalidade EaD, foram frutíferas no sentido de abranger maiores possibilidades de aprendizagem, dando maior liberdade para que o alunos pudessem se expressar.

Quanto à modalidade do curso, que possibilita ao aluno a escolha dos melhores horários para estudar, o aluno 1 afirma que isso o obriga a estabelecer critérios de estudo.

*No caso, eu determino uma hora. Chego em casa e determino “sete horas eu vou fazer aula”, então sete horas eu entro e faço. Só vou ver outras coisas depois que terminar. Porque senão eu não consigo me concentrar (Aluno 1).*

A afirmação do aluno 1 revela seu comprometimento com sua própria aprendizagem. A necessidade de um gerenciamento de tempo, intrínsecos da modalidade EaD, também contribuem para a motivação do aluno em realizar as atividades do curso.

Porém, para alguns alunos, é mais difícil esse tipo de iniciativa.

*Então, teve a aula 2 do sextante que você passou. Sinceramente, eu não entendi o que era pra fazer. Construí o sextante, isso eu entendi. Mas na hora de medir não entendi como era pra fazer e não fiz a atividade. Ah, eu acho que ia ser difícil de entender, tinha que ter uma explicação. Você podia levar a gente pra ver as constelações, teria menos dúvidas (Aluno 2).*

*(...) dificuldade pra concentrar, porque a internet tá ali e você abre outras páginas. Pra concentrar tem que estar só nele (no curso), não pode abrir mais nada. Mas por um lado é bom, porque tem vídeos, explica mais, você entende mais do que ficar só lendo texto. Tem seu lado bom e seu lado ruim. Eu consigo concentrar mais na aula normal da sala de aula (Aluno 6)*

Estes trechos indicam que, a variedade das situações é um fator importante na aprendizagem do CC. Na aula 2<sup>24</sup>, por exemplo, foi disponibilizada uma animação em flash explicando a construção do sextante e um roteiro em formato de texto para que os alunos pudessem imprimir e realizar as medidas. Desta forma, o aluno 2 encontrou dificuldades ao ter que se disciplinar quanto a realização da atividade. Para o aluno 6, a modalidade EaD pode interferir em sua concentração, necessitando de uma maior disciplina no cumprimento de seus afazeres.

---

<sup>24</sup> Ver tabela 3.1.

Parece uma característica comum entre os participantes o fato de preferirem imagens, vídeos ou animações explicativas ao invés de textos.

*Tava bem objetivo, os textos não eram cansativos porque não eram grandes. Não gosto de ler livros, mas no computador tudo bem. Tenho mais preguiça de ler no papel, computador é mais fácil, mais fácil de encontrar as informações (Aluno 1).*

*Gostei porque eles eram curtos(os textos). Não gosto muito de ler, mas eles estavam bem simples de entender, os termos eram fáceis (Aluno 2).*

*Prefiro vídeo, porque no vídeo ele explicava passo a passo os assuntos que você estava estudando naquela aula. Por exemplo, tinha um lá que a gente estudou sobre Galileu, explicou desde a história até as fórmulas, que tinha um professor e isso é melhor que texto texto texto. Texto cansa (Aluno 6).*

*Eu acho vídeo melhor. Aqueles do Globo Ciência era melhor explicado, tinha um professor, ele já falava e junto mostrava exemplos das coisas e era melhor que outros que não tinha ninguém falando. Então é melhor vídeo e uma pessoa explicando (Aluno 7).*

Na TCC, a construção e a apropriação de um conceito pode demorar muito tempo, se modificar, se desconstruir, se reconstruir (VERGNAUD, 1996). Portanto, é importante que as atividades que podem gerar novos esquemas sejam variadas. Além de recursos mais elaborados como simuladores e animações, outros mais simples como textos, foram disponibilizados. A partir das afirmações expostas, nota-se que atividades de diferentes naturezas, com o uso de variados recursos podem ser significativos para a motivação do aluno, contribuindo para um avanço na conceitualização do real.

A afirmação do aluno 1 comparando a leitura feita na tela do computador e em papel, mostra que uma mesma prática (a leitura) pode tomar uma nova forma a partir de tecnologias diferentes (papel e computador). Situação semelhante ocorre para os alunos 2, 6 e 7 que apontam o vídeo como um formato que os auxilia na compreensão de fenômenos.

Para o aluno 8, não há problemas em realizar a leitura no computador ou em papel. Ele ressalta ainda que os simuladores também foram importantes em sua aprendizagem.

*eu me sinto melhor com o texto na mão, particularmente, porque eu gosto de riscar o que eu acho importante, marcar, apesar que também no computador isso pode. Mas eu acho que algo mais palpável é melhor. A parte dos simuladores eu achei muito interessante porque, no caso, essa idéia de mostrar como ocorre tal fator, assim, quando você vê algo, a imagem vale mais que mil palavras, com certeza.*

*Então é muito melhor você estar assistindo como aquilo ocorre do que você ver só uma imagem estampada num livro. Eu acho muito mais fácil (Aluno 8).*

Ao fornecer possibilidades para a construção de uma imagem mental no aprendiz, já que “colocam a imagem em movimento”, os simuladores e animações favorecem a ativação de esquemas. Estes recursos são instrumentos importantes e, se utilizados de forma apropriada pelo professor, poderão auxiliar na organização de novos esquemas. Utilizando as expressões do aluno 8, uma imagem vale mais que mil palavras, pois fornece novos elementos positivos à aprendizagem.

Em uma resposta semelhante à do aluno 8, porém sobre outras ferramentas, o aluno 2 fala da importância de recursos utilizados como facilitador e aprendizagem.

*Achei bem legal. No planetário, por exemplo, eu consegui ver melhor porque todo mundo fala que as estrelas formam desenhos no céu, mas eu nunca tinha enxergado esses desenhos e ele girava também, dava pra entender mais do movimento deles (Aluno 2).*

Quando se retoma a ideia de esquema, no contexto da TCC, novamente nota-se a importância do uso de simuladores, como demonstra o aluno 2 em sua afirmação. Como já comentado anteriormente, considerar o ponto de vista do observador é fundamental e para isso ele pode ser auxiliado por um sistema de coordenadas. Caso uma situação exija que o sujeito explique por que certas estrelas aparecem apenas no hemisfério norte ou sul, ele terá que imaginar qual é o formato de seu planeta, onde ele se encontra sobre sua superfície, que objetos ele toma como referência no céu; portanto, tentará construir uma representação mental, podendo imaginar-se fora ou sobre a superfície terrestre. Há, portanto, uma contribuição relacionada à representações do espaço.

Ao longo da aplicação do curso, essa aparente preferência pelas imagens, simulações e animações, isto é, por algum formato não estático de comunicação, fez com que as orientações sobre as aulas não acontecessem somente por escrito, mas também por animações narradas com uso de um recurso de conversão para *flash* do programa de apresentação de *slides*<sup>25</sup>. Essas modificações aconteceram durante o período de aplicação do curso, visto que a partir do contato com os alunos ficaram mais claras as necessidades por este formato. A fala dos alunos 2 e 4, confirmam esta necessidade.

---

<sup>25</sup> O software iSpring Free possui recursos para converter apresentações feitas em PowerPoint (.PPS e .PPT) para um formato mais compacto: o Flash (.SWF), que se constitui em um formato mais fácil de distribuir e armazenar.

*(...) é diferente. No texto todo escrito, você tem que ir lendo, tipo, as coisas estão paradas. No vídeo não. Ele parecia tipo uma apresentação de Power Point, então ajudava bem, as coisas iam se mexendo e isso chama a atenção (Aluno 2).*

*(...) eu consegui fazer tudo de forma simples e bem rápido, não tive dificuldade alguma. Tinha os vídeos que ajudavam a entender. Os vídeos que você postava eram bem mais claros, dava pra entender como é que acontecia tudo (Aluno 4).*

Os alunos 2 e 4 se referem às orientações em flash. Nas atividades assíncronas, nas quais era solicitado ao aluno que usasse algum tipo de simulador, essas orientações foram utilizadas para explicar as funções dos simuladores. Elas poderiam ser postadas por escrito ou simplesmente omitidas, mas o objetivo da pesquisa não era o de avaliar a habilidade do aluno com a ferramenta, mas sim garantir que eles a conhecessem e pudessem explorá-la de maneira satisfatória, além de poder acessá-las a qualquer momento.

Neste sentido, os recursos visuais foram importantes para guiar os alunos na realização das atividades de forma mais independente e constituíram em atividades mais dinâmicas.

#### **4.3.1.2 O Bate-papo**

Outro recurso destacado pelos participantes foi o bate-papo. Nas entrevistas, a importância desta ferramenta fica evidente.

*O bate-papo é interessante. Quando enche muito acho que pesa demais e então o computador ficava lento (...). Tinha que ter mais discussões no bate-papo e tinha que melhorar o bate-papo também pra isso acontecer, porque ele dá a sensação de ter gente. Eu entrava para fazer o curso e não tinha gente. Se bem que isso é bom de um lado, porque a gente concentra mais (Aluno 2).*

*Com certeza, essa interatividade entre professor e aluno é um bom fator. Apesar de você não ter a presença do professor, é o momento de você tirar suas dúvidas, debater, no caso você pode mostrar seus pontos de vista, no caso, confrontar com o professor pra você fazer uma análise mais detalhada do assunto, você tem um maior número de dados sobre a matéria que você está estudando (Aluno 8).*

Os alunos 2 e 8 destacam fatores positivos na ferramenta. O ponto central das falas é a questão da “presença virtual”. A TCC é uma teoria que aborda questões relacionadas a continuidades e rupturas entre o conhecimento dos aprendizes, entendendo-se como conhecimento o saber fazer e o saber expresso. Embora Vergnaud não tenha estudado as contribuições dos recursos digitais para estas questões de rupturas e continuidades, o presente

trabalho indica que o bate-papo é um recurso tecnológico que favorece momentos em que o professor pode avaliar a aprendizagem do aluno estimulando-o a expressar seus conhecimentos, evidenciar as regulações cognitivas e sua tomada de consciência. Portanto, esta “presença virtual” é um fator determinante para o processo regulatório e provê situações de interação social nas quais o aluno poderá construir, desconstruir, refazer e avançar na conceitualização.

Foram realizadas 2 sessões de bate-papo: uma na aula 6 e outra na aula 11. Para facilitar a identificação, o primeiro será chamado de “Dúvidas” e o outro de “Astrofísica Estelar”

A sessão Dúvidas teve como objetivo discutir questões gerais sobre o curso, incentivar a participação dos alunos ou esclarecer dúvidas sobre alguma atividade que os estudantes não tivessem compreendido. A turma foi dividida em 2 grupos, em dias e horários diferentes para que a maioria pudesse participar, e para que a discussão fosse mais dinâmica. Na primeira sessão (turma 1) participaram 6 estudantes e na segunda (turma 2), 7 estudantes.

Na figura 4.1, gerada pela ferramenta Intermap do TelEduc, é mostrada a quantidade de mensagens enviadas na sessão Dúvidas, turma 1. A sigla (OP) significa “outros participantes” que são os alunos que participaram do curso mas não são analisados neste trabalho. Na figura 4.2, apresenta-se os dados da sessão Dúvidas, turma 2.



Figura 4.1 – Número de mensagens enviadas no bate-papo “Dúvidas”, turma 1.



Figura 4.2 – Número de mensagens enviadas no bate-papo “Dúvidas”, turma 2.

O número de mensagens pode sugerir que, por ser uma sessão de esclarecimento de dúvidas, a formadora é quem possui mais postagens, por ser apenas uma pessoa respondendo

o questionamento de vários alunos. Os alunos 1, 5 e 8 que citaram na entrevista a maior facilidade oferecida pelo bate-papo, já que se declaram como alunos tímidos, são os que mais enviaram mensagens (20, 27 e 24, respectivamente). Isto indica que a ferramenta bate-papo é uma alternativa que incentiva o aluno a se expressar. Cria-se um ambiente no qual ficam registradas as informações. Os alunos podem ver com clareza as respostas que emitiram e repensar sobre elas, caso o professor conduza o debate de tal forma que os questione a respeito de suas afirmações.

Para outros alunos, no entanto, há uma preferência para as discussões presenciais. Isto indica que o professor tem um papel fundamental em escolher os instrumentos que irão auxiliá-lo na avaliação da aprendizagem. Quanto maior o número de situações que favoreçam a ativação de esquemas, maiores as chances de uma compreensão mais complexa dos fenômenos. Os alunos que têm preferência por aulas presenciais afirmam que:

*Tinha hora que ela caía bastante, assim... travava e do nada saía. Dizia que a página não pode ser exibida. Aí ficava muito cansativo, eu saía (Aluno 6).*

*Eu sinto que dá mais trabalho ficar explicando pela internet, você tem o trabalho de ter que digitar. Seria mais fácil falar "ao vivo" pra pessoa. Mas to acostumada a conversar pela net, então não tive dificuldade. Pra mim não travou nada. A sala é meio feia, mas dá pra usar (Aluno 9).*

Os alunos 6 e 9 destacam fatores técnicos como a instabilidade da sala de bate-papo, que ocorreu em todas as sessões realizadas e com maior lentidão nos momentos em que participavam maior número de alunos. O aluno 9 acrescenta que prefere a interação presencial e que já é comum em seu dia-a-dia realizar conversações pela internet. Isso sugere que é importante explorar as tecnologias digitais e suas potencialidades pois elas oferecem novas linguagens e moldam a participação do aluno em suas atividades. O aluno 9, por declarar preferir aulas presenciais, poderia não se expressar corretamente na sala de bate-papo já que não gosta de digitar. Talvez por esta razão não tenha participado da sessão. O aluno 3 também não participou da primeira sessão e, na entrevista, justificou a falta alegando impossibilidade de acesso.

Para o bate-papo realizado na aula 11, Astrofísica Estelar, o critério utilizado foi o mesmo: os estudantes foram divididos em dois grupos. Na primeira sessão, apenas o aluno 4 acessou a sala de bate-papo. O objetivo da atividade era o de promover entre os participantes uma discussão sobre os valores de massa usados por eles e, ao final, realizar uma comparação. Entretanto, isto não ocorreu. Na segunda sessão, apenas os alunos 6 e 8 conseguiram acessar,

porém somente o aluno 8 conseguiu permanecer o tempo todo na sala e desenvolveu satisfatoriamente a atividade.

A sessão de bate-papo Astrofísica Estelar teve como recurso auxiliar, o uso de um simulador da evolução das estrelas. O simulador utilizado nesta atividade – “Faça sua Própria Estrela<sup>26</sup>” – foi encontrado a partir de uma busca realizada na Internet com a inserção das palavras-chave “simulação” e “evolução estelar”. Outras animações com características semelhantes foram consultadas, mas este foi o que apresentou funcionalidades mais próximas do que se tinha proposto no planejamento das atividades.

A Figura 4.3 mostra o simulador “Faça sua Própria Estrela”.

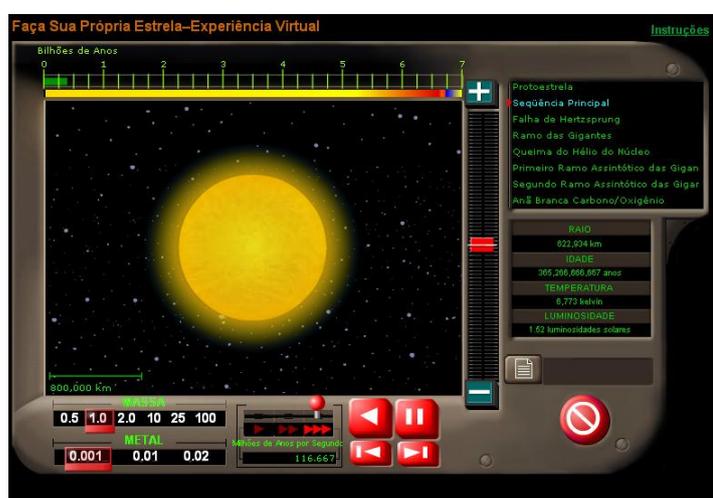


Figura 4.3 – Simulador “Faça sua própria estrela”

Este simulador foi utilizado como ponto de discussão entre formadora e alunos por meio da interação mediada pela ferramenta de bate-papo, na qual os alunos foram conduzidos e orientados na execução da atividade.

No contexto da TCC, uma situação é entendida no sentido de se resolver uma tarefa. Portanto, tanto conceitos como problemas a serem resolvidos constituem-se em situações que promovem o desenvolvimento cognitivo. Este simulador foi usado como uma das atividades da situação elaborada, denominada “Evolução Estelar” e está descrita na tabela 3.1.

Como ocorreu a participação de apenas dois alunos (aluno 4 e aluno 8), optou-se por apresentar e discutir os pontos mais importantes das duas sessões de forma mais detalhada.

A primeira sessão foi realizada no dia 22/03/12, iniciando-se por volta das 14:00. Os alunos foram informados na aula 10 de que na aula 11 deveriam acessar a sala de bate-papo e, para isso, foram disponibilizados dois horários. Apenas o aluno 4 participou da primeira sessão.

<sup>26</sup> O simulador tem acesso gratuito e seu download poderá ser feito para fins educacionais em <http://www.planetseed.com/pt-br/node/20317>. Acesso em 12 fev. 12.

O aluno teve um tempo para acessar o simulador e explorar suas funcionalidades. Após este período iniciou-se a discussão. O trecho a seguir ilustra a orientação fornecida a ele.

*(14:49:19) Aluno 4 fala para Formadora: tudo bem*

*(14:50:00) Formadora fala para Aluno 4: você vai escolher a opção 1.0 para a massa e 0.02 para a qtd de metal*

*(14:51:14) Aluno 4 fala para Formadora: ok e agora ?*

*(14:51:20) Formadora fala para Aluno 4: Esse número 1.0 pra massa, corresponde a 1 massa solar, portanto, 25, seria uma estrela com 25 vezes a massa do sol... e assim por diante*

*(14:51:33) Formadora fala para Aluno 4: deixe em 1.0 . Vamos ver a evolução do sol. Você deve prestar atenção nos valores de temperatura, a medida em que a evolução acontece. Ok?*

*(14:53:27) Aluno 4 fala para Formadora: ok*

*(14:55:11) Aluno 4 fala para Formadora: que legal rs*

*(14:55:30) Formadora fala para Aluno 4: em qual fase, ele permaneceu por mais tempo?*

*(15:03:05) Aluno 4 fala para Formadora: sequencia principal ?*

*(15:03:13) Formadora fala para Aluno 4: Isso!*

*(15:04:36) Formadora fala para Aluno 4: bom, no início você notou que tinha tipo uma nuvem?*

*(15:05:01) Aluno 4 fala para Formadora: notei sim, o que era ?*

*(15:05:12) Formadora fala para Aluno 4: uma nebulosa*

*(15:05:40) Formadora fala para Aluno 4: por que vc acha q ela se transformou em uma estrela e ficou esférica?*

*(15:08:48) Aluno 4 fala para Formadora: por causa da energia gravitacional?*

Este trecho apresenta a possibilidade de se realizar uma atividade de caráter exploratório e que proporciona uma situação de interação entre professor e aluno. Nas entrevistas, os alunos destacam o bate-papo como um importante aliado na comunicação entre os participantes. O aluno 4, fez uma observação importante sobre isso.

*O bate-papo eu achei interessante porque a gente pode consultar ele depois e eu comentei na sala com uma amiga que ela podia olhar lá pra fazer a atividade (Aluno 4).*

Isso indica outra contribuição deste recurso do AVA: a possibilidade de registro. Fazendo uma comparação, em aulas presenciais não se tem a possibilidade de registrar a discussão feita com os alunos em sala. A única alternativa seria gravar as aulas em áudio e depois transcrevê-las, algo que é muito trabalhoso e muitas vezes não há tempo para isso. Com o uso do bate-papo, este registro é natural e pode ser consultado após o término da

sessão. Os alunos precisam elaborar uma resposta, necessitando de um tempo maior do que dispõem na sala de aula presencial.

Do ponto de vista da TCC, as concepções dos alunos poderão ser alteradas se entrarem em conflito com situações as quais não se aplicam. O registro possibilita ao aluno um constante retorno às suas afirmações, às respostas fornecidas, aos valores investigados, como no caso do simulador de evolução estelar. O bate-papo é uma ferramenta que auxilia o aluno na compreensão de sua própria aprendizagem. Retornar àquilo que fez lhe dá a chance de reformular suas concepções.

É válido ressaltar que o bate-papo é somente um instrumento comunicacional que favorece as trocas dialógicas entre professores e alunos e entre os próprios alunos. O formato da atividade aplicada e os recursos oferecidos pelo simulador complementam a atividade e esta é apenas uma etapa da situação elaborada. Os alunos são colocados em ação e precisam analisar as informações do simulador e tentam compreender a simulação do processo. A indagação da formadora, no trecho a seguir, completa essas ideias.

*(15:24:21) Aluno 4 fala para Formadora: podem ? nossa, que legal !*

*(15:24:32) Aluno 4 fala para Formadora: ok*

*(15:27:15) Aluno 4 fala para Formadora: Protoestrela, sequencia principal, falha de Hertzsprung, queima de hélio do núcleo, estrela de hélio nua e estrela de neutrons*

*(15:27:28) Formadora fala para Aluno 4: isso*

*(15:27:32) Formadora fala para Aluno 4: então, qual o fator mais importante para sabermos se estrela evoluirá para anã branca, estrela de neutrons ou buracos negros?*

*(15:28:24) Aluno 4 fala para Formadora: a massa ?*

*(15:28:33) Formadora fala para Aluno 4: Exatamente*

Observa-se que o aluno 4 visualizou todo processo de formação e, pela modificação dos parâmetros do simulador, conseguiu concluir que a massa inicial é o fator determinante para a evolução da estrela.

O aluno 8 participou da sessão realizada no dia 22/03/12, por volta das 18:00. Três alunos conseguiram acessar a sala de bate-papo, mas por questões relacionadas à velocidade de acesso, estes outros não completaram a atividade.

Foi perguntado ao aluno 8, por que ele observou diferenças nos valores de temperatura em diferentes fases das estrelas. Iniciou-se um debate a partir deste questionamento.

*(18:26:32) Formadora fala para Aluno 8: Como você explicaria essa diferença?*

*(18:27:03) Aluno 8 fala para Formadora: durante a fase de sequência principal ela está liberando energia*

*(18:27:16) Aluno 8 fala para Formadora: por isso a temperatura aumenta*

*(18:27:22) Formadora fala para Aluno 8: Ok*

*(18:27:28) Aluno 8 fala para Formadora: e ela consome sempre mais e mais*

*(18:27:43) Formadora fala para Aluno 8: O que pode ter gerado essa energia?*

*(18:28:11) Aluno 8 fala para Formadora: creio que seja a queima de algum elemento*

*(18:28:17) Aluno 8 fala para Formadora: hélio ou hidrogênio*

*(18:29:15) Formadora fala para Aluno 8: hidrogênio em hélio*

A formadora questiona a origem da liberação de energia pela estrela. Ao longo da sessão, intervenções como esta foram feitas com o objetivo de investigar se o aluno conseguia elaborar algum tipo de explicação baseado nas observações que realizou com o auxílio do simulador.

No fragmento a seguir, mais um indício de que a atividade proporcionou um momento de reflexão ao aluno.

*(18:35:16) Formadora fala para Aluno 8: Isso! Por que a cor muda?*

*(18:35:39) Aluno 8 fala para Formadora: pq há uma variação de temperatura, na qual a cor se adapta*

*(18:36:02) Aluno 8 fala para Formadora: por exemplo, com elevação brusca em anã branca ela ficou azul*

*(18:36:17) Formadora fala para Aluno 8: O que tem na estrela que faz com que a enxerguemos azul ou amarela?*

*(18:36:49) Aluno 8 fala para Formadora: os gases no núcleo?*

*(18:37:08) Formadora fala para Aluno 8: Então os gases tem cores?*

*(18:37:50) Aluno 8 fala para Formadora: não, acho isso pq pensei pelo lado de termometria*

*(18:38:22) Formadora fala para Aluno 8: e o que vc pensou?*

O penúltimo questionamento causou certa instabilidade na afirmação do aluno 8. A pergunta “Então os gases tem cores?” gerou um momento de incerteza e desequilíbrio, fornecendo a possibilidade para o próximo questionamento: “o que você pensou?”.

Estas intervenções caracterizam o uso do método de interlocução (MI), descrita no capítulo 3. O objetivo deste método é gerar subsídios para que se ultrapasse a ideia de transmissão nos processos comunicacionais onde, a partir de situações de interação social evidencie-se regulações cognitivas.

Como o sujeito está em uma situação de ação, ou, do ponto de vista da TCC, ele é o sujeito-em-ação, pode fornecer ao professor elementos importantes, de modo que se ele consegue expor tudo o que pensa, seja em forma de expressões matemáticas, fórmulas,

enunciados, o professor terá condições de promover uma regulação e ao mesmo tempo avaliar. Na sequência, o aluno 8 completa:

*(18:39:11) Aluno 8 fala para Formadora: q os elementos com as oscilações de temperatura sofrerão reações que provocarão a presença de uma determinada cor*

*(18:40:44) Formadora fala para Aluno 8 : Vc comparou essa reação a algum outro evento? Algo que tenha achado semelhante?*

*(18:41:39) Aluno 8 fala para Formadora: não,pensei em coisas comuns,tipo:a chama azulada do fogão em contraste com a chama amarela da vela . Essas coisas*

Nas atividades da aula 10, os alunos tiveram a possibilidade de ler textos e participar de um fórum de discussão sobre a formação das estrelas. Na ocasião, tiveram acesso ao texto que abordava a questão das cores das estrelas e por que elas eram diferentes neste aspecto. A atividade com o uso do simulador proporcionou outro contexto para que o mesmo fenômeno pudesse ser observado. Segundo a TCC, conceitos ganham sentido nas situações e esta pode ser compreendida com o domínio de conceitos de naturezas distintas. Para isto, um número variado de situações favorece o entendimento cada vez mais elaborado na busca da compreensão mais ampla do CC. Desta forma, o aluno 8 conseguiu fazer as conexões necessárias entre as atividades, complementando seu conhecimento.

### **4.3.1.3 O Portfólio**

Outros recursos do AVA destacaram-se nesta pesquisa. Como as concepções dos alunos só serão alteradas se entrarem em conflito com situações às quais não se aplicam, é função do professor oferecer-lhes situações de ativação de esquemas e também a outras que os levem à acomodação dos esquemas prévios, reconstruindo-os em termos de novas relações diante de dados novos (VERGNAUD, 1990).

Neste contexto, uma ferramenta do AVA que foi citada por muitos alunos na entrevista foi o portfólio. No AVA TelEduc, esta ferramenta possibilita que o aluno elabore uma resposta e o formador faça um comentário. O aluno pode responder a este comentário e iniciar um diálogo sobre a situação proposta. Isto significa que a ferramenta traz a possibilidade de reconstruir respostas que contenham algum tipo de equívoco conceitual ou que tenham poucos indícios de que o aluno domina os conceitos. Isto é identificado pelos conceitos-em-ação e teoremas-em-ação que os estudantes conseguem expor. Fica mais explícito ao formador como ocorreu a aprendizagem se aluno conseguir explicar ao máximo suas ideias e compreensões.

Título	Data	Compartilhamento
Atividade 1.3	08/03/2012 14:45:55	Compartilhado com Formadores
<b>Texto</b>		
<p>1) Aristóteles foi um personagem muito importante para a antiguidade, deixando um conhecimento riquíssimo. Durante séculos a reflexão científica foi pautada por ele, para Aristóteles só havia um único mundo, o que nós vivemos, divergindo das ideias de Platão que acreditava em dois mundos, o mundo compreendido pelos nossos sentidos, concreto e um mundo abstrato, um mundo das ideias. Aristóteles tinha como ideal a percepção de que o universo era como o interior de uma cebola, ou seja, o universo tinha início, meio e fim, era redondo e geocêntrico (a terra no centro do universo). Hoje sabemos que a terra não é o centro do universo, porém Aristóteles não foi o único que se enganou em relação ao posicionamento da terra... Todas as demais teorias eram baseadas no surrealismo. Para os gregos a ideia fundamental era que o universo estaria ordenado, que teria uma ordem, baseado primeiramente na religião para mais tarde ter uma explicação a título de uma cosmologia, racional. Além de se aprofundar no universo, Aristóteles também investigou a natureza, tendo uma ajuda fundamental de Alexandre, o Grande. Podemos então, classificá-lo como o primeiro anatomista como ciência, tendo como principal interesse os vertebrados (animais com sangue) e o invertebrados (animais sem sangue). Por fim uma questão de Aristóteles que permanece até hoje é a metafísica e a ética, a tese de que há alguma coisa de permanente que permite explicar as modificações que um objeto vai sofrer ao longo de sua existência.</p> <p>2)O movimento seria resultado da passagem do ser de uma instância para a outra,ou seja,do ser em ato(manifestação atual do ser,existente) do ser em potência (as possibilidades do ser,aquilo que ainda não é mas pode vir a ser).Se utilizássemos as quatro causas fundamentais no caso da fogueira,veremos que a causa material é a lenha;a causa formal,a forma própria e uma chama da fogueira;a causa eficiente é o ser humano e a causa final seria para aquecer-se ou cozinhar os alimentos.</p> <p>3) Porque a massa do Sol é milhares de vezes maior que a massa da Terra e dos outros planetas do sistema. E o Sol ao girar, cria um campo magnético chamado gravidade, assim como todos os corpos celestes. Ao mesmo tempo em que o Sol "puxa" para si ele repele, como ímãs opostos. Como o Sol tem maior massa sua força gravitacional é bem maior e ele atrai todos os planetas, fazendo-os girar a seu redor. O Sol também gira em torno de um astro maior do que ele, a estrela Vega, que tem massa muitas vezes maior que a do Sol, são como elétrons girando em torno de um núcleo. Portanto, sua ideia era considerada errada, havendo mudanças de conceitos após Nicolau Copérnico elaborar uma outra hipótese racional, o heliocentrismo.</p>		
<b>Comentário</b>	<b>Emissor</b>	
<a href="#">Comentário feito em 14/03/2012 10:42:21</a>	Aluno 4	
<a href="#">Comentário feito em 08/03/2012 15:36:22</a>	Formadora	
<a href="#">Comentário feito em 08/03/2012 15:24:40</a>	Aluno 4	
<a href="#">Comentário feito em 08/03/2012 15:11:12</a>	Formadora	
<a href="#">Comentário feito em 08/03/2012 15:03:22</a>	Aluno 4	
<a href="#">Comentário feito em 27/02/2012 18:43:21</a>	Formadora	

Figura 4.3 – Comentários no portfólio do aluno 4

A figura 4.3 apresenta a resposta elaborada pelo aluno 4 para a atividade 1.3, na qual ele deveria responder a três questões acerca do vídeo que havia sido proposto na atividade 1.1.

Para investigar como o estudante constrói seu raciocínio diante de suas respostas apresentadas, é importante envolvê-lo em uma discussão que o faça refletir sobre suas colocações. Este raciocínio do aluno 4, é composto por esquemas de conhecimento, cujos ingredientes são os invariantes operatórios.

Em relação à figura 4.3, o diálogo estabelecido nos comentários, que aparecem em destaque, é o seguinte:

*Formadora: “Oi Aluno 4! Gostei do seu resumo sobre as ideias de Aristóteles! Estão bem claras.*

*Gostaria que você tentasse responder a número 2, inserindo um comentário, ok?*

*Pense: por que Aristóteles criou essa teoria dos 4 elementos? Como ele explicaria a queda da água de uma cachoeira?*

*Na questão 3 você escreveu “Como o Sol tem maior massa sua força gravitacional é bem maior e ele atrai todos os planetas”. Então, é a massa que “cria” a gravidade?*

*Ou a gravidade é algo de natureza magnética.*

*Abraços!*

*Aluno4: “Sim, é a massa que “cria” a gravidade. Quanto maior forem as massas dos corpos, maior será a atração entre eles”.*

*Formadora: “Você escreveu: “Quanto maior forem as massas dos corpos, maior será a atração entre eles”. Então eu pergunto: quanto maior forem “as massas” (da terra e do sol), ou “a massa” do Sol? Não é uma atração entre eles? Então apenas 1 deles participa da interação gravitacional”?*

*Aluno 4: “Li que entre uma pessoa e o planeta Terra, existe atração mútua, porém como a massa da Terra é muito maior, ela vence, puxando a pessoa para ela. No caso do Sol e da Terra, apesar do Sol ter muito mais massa que a Terra, devido a distância sua atração direta sobre as pessoas se torna também desprezível, mas não para a Terra”.*

*Formadora: Se o Sol atrai a terra com maior intensidade, por que a Terra não colide com o Sol?*

*Aluno 4: Porque A força gravitacional do Sol é mais poderosa que a da Terra e faz a Terra e os outros planetas girarem em torno dele .O Sol possui força suficiente para prender os astros em sua órbita mas naum arrasta-los.*

A ferramenta, neste caso, foi fundamental para a interação entre o participante e a formadora. Elas promoveram um diálogo que foi elegendo informações importantes, identificadas por meio da exposição dos conceitos e teoremas-em-ação do aluno.

Por exemplo, um teorema-em-ação apresentado pelo aluno 4 foi: *é a massa que “cria” a gravidade. Quanto maior forem as massas dos corpos, maior será a atração entre eles.* Em seguida, a formadora identifica que falta algo neste teorema-em-ação para que os conceitos estudados sejam melhor compreendidos. A formadora faz, então, a seguinte intervenção: *Se o Sol atrai a terra com maior intensidade, por que a Terra não colide com o Sol?* O aluno precisa buscar em seu repertório de esquemas, aquele que consiga solucionar este problema.

Na entrevista, o aluno 4 afirma que não realizou buscas em outras páginas da internet para tentar resolver a questão e que tentou raciocinar com os recursos que lhe eram acessíveis no ambiente e também com comentários de outros colegas. Estes comentários não estão registrados no AVA e provavelmente podem ter sido feitos presencialmente, já que os participantes estudam na mesma escola.

*em outras páginas não. Eu pensei em cima de outros comentários que outros colegas fizeram. Eu reformulava o que eu tinha escrito porque via que tava errado (Aluno 4).*

O aluno 4 então leva um certo tempo para responder. De acordo com a figura 4.3, que mostra os comentários em ordem decrescente de postagem, o aluno responde seis dias

depois: *O Sol possui força suficiente para prender os astros em sua orbita mas naum arrastalos.*

Os fundamentos básicos para o entendimento do conceito de gravidade não foram completamente entendidos pelo aluno em questão. Apesar de atribuir à massa o papel principal para determinar a existência de gravidade, a compreensão de que esta é uma força que age tanto na Terra como no Sol, com a mesma intensidade, ainda não aparece. Surge então a necessidade de se desenvolver outras atividades, onde o conceito de gravidade possa ser explorado.

Na mesma atividade, o aluno 6 pouco escreveu e, embora tenha respondido ao comentário feito, o diálogo não continuou.

Meus Portfólios	Portfólios Individuais	Portfólios de Grupos	Portfólios Encerrados
Ver Outros Itens		Histórico	Comentar
Título	Data	Compartilhamento	
 Atividade 1.3	16/02/2012 14:38:51	Compartilhado com Formadores	
Texto			
<p>1) Aproximadamente 2300 anos atrás, época em que Aristóteles viveu, um gênio. Com 17/18 anos foi fazer intercâmbio em Atenas, na escola de Platão, onde era chamado de cérebro da escola. Houve uma discordância entre os dois, porque para Platão existia dois mundos e para Aristóteles só um. Para ela a Terra era o centro do universo. Também estudou mais de 500 espécies, inclusive os que conhecemos hoje como vertebrados e os invertebrados. Também tornou-se uma grande amigo de Alexandre, O Grande.</p> <p>2)</p> <p>3) Porque para Aristóteles a Terra era o centro do universo. E na verdade, o universo não tem centro, pois é infinito.</p>			
Comentário		Emissor	
<a href="#">Comentário feito em 08/03/2012 11:52:10</a>		Formadora	
<a href="#">Comentário feito em 28/02/2012 14:07:02</a>		Aluno 6	
<a href="#">Comentário feito em 27/02/2012 18:55:49</a>		Formadora	

Figura 4.4 – Comentários no portfólio do aluno 6

O conteúdo dos comentários é apresentado a seguir.

*Formadora: Oi Aluno 6, tudo bem? Tente responder a número 2, inserindo um comentário, ok? Só não entendi uma coisa em seu resumo: para Aristóteles, os fenômenos que ocorriam na Terra têm as mesmas características daqueles que acontecem no céu? Aristóteles tinha condição de saber que a Terra girava? Você consegue perceber o movimento da Terra? Um abraço!*

*Aluno 6: Na minha opinião sim, pois o céu era o “centro” da Terra e ela era o centro do universo. Realmente não consigo fazer o comentário do 2.*

*Formadora: Para Aristóteles tudo poderia ser explicado através dos 4 elementos: terra, água, fogo e ar. Tudo buscava seu lugar natural. Por exemplo: objetos que caíam no chão deveriam possuir o elemento terra, pois ele buscava seu lugar natural, a Terra. E no caso da queda da água de uma cachoeira? E para o fogo?*

Quando Vergnaud afirma que as situações devem ser frutíferas, ele se refere também ao modo como o professor conduz as atividades de aula. Neste exemplo, citado na figura 4.4,

tem-se uma tentativa de se estabelecer uma situação de interlocução, porém, sem sucesso, pois o aluno não dá continuidade ao diálogo.

Na entrevista, o aluno 6 emitiu o seguinte comentário sobre o portfólio:

*O portfólio ajudou sim porque se eu responder errado, você vai corrigindo até a gente chegar na resposta certa, então a ferramenta ajuda sim. Mas eu mantive minha resposta porque geralmente eu não respondia ao seu comentário, porque se tivesse errado eu podia errar mais ainda (Aluno 6).*

Um fator importante identificado na resposta do aluno 6 sobre o portfólio está relacionado ao fato dele ter uma visão de “certo ou errado” e não uma visão mais próxima de uma “construção”. Apesar de justificar dizendo que pode ir corrigindo até chegar na resposta certa, fica a impressão de sua resposta precisa ser definitiva já que complementa com *porque se tivesse errado eu podia errar mais ainda*. Isso mostra uma visão do aluno 6 de que o conhecimento é definitivo, não construído, ou o aluno fornece uma resposta certa ou está reprovado.

Em outra atividade postada na aula 4, cujo objetivo era realizar uma discussão a respeito de um vídeo sobre as ideias de Galileu, os alunos responderam a três questões em seus portfólios. Eles deveriam responder às seguintes questões:

#### Questões da atividade 4.2

1) De acordo com as afirmações feitas no vídeo, é muito difícil percebermos que a Terra se move. Ele faz uma comparação sobre o modelo de Ptolomeu (geocêntrico) e o modelo de Copérnico (heliocêntrico). Explique o que você entendeu dessa comparação.

2) A Lua observada por Galileu era formada de crateras, planícies, vales e montanhas que podiam chegar a 4000 metros. Como esta constatação afetou a teoria de Aristóteles sobre os cinco elementos constituintes do Universo?

3) Outra importante contribuição de Galileu à ciência, tem relação com o movimento de queda dos corpos. Que contribuições foram estas?

O aluno 7 produziu a resposta que pode ser vista na figura 4.5.

Meus Portfólios	Portfólios Individuais	Portfólios de Grupos	Portfólios Encerrados
Ver Outros Itens		Histórico	Comentar
Título	Data	Compartilhamento	
Atividade 4.2	10/03/2012 15:19:04	Compartilhado com Formadores	
Texto			
<p>1) Que as duas teorias eram matemáticas, e Copérnico conseguiu simplificar com menos cálculos, menos complicações.</p> <p>2)</p> <p>3) Foi de que se um corpo tivesse em movimento e não houvesse nada para pará-lo e nem acelerá-lo, ele continuaria em movimento. E que se tiver uma coisa parada, e não tiver nenhuma força atuando sobre ela, ela vai continuar parada.</p>			
Comentário		Emissor	
<a href="#">Comentário feito em 16/03/2012 19:28:21</a>		Formadora	
<a href="#">Comentário feito em 16/03/2012 18:14:35</a>		Aluno 7	
<a href="#">Comentário feito em 11/03/2012 09:48:18</a>		Formadora	

Figura 4.5 – Portfólio do aluno 7 na atividade 4.2

Os comentários feitos pela formadora e pelo aluno 7 são descritas a seguir.

*Formadora: Aluno 7, a questão 3 pergunta: "Outra importante contribuição de Galileu à ciência, tem relação com o movimento de queda dos corpos. Que contribuições foram estas?" Como a sua resposta pode se relacionar com essa questão? E na questão 2, por que o fato da lua ter crateras, vales e montanhas afetava as ideias aristotélicas? Como eram céu e terra para Aristóteles? Um abraço.*

*Aluno 7: 2) Que tudo formado no universo era consequência, para Aristóteles a Terra era separada do universo. 3) Que  $\Delta S/\Delta t$  ao quadrado dá uma constante.*

*Formadora: Muito bom, Aluno 7!*

Neste diálogo, a formadora avalia que, para os objetivos da aula, a resposta fornecida pelo aluno 7 apresenta todos os elementos importantes para que ele tenha alcançado momentaneamente o conhecimento objetivado pela atividade. Como ele não escreveu conceitos ou teoremas que pudessem ser questionados, a formadora entendeu que poderia encerrar a discussão.

No caso apresentado, o aluno 7 poderia possuir um domínio maior sobre o tema em questão. Porém, o formato no qual se apresentou a atividade não promoveu momentos frutíferos para discussão. Questões do tipo “fechadas”, nas quais existem respostas esperadas, não forneceram ao aluno oportunidades de desequilíbrio e reequilíbrio.

Na entrevista, o aluno 7 sugere mudanças no formato de apresentação do portfólio, destacando que o fato de receber comentário sobre suas respostas foi positivo.

*Essa parte de comentar eu achei boa porque quando a gente errava uma questão, a senhora ia lá e comentava, a gente tinha que pesquisar de novo o que era certo e ajudava mais a aprender. Seria melhor também, se os comentários pudessem ser lidos na mesma página, pois tem que abrir cada comentário pra ler (Aluno 7).*

A categoria RA apresentou as características relevantes dos recursos do AVA que foram citados pelos alunos nas entrevistas. Foram identificados três aspectos relevantes nessas citações, as quais são enunciados a seguir.

1) Os alunos têm preferência por recursos “não estáticos” quando encontram-se em atividades realizadas no computador. Entende-se por recursos não estáticos, elementos que contém imagens, simulações ou animações. Textos ou orientações por escrito não se enquadram neste entendimento.

As contribuições ocorrem no sentido de fornecer elementos mais objetivos para a situação em desenvolvimento. Não fornecem compreensões profundas sobre determinado conceito ou lei científica, entretanto, estimulam a continuidade na realização das tarefas.

2) A ferramenta bate-papo é um recurso do AVA que proporciona a mediação da comunicação entre os participantes. Analisando a partir do ponto de vista da TCC (embora a teoria não seja aplicada ao estudo das TIC) ela é uma ferramenta que favorece momentos de regulação cognitiva dos alunos na atividade a ser desenvolvida. No caso citado, que apresentou o simulador “Faça sua própria estrela”, o bate-papo constituiu-se no meio pelo qual as conversas ficaram registradas e puderam ser acessadas pelos alunos. O objetivo inicial era promover discussões entre os alunos e, em um primeiro momento, avaliar o bate-papo sob o ponto de vista interacional, o que não foi possível devido à baixa participação. Isso foi contornado com a análise das mensagens trocadas, identificando que esta ferramenta favoreceu a interação professor-aluno.

3) O portfólio apresentou contribuições de forma parecida com o bate-papo. A diferença está na forma assíncrona de postagens, que oferece ao aluno mais tempo para pensar e elaborar melhor suas respostas. Do ponto de vista da TCC, facilitou a identificação de conceitos e teoremas-em-ação, que fornecem informações importantes ao professor sobre como o aluno passa a dominar determinado conceito. Essa facilitação ocorreu devido à estrutura do portfólio que possui um link para postar comentários.

A categoria RA analisou quais características dos recursos AVA utilizados contribuíram para a aprendizagem do CC da Astronomia. A próxima categoria apresenta a análise dos dados do ponto de vista da interação em si.

### **4.3.2 Categoria IA**

A categoria IA classifica os dados coletados com base nas afirmações feitas pelos estudantes nas entrevistas e com estatísticas obtidas por meio da ferramenta Intermap do AVA TelEduc. Durante as sessões de entrevista percebeu-se que os alunos citaram o fator “interação” como algo que favorece as discussões no AVA. Entretanto, a forma como interpretam esta interação está mais próxima da interação professor-aluno que da interação aluno-aluno.

Vergnaud (1996) afirma que

(...) mas a organização de uma situação didáctica num projeto colectivo de investigação para a classe pressupõe a consideração, simultaneamente, das funções epistemológicas de um conceito, do significado social dos domínios de experiência aos quais ele faz referência, dos jogos de papel entre os actores e a situação didáctica, dos recursos do jogo, do contrato e da transposição (VERGNAUD, 1996, p.178)

Entende-se, portanto, que a interação ocorre entre todos os elementos envolvidos no processo educativo. No caso estudado neste trabalho, isto significa que a interação aluno-aluno, professor-aluno e aluno-AVA são fatores relevantes na análise dos elementos que contribuem para a aprendizagem de um CC.

Durante todo período do curso, a interação que mais de destacou foi a “professor-aluno”. Isso provavelmente ocorreu pelo fato da maior parte das resoluções das atividades serem postadas nos portfólios individuais, o que dá uma menor abertura às trocas de informações entre os participantes, embora seja possível que um aluno comente a atividade do colega.

Com o auxílio dos gráficos de interação gerados pelo AVA, pode-se concluir que a medida em que as atividades no fórum de discussões eram mais frequentes, as trocas de mensagens entre os alunos começava a acontecer, porém, de forma muito tímida. Neste sentido, não se pode considerar que a interação aluno-aluno tenha sido um fator relevante no avanço os estudantes com relação à aprendizagem do CC da Astronomia.

É possível ainda que tenha ocorrido no AVA algum tipo de interação aluno-aluno. Por questões de privacidade, os formadores não têm acesso ao conteúdo das mensagens quando estas não são encaminhadas a eles.

As figuras 4.6, 4.7, 4.8 e 4.9 mostram as interações entre os participantes e a formadora.

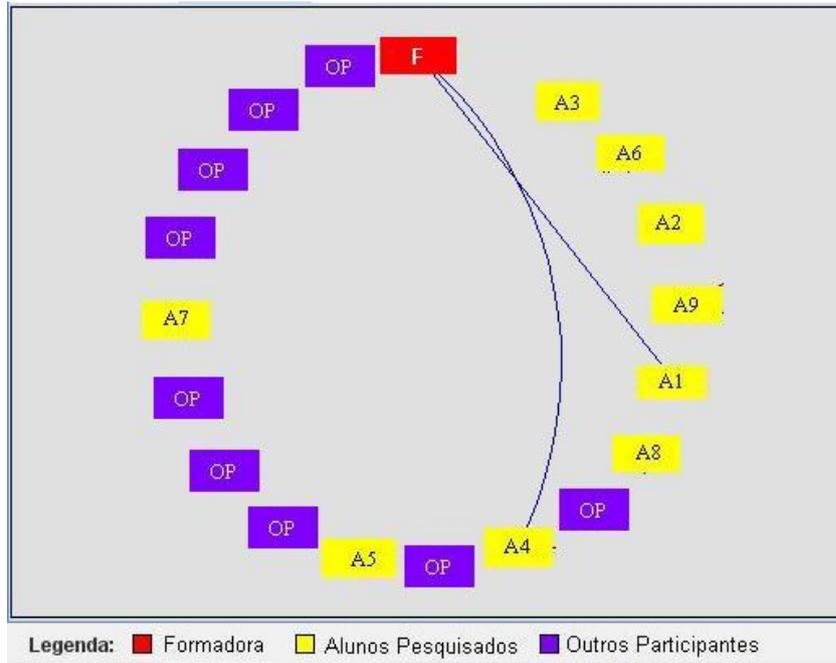


Figura 4.6 – Interações no fórum da aula 6

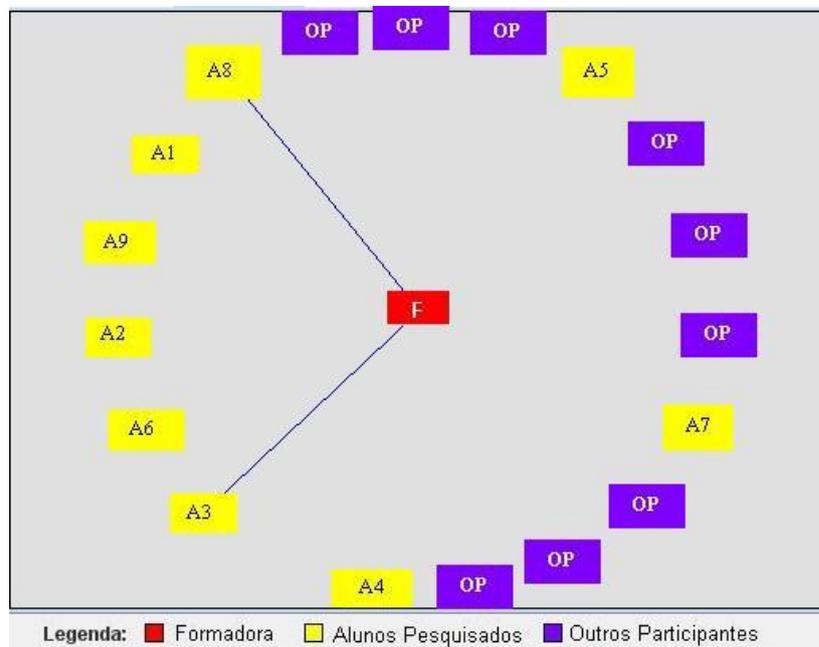


Figura 4.7 – Interações na atividade da aula 7

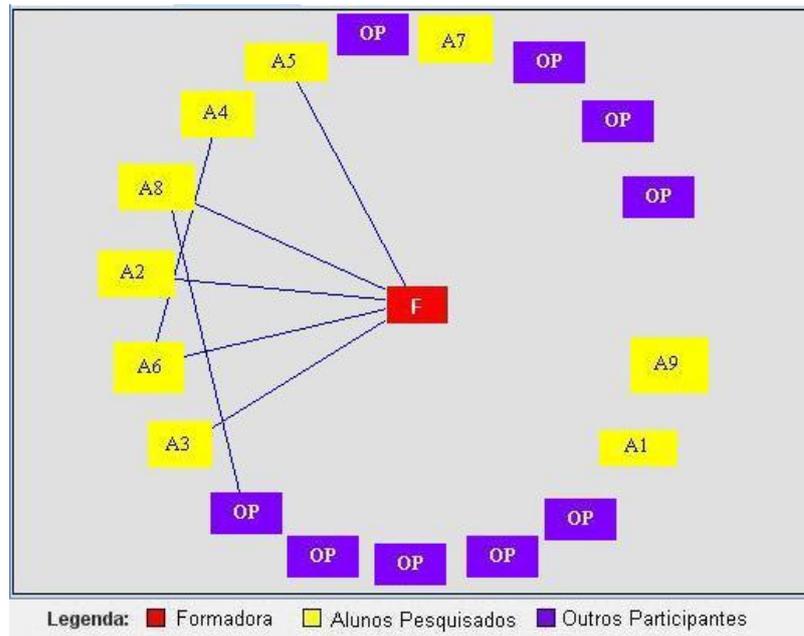


Figura 4.8 – Interações no fórum da aula 9

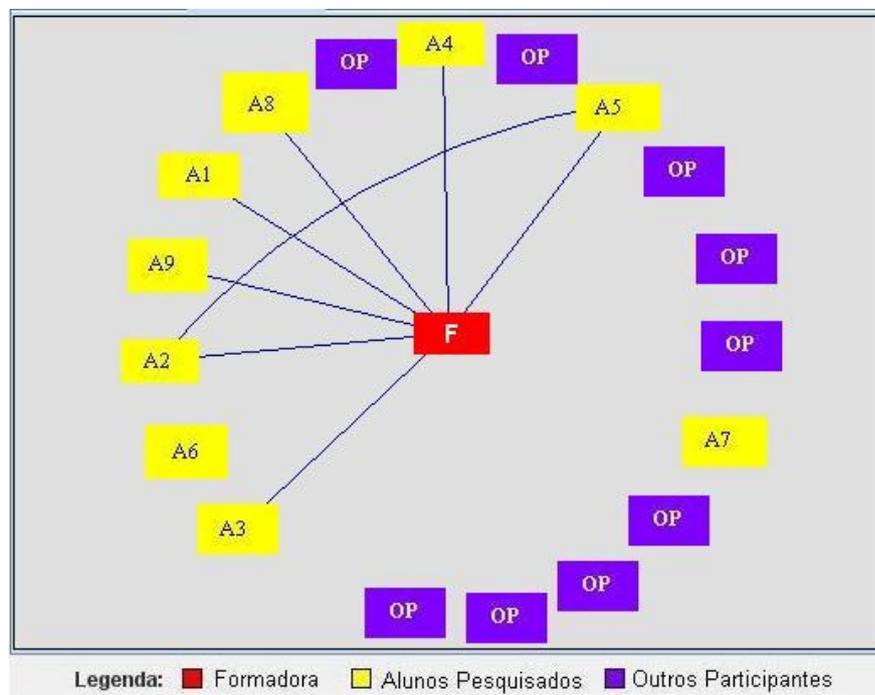


Figura 4.9 – Interações no fórum da aula 10

A tabela 4.2 resume o número de participações indicando as interações realizadas entre os alunos.

Tabela 4.2 – Número de participações

Aula	Nº de alunos	Nº de interações aluno-aluno	Alunos
6	2	0	A1, A4
7	2	0	A3, A8
9	5	2	A3, A4, A5, A6, A8
10	7	1	A1, A2, A3, A4, A5, A6, A8, A9

Apenas nos fóruns das aulas 9 e 10 (figuras 4.8 e 4.9) os alunos começaram a responder ou comentar as postagens dos colegas. No fórum da aula 10, todos os estudantes pesquisados postaram mensagens, porém, houve somente 1 interação aluno-aluno.

Uma consideração importante que deve ser feita é que o tipo de ferramenta escolhida no AVA para determinada atividade e também o direcionamento dado pelo professor determinam de forma direta o processo de interação.

Foram realizados 4 fóruns de discussão, 8 atividades para serem respondidas e postadas no portfólio individual e 1 no portfólio de grupo. Para esta atividade de grupo foram formadas 6 equipes e apenas 1 delas postou a atividade. Desta forma, o curso privilegiou atividades que favoreceram muito mais a interação professor-aluno.

Com relação ao conteúdo das entrevistas, o aluno 1 teve uma postura mais individualista quanto a sua participação.

*Respondia só a minha, não olhava a dos outros. Eu lia o material e assistia os vídeos e não me preocupava com o que os outros escreviam. Acho que facilita a interação entre os colegas, mas como eu fiz um curso pra mim mesmo, não usei muito (portfólio) (Aluno 1).*

O aluno 3 também emite sua opinião sobre a interação.

*Eu perguntei pra eles por e-mail. Eu acho que o e-mail foi útil. Eu usei quando não conseguia achar mesmo algumas coisas mais difíceis. Aconteceu de eu ver que a minha resposta tava bem diferente dos outros e aí eu pesquisei outra vez. Então ajudou muito. Não fiz o trabalho (em grupo), ninguém entrou em contato (Aluno 3)*

O aluno 4 também expõe suas ideias, mas considera que a interação mais importante ocorre entre professor-aluno, já que compreendeu melhor as atividades nas quais era orientada pela formadora.

*Eu acho que tem que ter a interação de todo mundo. Teve uma vez que você explicou pra mim sozinha na sala e eu achei melhor (Aluno 4).*

Ao mesmo tempo, o aluno 4 acredita ser importante a participação de todos os envolvidos no processo.

O aluno 5 considerou a interação com os colegas insuficiente, citando apenas a interação na atividade em grupo.

*A interação foi pouca. Eu mandei uma mensagem para os colegas mas eles não responderam aí acabou passando (Aluno 5).*

A opinião do aluno 8 sobre a interação está presente quando fala da mesma atividade em grupo citada pelo aluno 5.

*é sempre bom no caso discutir algo em grupo porque cada um apresenta seu ponto de vista, a gente pode chegar numa conclusão juntos, vamos supor, ah eu acho que é aquilo, ah não eu acho que é assim... etc... essa miscelânea no caso de conteúdos faz com que a gente chegue em algo mais concreto e que seja de bom tamanho pra todo mundo a ferramenta de comentar é super importante, é um meio de você no caso interagir, aprender com as dificuldades que você tem (Aluno 8).*

O aluno 8 demonstra em sua fala, um entendimento mais completo sobre a importância do conhecimento de cada participante e que isto pode acrescentar novas ideias para sua própria compreensão. Além disso, o aluno 8 destaca a questão da interação no portfólio e a considera importante, pois pode rever o que escreveu e avaliar sua própria postagem.

Com a única atividade em grupo, o objetivo era avaliar o uso das ferramentas de comunicação do AVA, entre elas, o correio. A figura 4.10 mostra as mensagens trocadas entre os participantes.

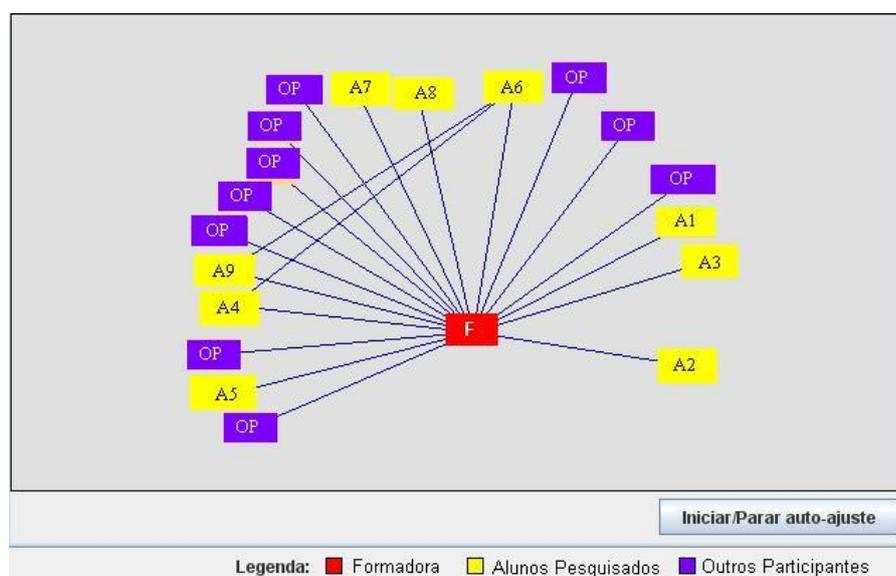


Figura 4.10 – Mapa de interação pelo Correio

Na figura 4.11, é apresentado o número de mensagens trocadas por semana, durante todo período do curso.

Participante	26/01 a 01/02	02/02 a 08/02	09/02 a 15/02	16/02 a 22/02	23/02 a 29/02	01/03 a 07/03	08/03 a 14/03	15/03 a 21/03	22/03 a 28/03	29/03 a 04/04	05/04 a 10/04	Total
OP												0
Formadora			■		■	■	■	■		■	■	21
OP												0
Aluno 4								■				2
OP												0
OP												0
Aluno 2					■							1
OP					■							1
OP												0
Aluno 1												0
Aluno 9						■					■	3
OP								■				2
Aluno 8												0
OP												0
Aluno 6					■			■				2
Aluno 3							■					1
OP												0
OP												0
Aluno 7											■	1
Aluno 5					■							1

**Legenda:**  
■ 1 - 2 mensagens enviadas  
■ 3 - 6 mensagens enviadas  
■ Mais de 6 mensagens enviadas

Figura 4.11 – Número de mensagens trocadas pelo correio por semana

Com as informações apresentadas nas figuras 4.10 e 4.11 fica claro o pouco uso da ferramenta Correio para troca de mensagens.

O aluno 7 também fala sobre as interações e cita o Correio.

*A interação foi por lá mesmo. Ah! Eu acho que é mais fácil fazer todo mundo junto do que pelo computador, tem coisa que você não consegue explicar pela internet, quando você tem que falar alguma coisa, então é melhor reunir (Aluno 7).*

O aluno 7 estava no mesmo grupo do aluno 8 e, pelos dados mostrados na figura 4.10 ele não interagiu usando a ferramenta Correio. Como estudam na mesma escola, provavelmente a discussão aconteceu de forma presencial.

O Correio foi muito utilizado para tirar dúvidas sobre como fazer as atividades. Mesmo com as orientações em flash e no corpo da atividade em questão, os alunos perguntavam o quê precisava ser feito, ou seja, o quê estava “valendo nota”. Outras questões, como problemas com os formatos dos arquivos postados ou problemas técnicos com o acesso aos simuladores e animações também foram esclarecidos com o uso do Correio.

De forma geral, a categoria IA identificou três fatores importantes quanto ao quesito interação:

1) Interação para os alunos é a comunicação feita com o professor, no esclarecimento de dúvidas técnicas ou específicas do conteúdo estudado e na regulação de suas respostas,

fornecendo-lhes novos questionamentos. Isso proporciona a eles a oportunidade de rever suas afirmações e julgar se estão corretos em suas compreensões.

2) A importância da interação com os colegas foi identificada apenas na atividade em grupo. Em outras atividades, como as realizadas no fórum de discussões, a interação aluno-aluno foi muito baixa e não foi citada pelos alunos nas entrevistas.

3) As interações contribuem para a evolução da aprendizagem no CC da Astronomia, quando ela é do tipo professor-aluno. Não foi possível concluir se ela acontece na interação aluno-aluno, pois as situações elaboradas deveriam ter dado maior ênfase às atividades no fórum de discussão.

Na próxima categoria, identifica-se a contribuição das simulações na compreensão dos conceitos de Gravidade e Luz.

### 4.3.3 Categoria UR

A categoria UR apresenta a contribuição dos simuladores, animações e vídeos utilizados no curso de Astronomia. Ao explicar suas compreensões sobre os diferentes fenômenos astronômicos e os conceitos envolvidos, os estudantes tiveram dificuldades em se expressar por meio de definições formais. Entretanto, quando lembravam dos recursos citados, suas funcionalidades os ajudavam a elaborar melhor suas definições.

Os simuladores, animações e vídeos contribuíram auxiliando os alunos a se expressarem e, desta forma, foi possível identificar alguns conceitos-em-ação e teoremas-em-ação. Retomando o que foi discutido a respeito disso, são os invariantes operatórios que fazem a articulação necessária entre a teoria e a prática, pois são os conceitos contidos nos esquemas. Identificar conceitos-em-ação e teoremas-em-ação, possibilita a percepção de elementos que indicam um avanço na compreensão do CC em questão. Pode-se afirmar que tanto os conceitos quanto os teoremas-em-ação constituem a “parte visível” da conceitualização.

Foram utilizados 5 simuladores e 1 animação. Entretanto, foram selecionados 4 recursos utilizados no curso que apresentaram contribuições importantes a este estudo. Os demais não foram analisados pois poucos alunos realizaram as atividades e não produziram dados relevantes. Os simuladores e animações selecionados são: (1) Simulador da Gravidade<sup>27</sup>; (2) Lançamento de projéteis<sup>28</sup>; (3) Sistema solar<sup>29</sup>; (4) Faça sua própria estrela<sup>30</sup>.

<sup>27</sup> <http://objetoseducacionais2.mec.gov.br/>. Acesso em 10 jan 12.

<sup>28</sup> <http://www.if.ufrgs.br/cref/maikida/projetilsatelitec.html>. Acesso em 20 jan 12.

<sup>29</sup> [http://www.fsc.ufsc.br/~tati/web\\_sica/sis-solar/index-sistsolar.html](http://www.fsc.ufsc.br/~tati/web_sica/sis-solar/index-sistsolar.html). Acesso em 20 jan 12.

<sup>30</sup> <http://www.planetseed.com/pt-br/node/20317>. Acesso em 2 fev 12.

A figura 4.12 ilustra, na ordem apresentada, os simuladores e animações utilizados.

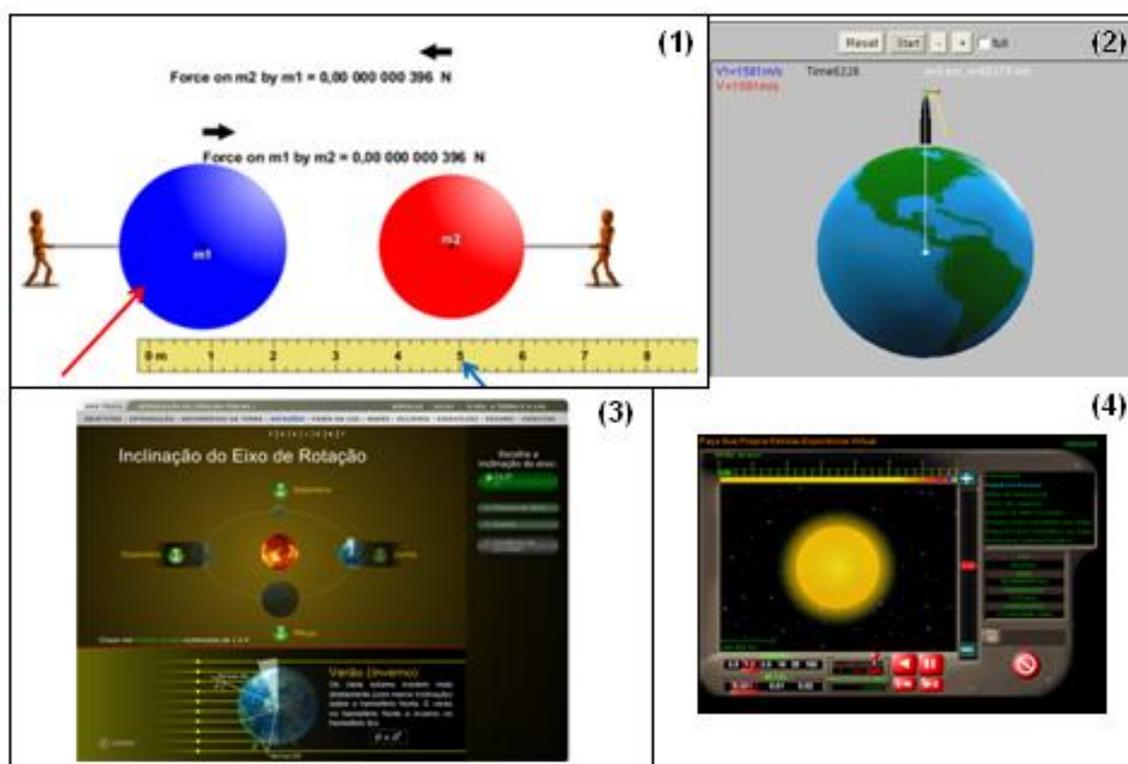


Figura 4.12 – Simuladores e animações

O simulador da gravidade (1) foi utilizado na aula 6, em uma atividade que foi postada logo após um texto sobre o contexto histórico da época de Newton. Os alunos deveriam usar alguns valores sugeridos pela atividade e concluir sobre a proporcionalidade das grandezas envolvidas.

O questionário aplicado aos estudantes antes do curso tinha o objetivo de obter informações sobre as concepções dos alunos acerca dos fenômenos astronômicos em geral, ajudando para a elaboração do curso.

A figura 4.13 mostra a resposta do aluno 1.

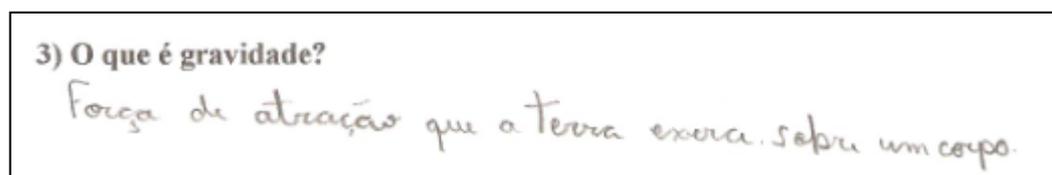


Figura 4.13 - Resposta do aluno 1 (Questionário)

Inicialmente, para o aluno 1, gravidade é uma força e sua relação se dá apenas entre a Terra e os corpos próximos a ela. Os conceitos-em-ação “força” e “atração” são usados corretamente no contexto do teorema-em-ação “gravidade é uma força de atração da Terra sobre um corpo”. Entretanto, este teorema-em-ação, precisa ser aprimorado, pois a palavra

“sobre” indica que é a Terra que exerce força sobre o corpo, não demonstrando a relação mútua entre os corpos.

Na entrevista, o aluno 1 emite o seguinte comentário sobre a gravidade:

*Lembro do simulador da gravidade, se não me engano, tinha duas esferas, podia mudar o tamanho das esferas, a massa e tinha uma régua embaixo pra mudar a distância (...) aumentando a massa do sistema a força gravitacional aumenta. É diretamente proporcional. Se diminuir, aí ela diminui. Se dobrar, também dobra, porque é diretamente proporcional (Aluno 1).*

No trecho são apresentados diversos conceitos-em-ação: massa, distância, sistema de forças, força gravitacional, proporcionalidade.

A atividade realizada com o simulador parece ter ajudado o aluno a se expressar melhor utilizando termos que antes não tinham aparecido na resposta ao questionário. No mesmo trecho da entrevista, o aluno 1 emite uma outra definição para a gravidade.

*É uma força de atração que um corpo exerce sobre outro (Aluno 1)*

Nesta resposta, ele acrescenta a validade da Lei da Gravitação Universal para todos os corpos. A palavra “sobre” neste contexto parece ganhar outro significado, já que ele não elege nenhum “corpo” em especial para ser o detentor da força.

O aluno 2 apresenta comentários parecidos com o do aluno 1, porém com um repertório maior de palavras que sugerem um entendimento mais completo sobre o conceito. O método da interlocução foi bastante proveitoso nesta parte da entrevista, pois levou o aluno 2 a se expressar melhor. A seguir, destaca-se o trecho da entrevista que caracteriza a interlocução.

*A2: Lembro que tinha dois homenzinhos com uma corda, eles puxavam e empurravam as bolinhas. A gente mudava a massa e, quando aumentava, eles faziam mais força, então dizia que a força da gravidade aumentava.*

*P: e sobre a distância?*

*A2: tinha uma régua amarela, a gente podia arrastar as bolas e aí diminuía a força quando afastávamos. Era tipo como se aproximar do fogo, se você está mais perto, sente mais o calor, se está mais longe, sente menos. Tem uma área que você sente a gravidade. Por exemplo, posso falar já do lançamento?*

*P: pode.*

*A2: nele, a gravidade atua numa região, se você lança a bolinha com pouca velocidade, essa região tipo capta a bolinha, não sei falar direito.*

*P: é isso mesmo.*

*A2: aí você tem que aumentar a velocidade dela pra ela escapar.*

*P: então, como você explicaria o que é gravidade?*

A2: *é uma força que é proporcional à massa e inversamente proporcional à distância.*

P: *quando dobramos a distância, o que ocorre com a gravidade?*

A2: *ela cai pela metade.*

P:  *você lembra da fórmula da força da gravidade?*

A2: *(escrevendo) é F igual a... Mm, dividido pela distância.*

P: *não tem mais nada aí?*

A2: *acho que sim, mas não estou lembrando.*

P: *quando você fala de proporcionalidade significa que ela é igual?*

A2: *não necessariamente, significa que ela aumenta na mesma proporção.*

Existem dois pontos importantes neste fragmento. O primeiro exemplifica como o professor intervém de forma regulatória nas proposições do aluno. Quando o aluno 2 define que gravidade é uma força proporcional à massa e inversamente proporcional à distância, a pesquisadora (P) identifica que falta o termo “inversamente proporcional ao quadrado da distância” para que a definição seja mais completa.

O segundo ponto importante no trecho destacado é a ligação feita entre os fenômenos vistos na simulação (1) e na simulação (2) que se refere ao lançador de projéteis. O aluno 2 se refere ao projétil que é lançado com base nas características do simulador. Ele fala em “bolinha sendo lançada”, “aí você ia aumentando a velocidade”, que indicam que ele usou recursos do simulador para explicar o conceito de gravidade.

Houve uma contribuição por parte do simulador de lançamento de projéteis (2) para um aprimoramento do significado de órbita. Na figura 4.14 é apresentada a resposta do aluno 2 ao questionário.

**8) O que significa “um foguete entrar em órbita”?**

Ficar rodando ao redor da terra, em nossa órbita.

Figura 4.14 – Resposta do aluno 2 ao questionário

Em um primeiro momento, o aluno 2 explica o que significa “entrar em órbita” de forma bastante simples, descrevendo somente o movimento resultante da órbita. Com os dados fornecidos na entrevista, nota-se um avanço em suas concepções, entretanto, ainda faltam requisitos importantes em sua afirmação. O aluno 2 não relacionou o movimento dos satélites com a queda livre.

Dos 9 alunos analisados, apenas o aluno 8 emitiu uma explicação sobre o fenômeno do lançamento com maiores detalhes conceituais.

*Eu to tentando associar com o simulador do lançamento de projéteis. Deve ser devido a velocidade dele, aí no caso essa velocidade possibilitou que ele pudesse entrar em órbita e pudesse acompanhar esse planeta. Por exemplo, lá no simulador. Se você colocasse uma velocidade e visse que ela era baixa, você lançava e via que ela ia cair (o projétil), aí à medida que você aumenta a velocidade, ele vai caindo mais longe. Vai ter uma hora que essa velocidade vai fazer ele cair, cair, cair e nunca alcançar o solo. Então não foi porque ele era leve, até porque a massa não interessa muito, só a velocidade. E no caso, se a velocidade, vamos supor, for muito alta, ela sai do campo gravitacional e essa é a velocidade de escape, eu acho (Aluno 8).*

Neste trecho é nítida a associação feita entre o simulador e o fenômeno em si. O aluno 8 fala que “a massa não interessa muito”. O simulador não oferece a possibilidade de alterar o valor da massa. Isso pode ter levado o aluno 8 a desprezar os diferentes valores de massa que poderiam ser lançadas.

No questionário realizado antes do curso, o aluno 8 respondeu que um foguete entrar em órbita significa “que ele acabou de sair da Terra e infiltrar no espaço”, como mostra a figura 4.15.

**8) O que significa “um foguete entrar em órbita”?**  
*que ele acabou de sair da terra e infiltrar no espaço*

Figura 4.15 – Resposta do aluno 8 ao questionário

Uma série de conceitos-em-ação aparecem na resposta emitida na entrevista (após o curso): velocidade, órbita, massa, campo, velocidade de escape. Da mesma forma, teoremas-em-ação são enunciados: “velocidade possibilitou que ele pudesse entrar em órbita e pudesse acompanhar esse planeta”, “se a velocidade, vamos supor, for muito alta, ela sai do campo gravitacional e essa é a velocidade de escape”.

Para Vergnaud (1990) são os esquemas que dão sentido às situações. O sentido é a relação do sujeito com as situações e os significantes. Os invariantes operatórios (conceitos e teoremas-em-ação) são ingredientes essenciais dos esquemas e constituem sua base conceitual implícita ou explícita. Pode-se afirmar que o aluno 8 aumentou seu repertório de esquemas, quando confrontamos os dados vindos do questionário e da entrevista.

A animação sobre sistema solar (3) foi importante para a compreensão de fenômenos astronômicos como as estações do ano, as fases da lua e os eclipses.

Nas figuras 4.16, 4.17 e 4.18 são apresentadas algumas respostas encontradas no questionário.

9) As estações do ano estão relacionadas a algum fenômeno astronômico. Qual?

ao afélio.

Figura 4.16 – Resposta do aluno 4 ao questionário

9) As estações do ano estão relacionadas a algum fenômeno astronômico. Qual?

É o fenômeno que a Terra se aproxima do sol ou aproxima, devido a sua inclinação

Figura 4.17 – Resposta do aluno 6 ao questionário

9) As estações do ano estão relacionadas a algum fenômeno astronômico. Qual?

Sim, a translação há o perélio (momento mais próximo do Sol) e o afélio (mais distante do Sol) constituindo períodos de maior luminosidade e mudanças climáticas que constituem as 4 estações

Figura 4.18 - Resposta do aluno 8 ao questionário

Os alunos 4, 6 e 8 apresentam respostas parecidas, que confirmam a afirmação de Langhi (2007) sobre as concepções alternativas dos alunos sobre a estações. Eles explicam este fenômeno considerando que a Terra tem uma excentricidade que provoca diferenças marcantes na temperatura. O aluno 6 cita a inclinação da Terra como um dos fatores, mas não explica como ela interfere. Da forma como o aluno 6 escreve sugere que a inclinação é causa da aproximação entre Terra e Sol.

Na entrevista, os mesmos alunos (4, 6 e 8) falam sobre as estações.

*O sol ilumina mais um pólo enquanto outro fica escuro, recebe menos luz. A excentricidade da órbita da terra é pequena e é quase um círculo mesmo. Senão, deveria ter as mesmas estações nos dois pólos (Aluno 4).*

*Isso tinha no mesmo simulador da lua. É de acordo com que a terra se aproxima do sol e se afasta, não é? Ou não? É porque ela aproxima e tem época que ela se afasta (Aluno 6).*

*não pode considerar que a estação do ano é causada pela translação, essa questão de afélio, perélio, então isso aí não vai interferir muito. O que vai ser a questão chave vai ser a inclinação do eixo de rotação da terra. Isso vai determinar a incidência dos raios solares naquela região, nesse sentido. Então, o que determina as estações do ano é a inclinação do eixo (Aluno 8).*

O uso da animação foi acompanhado de uma atividade em que os alunos deveriam responder 3 questões e postá-las no portfólio. Verificando o portfólio dos alunos 4, 6 e 8, todos responderam que é a inclinação do eixo da Terra o fator mais importante para a origem de estações no ano. Entretanto, destes três alunos, apenas o aluno 4 responde com segurança na entrevista que o grande fator é a inclinação, embora use a palavra “pólo” para se referir a “hemisfério”. Dos 9 alunos analisados, somente os alunos 4 e 8 modificaram suas opiniões. Os outros 7 continuaram a afirmar que as estações do ano são causadas pela aproximação entre Terra e Sol.

Para os alunos 4 e 8 a animação ajudou aperfeiçoar os invariantes operatórios, pois conseguiram expressar conceitos e teoremas-em-ação mais próximos das explicações aceitas como cientificamente corretas.

Isto não ocorreu para os demais alunos, pois a partir da análise de suas respostas na entrevista, continuam com as mesmas concepções.

Na mesma animação também são explicados os fenômenos das fases da Lua. Neste contexto, é explorado o fenômeno do eclipse. A figura 4.19<sup>31</sup> mostra a animação que apresenta o movimento da Lua ao redor da Terra e, em destaque, a parte iluminada da Lua, caracterizando sua fase.

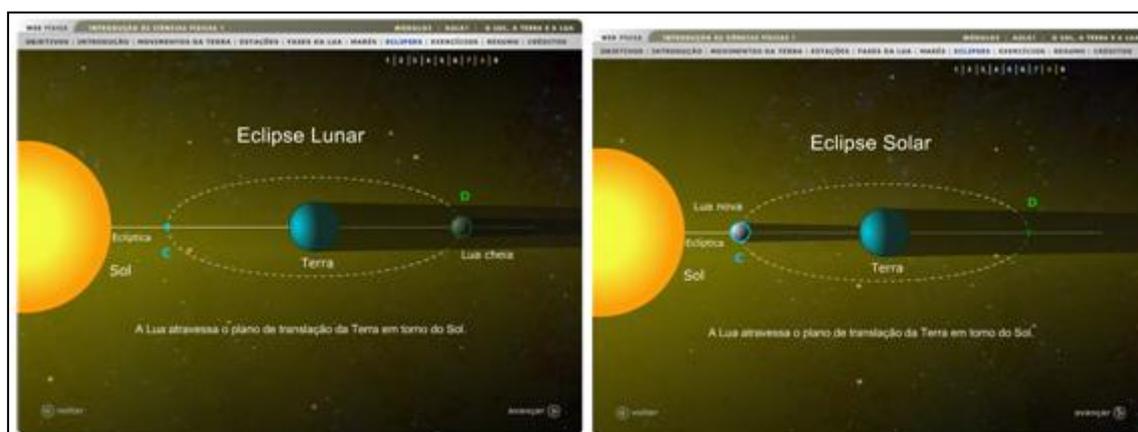


Figura 4.19 – animação sobre os eclipses

Na tabela 4.3 estão os resultados para os 9 estudantes analisados sobre a questão: “em que fase da Lua ocorre o eclipse solar?”.

<sup>31</sup> A figura 4.19 não está em escala.

Tabela 4.3 – Respostas sobre o eclipse solar

	<b>Fase</b>	<b>Cheia</b>	<b>Nova</b>	<b>Minguante</b>	<b>Crescente</b>	<b>Não sabe</b>
<b>Nº de alunos</b>	<b>Questionário</b>	8	0	1	0	0
	<b>Atividade AVA</b>	0	9	0	0	0
	<b>Entrevista</b>	1	7	1	0	0

Nota-se uma mudança considerável do questionário para a entrevista. Embora 2 alunos ainda não reconheçam que o eclipse solar ocorre na fase “nova”, 7 alunos passam a responder corretamente.

Outro fator interessante foi o fato de todos os alunos responderem corretamente na atividade do portfólio. Do ponto de vista da TCC, para os 2 alunos que não responderam corretamente a esta pergunta na entrevista, o número de situações envolvendo estes fenômenos foi insuficiente. Atendendo à ideia de variedade de situações, pode-se afirmar que os CC podem fornecer uma variedade de situações que geram classes de esquemas possíveis de identificação. Isto significa que quanto maior for o número de situações, melhores oportunidades os alunos terão para formarem sua conceitualização. Assim, a situação “Fenômenos Astronômicos” (que é apresentada na tabela 3.1) deveria ser mais ampla dentro do planejamento das atividades a fim de contribuir para ampliação dos invariantes operatórios.

A simulação “Faça sua própria estrela” (4), foi apresentada na categoria RA sob o ponto de vista dos alunos, abordando aspectos da relação destes com os recursos no ambiente. No contexto da categoria UR, o simulador proporcionou contribuições importantes para o entendimento da formação estelar e gerou subsídios para que as atividades que se seguiram pudessem discutir a respeito da produção de luz nas estrelas. Assim, houve uma fase de transição entre os estudos sobre Gravidade e Luz a partir do uso do simulador 4.

O trecho a seguir ilustra as ideias discutidas na atividade. Ao ser perguntado sobre as cores das estrelas presentes no simulador 4, o aluno 4 comentou que

*As estrelas azuis são mais quentes, e são feitas de plasma. Eu lembro do texto, tinha o espectro, mas não me lembro o que era. Não me lembro mesmo dessa parte. Mas acho que o azul tem mais energia e o vermelho menos energia (Aluno 4).*

A fala do aluno 4 revela a ligação entre o simulador e os textos disponibilizados, indicando que foram complementares e o ajudaram a elaborar melhor a ideia sobre a relação das cores e da temperatura. Novamente o fator variedade se torna relevante e frutífero para as situações propostas.

O aluno 4 demonstra domínio e os conceitos-em-ação presentes são “plasma”, “espectro”, “energia”. O teorema-em-ação emitido foi que “existe uma relação direta entre cor e energia”. Falta ao aluno 4 associar cor à frequência para que se aproxime de uma definição física mais formal.

O aluno 8 também expressa uma variedade de conceitos-em-ação que puderam ser expressos a partir de sua explicação, baseando-se no simulador 4.

*(...) então havia determinados elementos ali no caso era uma nebulosa se não me engano. Aí quando elas atingissem uma determinada temperatura haveria a fusão do hidrogênio e aí a temperatura aumentaria muito e levaria à produção de uma estrela. Creio que aí haveria liberação de energia (Aluno 8).*

Os conceitos-em-ação “elementos”, “temperatura”, “fusão”, “energia” estabelecem uma relação correta com o teorema-em-ação “com o aumento da temperatura ocorre a fusão do hidrogênio”.

Os vídeos utilizados podem ser conferidos na tabela 3.1 que apresenta o planejamento do curso. Foram 7 vídeos utilizados no curso e 3 deles foram selecionados para análise com a mesma justificativa para os simuladores e animações.

Existem alguns simuladores que abordam questões relacionadas à Luz. Boa parte deles destina-se ao entendimento da óptica geométrica e, no contexto desta proposta, a preferência foi por realizar as discussões com base na óptica física. Não foram encontradas simulações ou animações que se encaixassem neste contexto, então a última etapa do curso utilizou os 3 vídeos citados anteriormente.

Ao serem questionados sobre a natureza da luz, os alunos 2 e 8 se expressaram da seguinte forma na entrevista:

*Bom, eu sei que a luz pode ser vista como uma onda ou como partícula. Lembro do vídeo do teatrinho que tinha o Einstein e os outros cientistas. Em determinadas situações ela demonstra ser luz, em outras parece que é partícula (Aluno 2).*

*Então, durante os vídeos, as aulas, a que eu achei mais compatível assim comigo, que eu entendi, foi a do Einstein, onde ele disse que tinha hora que ela se comportava ora como onda ora como partícula. Se ela interagisse com a matéria ela seria no caso, uma partícula, se ela tivesse viajando pelo espaço, ela se comportaria como onda. Ele dizia também que a luz era formada por pacotinhos de energia que eram os quantum e as partículas que carregavam esse quantum eram os fótons e... ah o que eu lembro é isso (Aluno 8).*

Os alunos 2 e 8 se referem a um vídeo do Telecurso 2000, no qual os atores representam um teatro narrando os episódios históricos que envolveram as discussões sobre a natureza da luz.

O aluno 8 consegue expressar um número maior de conceitos e teoremas-em-ação que o aluno 2. São eles: “onda”, “partícula”, “interagir”, “matéria”, “espaço”, “pacotinhos de energia”, “quantum”, “fótons”.

Do ponto de vista da TCC, os conceitos não se formam em uma só situação e uma situação pode ser analisada por diversos conceitos, sendo importante a variedade das situações. Os vídeos complementaram os textos disponibilizados e as atividades respondidas pelos alunos em seus portfólios.

A discussão do conteúdo dos vídeos e dos textos foram tratados no fórum de discussões. Desta forma, pode-se afirmar que eles auxiliaram os alunos a aumentar seu repertório de esquemas.

O aluno 9 emite a seguinte resposta:

*A temperatura no núcleo de uma estrela é extremamente alta, favorecendo para grandes reações, como a queima de hidrogênio, a intensidade eh tão grande que emite energia em forma de luz (Aluno 9).*

A explicação do processo precisa ser melhor elaborada, embora os conceitos-em-ação “temperatura”, “reações”, “queima do hidrogênio” e “energia” estejam corretamente empregados no contexto do teorema-em-ação “a alta temperatura proporcionada pela queima do hidrogênio gera luz”.

Todas as observações realizadas sobre esta categoria demonstram que, dentro do contexto das situações de Vergnaud, o uso de recursos como simuladores, animações e vídeos oferecem contribuições por colocarem o aluno em uma situação de ação. Segundo Vergnaud (1990), situação tem um sentido muito mais próximo do de tarefa do que de situação didática, com o significado implícito de que toda situação complexa pode ser analisada como uma combinação de tarefas cuja natureza de dificuldades próprias é importante conhecer. A dificuldade de uma tarefa não é a soma nem o produto das dificuldades das distintas subtarefas, mas é claro que o revés em uma subtarefa tem como conseqüência o fracasso em toda tarefa (VERGNAUD, 1990). Nesta pesquisa, as subtarefas representadas pelo uso dos simuladores, animações e vídeos proporcionaram novas opções para que os estudantes aumentem seu repertório de esquemas de ação.

Foram observadas três contribuições para a compreensão do CC da Astronomia pelos recursos citados, que são apresentados a seguir.

1) Possibilitam o aumento do repertório de esquemas de ação.

2) Favorecem as discussões sobre um conceito, especialmente os simuladores que levam o aluno a experimentar de forma mais direta a influência das diversas grandezas em processos e fenômenos.

3) Constituem em uma forma de representação, pois os alunos conseguem expressar leis e teorias com o auxílio das diferentes linguagens presentes nos recursos. Estas linguagens são, por exemplo, as imagens, os movimentos adquiridos pelos objetos dependendo dos valores inseridos, a dinâmica aplicada ao movimento das animações.

## 5 - CONSIDERAÇÕES FINAIS

A partir das três categorias criadas (RA, IA e UR), procurou-se classificar as diferentes contribuições das TIC para a compreensão do CC da Astronomia, no contexto da EaD.

A análise dos dados obtidos em diferentes momentos da pesquisa proporcionaram uma visão do processo (que não é a única) na qual os alunos puderam adquirir novos conhecimentos e tiveram contato com situações os colocaram em ação.

Ao longo de todo período de pesquisa, diversos questionamentos aconteceram, alguns deles foram explorados com maior profundidade e outros tiveram que ser abandonados por serem muito abrangentes.

A escolha da Astronomia ocorreu por se tratar de um CC que apresenta potencialidades didáticas que se enquadram no que propõe a TCC. Com o auxílio da tecnologia, as situações exploradas nas atividades propostas buscaram fornecer um novo entendimento sobre suas contribuições.

Este trabalho procurou mostrar que as ferramentas de interação disponíveis no AVA e os simuladores utilizados a partir das situações elaboradas constituíram-se em fatores que, utilizados de forma conjunta, contribuíram para a identificação de conceitos e teoremas-em-ação dos estudantes. Essa identificação possibilitou à formadora conduzir o diálogo das aulas de forma que os alunos refletissem sobre suas respostas e sobre a precisão dos termos científicos utilizados por eles, a fim de que reelaborassem respostas mais precisas.

A tabela 5.1 apresenta a síntese dos resultados obtidos a partir das interpretações realizadas com base nas respostas dadas pelos alunos.

Tabela 5.1 – Síntese dos resultados

<b>Categoria</b>	<b>Características</b>	<b>Contribuições</b>
<b>RA</b>	Mostra como os alunos avaliam a utilização de recursos presentes na plataforma TelEduc e suas relações com tais recursos.	<p>1) Os alunos têm preferência por recursos “não estáticos” quando encontram-se em atividades realizadas no computador. Eles fornecem elementos mais objetivos para a situação em desenvolvimento. Não fornecem compreensões profundas sobre determinado conceito ou lei científica, entretanto, estimulam a continuidade na realização das tarefas.</p> <p>2) A ferramenta bate-papo é um recurso do AVA que proporciona a mediação da comunicação entre os participantes. Do ponto de vista da TCC ela é uma ferramenta que favorece momentos de regulação cognitiva dos alunos na atividade a ser desenvolvida.</p> <p>3) O portfólio apresentou contribuições de forma parecida com o bate-</p>

		papo. A diferença está na forma assíncrona de postagens, que oferece ao aluno mais tempo para pensar e elaborar melhor suas respostas.
<b>IA</b>	Retrata as impressões dos alunos quanto às contribuições fornecidas e recebidas por eles no ambiente, com relação direta ao quesito “interação”.	<p>1) Interação para os alunos é a comunicação feita com o professor, no esclarecimento de dúvidas técnicas ou específicas do conteúdo estudado e na regulação de suas respostas, fornecendo-lhes novos questionamentos. Isso proporciona a eles a oportunidade de rever suas afirmações e julgar se estão corretos em suas compreensões.</p> <p>2) A importância da interação com os colegas foi identificada apenas na atividade em grupo. Em outras atividades, como as realizadas no fórum de discussões, a interação aluno-aluno foi muito baixa e não foi citada pelos alunos nas entrevistas.</p> <p>3) As interações contribuem para a evolução da aprendizagem no CC da Astronomia, quando ela é do tipo professor-aluno. Não foi possível concluir se ela acontece na interação aluno-aluno, pois as situações elaboradas deveriam ter dado maior ênfase às atividades no fórum de discussão.</p>
<b>UR</b>	Uso de recursos como simulações, animações e vídeos como suporte à explicação de fenômenos ou processos.	<p>1) Possibilitam o aumento do repertório de esquemas de ação. Especificamente sobre os conceitos Gravidade e Luz, os trechos discutidos no capítulo 4 demonstram que à medida em que entram em contato com diferentes recursos, sejam eles textos, simulações, discussões no fórum, os alunos adquirem novos elementos que poderão ser utilizados por eles para explicar o fenômeno em questão.</p> <p>2) Favorecem as discussões sobre um conceito, especialmente os simuladores que levam o aluno a experimentar de forma mais direta a influência das diversas grandezas em processos e fenômenos.</p> <p>3) Constituem em uma forma de representação, pois os alunos conseguem expressar leis e teorias com o auxílio das diferentes linguagens presentes nos recursos. Estas linguagens são, por exemplo, as imagens, os movimentos adquiridos pelos objetos dependendo dos valores inseridos, a dinâmica aplicada ao movimento das animações.</p>

O CC da Astronomia trouxe alguns elementos interessantes para o planejamento didático de situações. A variedade de ferramentas disponíveis na internet como simulações, animações, vídeos e outros, traz novas opções para os professores conduzirem suas aulas. Alguns autores (KRINER, 2004; LANGHI, 2005; PINTO, 2005; SCARINCI, 2006) apontam que uma das principais dificuldades na compreensão de conceitos astronômicos é o alto grau de abstração e visão espacial que solicitam.

Com a análise feita sobre o uso de recursos, representada pela categoria UR, algumas destas dificuldades de abstração podem ser contornadas. Por consistir em uma forma de representação, os recursos podem contribuir para que o aprendiz veja o fenômeno sendo simulado, ativando novos esquemas que o ajudarão na compreensão de diversos conceitos e fenômenos. Isso não significa que estes recursos são melhores do que os já utilizados tradicionalmente, como as figuras dos livros didáticos, por exemplo, mas oferecem outras opções a serem exploradas.

O papel do professor no contexto da elaboração e da aplicação das situações é fundamental. Com o auxílio das ferramentas do AVA, o professor pode gerenciar as discussões, apresentar elementos que ajudarão o aluno a explorar diversas possibilidades. Como já citado anteriormente, os estudantes do EM estão acostumados ao mundo tecnológico, à rapidez da troca de informações e possuem a curiosidade de “descobrir como funcionam” os recursos presentes na internet. O fato desses recursos estarem presentes em um conjunto de atividades realizadas a distância forneceu importantes indicações das contribuições das TIC neste processo.

Um fator que apareceu com destaque na análise foi a interação. Acostumados ao mundo tecnológico em seu cotidiano, às interações diárias nas redes sociais, mas também com a forma tradicional da escola, a interação aluno-aluno ficou em segundo plano no curso. Ainda prevalece a figura central do professor como o guia das atividades, aquele para o qual as respostas devem ser direcionadas e se espera uma correção e respostas definitivas. Em se tratando de interação, é interessante perceber que o aluno se reconhece interagindo com o computador e com o ambiente, porém não considera que está interagindo com os demais. Ele se imagina solitário em contato com a máquina, principalmente em atividades de características assíncronas.

Neste sentido, as ferramentas do AVA foram importantes para que alguns elementos presentes na TCC pudessem ser desenvolvidos e analisados. A identificação dos conceitos e teoremas-em-ação, feitas a partir do método da interlocução (MI) de Sousa e Fávero (2002), foi muito importante e encontrou recursos que otimizaram as trocas de ideias entre a professora e os alunos. A possibilidade de realizar comentários na ferramenta portfólio e a forma como o diálogo ocorre no bate-papo contribuem para que as discussões sejam registradas e se tenha mais tempo para analisar sua relação com as teorias e avaliar em que nível de aprendizagem o estudante se encontra. Em uma sala de aula presencial, muitas vezes o aluno não dispõe desse tempo para elaborar suas ideias e emitir suas respostas. Há, portanto, uma nova possibilidade para se avaliar.

Em suas verbalizações, os alunos reconhecem a importância das ferramentas do AVA, recursos multimidiáticos e simuladores para a melhor compreensão do tema, porém relatam dificuldades que poderiam ser sanadas através de uma explicação ou atividades de forma presencial. Como são alunos da modalidade presencial e tiveram seu primeiro contato com a EaD, alguns demonstram pouca autonomia e maturidade para o trabalho a distância, mas reconhecem que o problema está em sua forma de agir e não nos formadores ou na plataforma utilizada.

Para o conceito de Gravidade, os resultados apontam que alguns alunos explicitaram os conceitos e teoremas-em-ação que se aproximam dos conceitos e teoremas científicos. Como a análise não foi realizada para cada aluno, a tabela 5.2 apresenta apenas uma percepção dos comentários gerais dos alunos discutidos no capítulo 4.

Na seção 2.1.5.1, que explica a elaboração das situações a partir do conceito de Gravidade, foram citadas 10 proposições (Proposições Preliminares) que, se fossem explicitadas pelos estudantes, indicariam que a aprendizagem ocorreu de forma satisfatória. Somente as proposições que foram alcançadas de forma completa ou aproximada pelos alunos estão na tabela 5.2..

Tabela 5.2 – Conclusões sobre o conceito de Gravidade

<b>Proposições Preliminares (PP)</b>	<b>Alunos que se aproximaram das PP</b>
Para que ocorra a formação de uma estrela, é necessário que haja atração gravitacional;	Aluno 1, Aluno 4, Aluno 8.
A magnitude da força gravitacional tem relação com as massas dos corpos que se atraem;	Aluno 1, Aluno 2, Aluno 3, Aluno 4, Aluno 6, Aluno 8, Aluno 9.
Os foguetes precisam vencer a energia potencial gravitacional para ir ao espaço ou precisam entrar em órbita para lançar satélites e colocá-los em rotação ao redor da Terra;	Aluno 1, Aluno 2, Aluno 3, Aluno 4, Aluno 5, Aluno 6, Aluno 8.
A Relatividade Geral descreve a gravidade como uma deformação no espaço - tempo;	Nenhum aluno.
O modelo padrão que explica a origem do universo e é o modelo mais aceito atualmente, descreve como se	Nenhum aluno.

comportam as forças fundamentais, dentre elas, a gravitacional;	
A Lei da Gravitação Universal nos possibilita atribuir uma força de atração entre o Sol e os planetas;	Aluno 2, Aluno 4, Aluno 8.
As galáxias são formadas por estrelas, que por sua vez se formam por atração gravitacional de nuvens de gás.	Aluno 1, Aluno 2, Aluno 4, Aluno 8.

Um número maior de atividades é necessário para que o entendimento da Gravidade como uma deformação no espaço-tempo ocorra. A maior parte dos estudantes ainda possui uma compreensão simplificada sobre o conceito e o relacionam corretamente à massa e à distância. Essas relações entre conceitos e o *status* da Gravidade como uma Lei ainda estão incompletos.

Para o conceito de Luz, pode-se proceder da mesma forma, retornando ao que foi proposto na seção 2.1.5.2.

Tabela 5.3 – Conclusões sobre o conceito de Luz

<b>Proposições Preliminares (PP)</b>	<b>Alunos que se aproximaram das PP</b>
Como consequência do processo de produção de energia e do plasma, as estrelas são fontes de luz;	Aluno 2, Aluno 4, Aluno 8.
Os fótons e a natureza da luz.	Aluno 8.
Muitos dispositivos ópticos usados em astronomia analisam a luz das estrelas para determinar suas características;	Aluno 4, Aluno 8.
Analisando espectros é possível conhecer as características das estrelas;	Aluno 8.
As estrelas produzem outras radiações além da radiação de onda visível;	Aluno 8.
Existem diferentes telescópios que observam outras faixas de frequência além da luz visível.	Aluno 8.

A tabela 5.3 mostra que apenas o Aluno 8 conseguiu expor em suas falas e nas atividades postadas, conceitos e teoremas-em-ação que se aproximaram das proposições iniciais.

Para o conceito de Luz também é necessário um número maior de atividades. Entretanto, pode-se justificar esta conclusão com o fato de que nas entrevistas, os outros alunos relataram que não realizaram as últimas atividades com a mesma regularidade dispensada nas atividades iniciais.

Durante todas as fases desta pesquisa, questionamentos aconteceram e novas questões foram formuladas. Estas conclusões geraram novos questionamentos.

No capítulo 2, onde é feita a revisão bibliográfica, foram apontadas algumas tendências para a pesquisa sobre CC em periódicos nacionais. Entretanto, é preciso uma análise mais profunda e que contenha um maior número de publicações, contemplando também as teses, dissertações e trabalhos apresentados em eventos para que o panorama de pesquisa sobre a TCC seja melhor apresentado.

Outros trabalhos poderão discutir de forma mais específica a interação aluno-aluno em AVA's. A forma como as situações são elaboradas influenciam diretamente na maneira como ocorrerá esta interação. Como neste trabalho são analisados fatores relacionados à regulação por parte dos professores das proposições dos alunos, não foi possível realizar a análise da outra vertente.

Dentro deste contexto, pode-se estudar também de que forma as ferramentas assíncronas como os fóruns de discussão podem contribuir para que a interação entre os alunos favoreça sua evolução no entendimento de outros CC. Outros CC também podem ser estudados a partir de questões relacionadas às tecnologias, na modalidade EaD ou presencial.

Este tipo de discussão também poderá ser realizada a partir de outras teorias e outros enfoques. Ao se referir a interações do tipo professor-aluno, aluno-aluno e aluno-AVA pode-se fazer referência a outras fundamentações como, por exemplo, a teoria da Transposição Didática de Chevallard, que assim como a TCC também pertence ao domínio da Didática da Matemática.

As TIC oferecem opções para que professores desenvolvam atividades em que se pode interagir utilizando ferramentas com as quais os estudantes possuem grande familiaridade. A partir desta interação, localizam-se erros e acertos; as idas e vindas no entendimento dos conceitos proporcionam reformulações que constituem fatores importantes para a aprendizagem.

As tecnologias são fundamentais para o ensino e para a aprendizagem. O papel dos professores se modifica perante os novos desafios e, por esta razão, se torna cada vez mais importante ao processo. Os caminhos seguidos neste trabalho podem ser algumas das diversas opções que os novos recursos educacionais oferecem.

## REFERÊNCIAS

- ABREU, A. G. F. **Análise psicológica do campo conceitual de campo de forças em física em alunos de ensino médio**. 2006 182f. Dissertação. Universidade Federal De Pernambuco (Psicologia Cognitiva). 2006.
- ANDRADE, M. E. **O uso das novas tecnologias da informação e comunicação no ensino da cinemática: uma abordagem através da modelagem computacional**. 2010. 201f. Profissionalizante. Universidade Federal Do Rio Grande Do Sul (Ensino De Física). Biblioteca Depositária: IF/UFRGS. 2010.
- ANDRÉS Z, M.M; PESA, M.A.; MOREIRA, M.A. El Trabajo de laboratorio em cursos de física desde La teoría de campos conceptuales. **Ciência e Educação**, Bauru, v.12, n.2, p.129 - 142, 2006.
- ARRIASSECQ, I.; GRECA, I. M. Introducción de la teoría de la relatividad especial en el nivel medio/polimodal de enseñanza: identificación de teoremas-en-acto y determinación de objetivos-obstáculo. **Investigações em Ensino de Ciências**, v.12, n.2: 2006.
- BERICAT, E. **La integración de los métodos cuantitativo y cualitativo em la investigación social**. Barcelona: Editorial Ariel, 1988.
- BIZZO, N. O ensino de ciências e a EAD. In **Educação a distância: o estado da arte**. Litto, F.M.; Formiga, M.M.M. (Org.) p.188-195. São Paulo: Pearson Editora, 2009.
- BOLFE, L. E. R. **Conceitualização em rede: uma proposta para o ensino de física térmica em nível médio à luz da teoria dos campos conceituais de vergnaud**. 2009. 152f. Profissionalizante. Centro universitário franciscano - ensino de física e de matemática. Biblioteca Depositária: Centro Universitário Franciscano – UNIFRA, 2009.
- BOLFE, L.E.R; BARLETTE, V.E. Ensino de conceitos de Física Térmica a partir de situações: uma aproximação aos invariantes operatórios de Vergnaud. In: Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências,7, 2009, Florianópolis. **Anais...** Florianópolis, 2009.
- BORRAGINI, E.F. Teoremas-em-ação e conceitos-em-ação na conceitualização da energia. In: Encontro de pesquisa em Ensino de Física, 12, 2010, Águas de Lindóia. **Anais...** Águas de Lindóia, 2010.
- BRAGA, M.M.; TEIXEIRA, R.M.R. Relato de uma experiência didática envolvendo o tratamento do eletromagnetismo no ensino médio com um enfoque conceitual. **Experiências em Ensino de Ciências**, Cuiabá, v.1, n.2, p.30-35, 2006.
- BRANDÃO R. V. **Investigando a aprendizagem do campo conceitual associado à modelagem científica por parte de professores de Física do Ensino Médio**. 01/03/2008. 1v. 204p. Mestrado. Universidade Federal do Rio Grande do Sul - Ensino de Física. Biblioteca Depositária: UFRGS, 2008;
- BRANDÃO R. V.; ARAÚJO, I. S.; VEIT, E. A. A modelagem científica vista como um campo conceitual. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, Florianópolis, v.28, n.3: p.507-545, 2011.
- BRASIL, **Lei nº 9.394**, de 20 de dezembro de 1996. Estabelece as Diretrizes e Bases da Educação Nacional. Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil. Poder Executivo, Brasília, DF, v.134, n.248, p.27833-41, 23 de dezembro de 1996. Seção 1, Lei Darcy Ribeiro.
- BRASIL. Ministério da Educação, Secretaria de Educação Média e Tecnológica. Ensino Médio – **Orientações educacionais complementares aos Parâmetros Curriculares**

**Nacionais.** Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias. Brasília: MEC, SEMTEC, 2002.

BRETONES, P.S. **Disciplinas Introdutórias e Astronomia nos Cursos Superiores do Brasil.** Dissertação de Mestrado, Universidade Estadual de Campinas, 1999.

BUCKINGHAM, D. **Crescer na era das mídias eletrônicas.** São Paulo, SP: Edições Loyola, 2007.

CABRAL, S.S. **Modelos Mentais e Resolução de Problemas de Física.** 2005. 180F. Tese. Universidade Federal Do Rio Grande do Sul. Biblioteca Depositária: IF/UFRGS. 2005.

CANIATO, R. **O Céu.** Campinas – SP: Editora Átomo, 2011.

CARVALHO JUNIOR, G. D. AGUIAR JUNIOR, O.G. A Teoria dos Campos Conceituais como instrumento didático e psicológico. In: Simpósio Nacional de Ensino de Física. 19. 2011, Manaus. **Anais...** Manaus: SBEF, 2011.

CARVALHO JÚNIOR, G. D.; AGUIAR JÚNIOR, Orlando Gomes. Os Campos Conceituais de Vergnaud como ferramenta para o planejamento didático. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, Florianópolis, v.25, p. 207 – 227, ago. 2008.

CARVALHO JÚNIOR, G.D. **Trajetórias de aprendizagem de alunos do ensino médio: produção de significados em um curso introdutório de física térmica.** 2005. 265f. Dissertação (Pós - Graduação em Educação). Faculdade de Educação, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2005. Disponível em <<http://www.bibliotecadigital.ufmg.br/dspace/bitstream/1843/IOMS-6LCHA9/1/1000000574.pdf>> Acesso: 04 jan. 2012.

CARVALHO JÚNIOR, G.D.; Uma abordagem piagetiana para o planejamento do ensino de física em cursos técnicos. **Revista Brasileira de Estudos Pedagógicos**, Brasília, v.91, n. 227, p. 105-121, jan/abr. 2010.

CASATI. **A descoberta das sombras: de Platão a Galileu, a história de um enigma que fascina a humanidade.** São Paulo: Companhia das Letras, 2001.

CASTELLS, M. **A galáxia da internet: reflexões sobre a internet, os negócios e a sociedade.** Rio de Janeiro: Jorge Zahar, 2003.

CASTRO, M.V.; ARAÚJO JR, C.F.; SILVEIRA, I.F. **AstroClass: experiências de uso de um ambiente virtual colaborativo para o ensino de astronomia.** Congresso da SBC, Campo Grande. **Anais...** Campo Grande, 2006.

CUDMANI, L. C.; PESA, M.A. Sobre los significados de los conceptos en ciencias. **Ciência e Educação**, Bauru, v.14, n.3, 2008.

DENZIN, N.K. Triangulation in educational research. In: KEEVES, J. P. (Ed), p 318-322, **Educational research, methodology, and measurement. An international handbook.** Oxford: Pergamon Press, 1988.

ESCUADERO, C.; GONZÁLEZ S. B. Las unidades en problemas de Física para escuela secundaria. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, Florianópolis, v. 26, n. 3: p.460-477, dez 2009.

ESCUADERO, C; J, E. A. Conocimientos-en-acción: un estudio acerca de la integración de las fuerzas y la energía en cuerpo rígido. **Investigações em Ensino de Ciências**, Porto Alegre, v.14, n.1. 2009.

FACCHINELLO, C. S. **Uma alternativa para o ensino de Dinâmica a partir da resolução**

**qualitativa de problemas.** 01/12/2008 1v. 143p. Profissionalizante. Universidade Federal Do Rio Grande Do Sul - Ensino De Física, 2008;

FÁVERO, M. H.; SOUSA, C. M. S. G. Resolução de problemas em Física: revisão de pesquisa, análise psicológica e proposta metodológica. **Investigações em Ensino de Ciências**, v6, n.2, pp. 143-196, 2001.

FÁVERO, M.H. ; **Regulações cognitivas e metacognitivas do professor de primeiro grau: uma questão para a articulação entre psicologia do desenvolvimento e a psicologia da educação matemática.** In: REUNIÃO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE PSICOLOGIA, 30... 2000, Brasília. Resumos de Comunicações Científicas. Brasília, 2000, p.11-12.

FERRACIOLI, L. Aprendizagem, desenvolvimento e conhecimento na obra de Jean Piaget: uma análise do processo de ensino-apredizagem em ciências. **Revista Brasileira de Estudos Pedagógicos**, Brasília, v80, n194,p.15-18, 1999.

GASPAR, A. **Cinquenta anos de ensino de física: muitos equívocos, alguns acertos e a necessidade do resgate do papel do professor.** XV Encontro de físicos do norte e nordeste. Natal. 1997.

GONZÁLEZ S. B; ESCUDERO, C. Las unidades en problemas de Física para escuela secundaria. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, Florianópolis,v. 26, n. 3: p.460-477, dez 2009.

GRECA, I; MOREIRA, M.A . Do saber fazer ao saber dizer: uma análise do papel da resolução de problemas na aprendizagem conceitual de física. **Ensaio: Pesquisa em Educação em Ciências**, v.5, n.1, março de 2003.

GRECA, I; MOREIRA, M.A. Além da detecção de modelos mentais dos estudantes. Uma proposta representacional integradora. **Investigações em Ensino de Ciências**, Porto Alegre, v.7, n.1: 2002.

GRINGS, E. T. O.; CABALLERO, C.; MOREIRA, M. A. Possíveis indicadores de invariantes operatórios apresentados por estudantes em conceitos da termodinâmica. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v.28, n.4, 2006.

IACHEL, G.; LANGHI, R.; SCALVI, R. M. F. Concepções Alternativas de Alunos do Ensino Médio sobre o Fenômeno de Formação das Fases da Lua. **Revista Latino-Americana de Educação em Astronomia**, v. 5, p. 25-37, 2008.

KENSKI, V.M.; **Educação e tecnologias – o novo ritmo da informação.** Campinas, SP: Papirus, 2010.

KREY, I. **Implementação de uma Proposta de Ensino para a disciplina de Estrutura da Matéria Baseada na Teoria dos Campos Conceituais de Vergnaud.** 2009. 296f. Tese. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Biblioteca Depositária: IF-UFRGS, 2009.

KRINER, A. Las fases da lua, como y cuando enseñarlas? **Ciência e Educação**, v.10, n1, p. 11-120, 2004.

LANGHI , R; NARDI, R. Ensino de Astronomia no Brasil: Educação Formal, Informal, Não Formal e Divulgação Científica. **Revista Brasileira de Ensino e Física**, v31, n.4, p2, 2009.

LANGHI, R. Educação em Astronomia e Formação Continuada de Professores: A Interdisciplinaridade Durante um Eclipse Lunar Total. **Revista Latino-Americana de Educação em Astronomia**, v. 7, p. 15-30, 2009.

- LANGHI, R. **Um estudo exploratório para a inserção da Astronomia na formação de professores dos anos iniciais do Ensino Fundamental**. Dissertação (Mestrado em Educação para a Ciência). Faculdade de Ciências, UNESP, Bauru, 2004.
- LANGHI, R.; NARDI, R. Dificuldades interpretadas nos discursos de professores dos anos iniciais do Ensino Fundamental em relação ao ensino de Astronomia. **Revista Latino-Americana de Educação em Astronomia**, RELEA, n. 2, p. 75-92, 2005.
- LANGHI, R.; NARDI, R. Ensino de Astronomia: Erros Conceituais Mais Comuns Presentes em Livros Didáticos de Ciências. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 24, p. 87-111, 2007.
- LAZZARO, D.; BARROSO, M. F. **Introdução às Ciências Físicas**. Rio de Janeiro: Fundação CECIERJ, v.2, 2003.
- LEITE, C. **Formação do Professor de Ciências em Astronomia: uma proposta com enfoque na espacialidade**. 2006. 274f. Tese (Programa de Pós-Graduação em Educação) – Faculdade de Educação da Usp. 2006. Disponível em: [http://www.dme.ufscar.br/btdea/arquivos/td/2006\\_LEITE\\_T\\_USP.pdf](http://www.dme.ufscar.br/btdea/arquivos/td/2006_LEITE_T_USP.pdf)> Acesso em: 30mai 2012.
- LÉVY, P. **As Tecnologias da Inteligência – o futuro do pensamento na era da informática**. Tradução Carlos Irineu da Costa. 2ed. São Paulo: Editora 34, 2010.
- LÉVY, P. **Cibercultura**. Tradução Carlos Irineu da Costa. 2ed. São Paulo: Editora 34, 2000.
- LLANCAQUEO, A., CABALLERO, M.C.; MOREIRA, M.A., El Aprendizaje del Concepto de Campo en Física: una Investigación Exploratoria a Luz de la Teoría de Vergnaud. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v.25, n.4: p.399, 2003.
- LUNELLI, G. B. **Atividades baseadas em Animação e Simulação Computacional no Ensino-aprendizagem de Cinemática em Nível Médio**. 2010. 88f. Profissionalizante. Centro Universitário Franciscano. Biblioteca Depositária: Centro Universitário Franciscano–UNIFRA, 2010.
- MARCUSSO, N, T. EAD e tecnologia no ensino médio. In: **Educação a distância: o estado da arte**. Litto, F.M.; Formiga, M.M.M. (Org.) p.172-177. São Paulo: Pearson Editora, 2009.
- MARTINS, C. A. G. **O uso de simuladores computacionais nos processos de ensino-aprendizagem de eletricidade: um estudo com alunos da terceira série do ensino médio**. 2008. 120f. Profissionalizante. Centro Universitário Franciscano. Biblioteca Depositária: Biblioteca Central da UFPE. 2008.
- MEDEIROS, A.; MEDEIROS, C. F. **Possibilidades e Limitações das Simulações Computacionais no ensino de Física**. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, v. 24, n. 2, p. 77 – 86, 2002. Disponível em: < <http://www.scielo.br/pdf/rbef/v24n2/a02v24n2.pdf>> Acesso em: 23 set. 2011.
- MILL, D. **Educação a distância e trabalho docente virtual: sobre tecnologia, espaços, tempo, coletividade e relações sociais de sexo da idade média**. Tese. 322p. Faculdade de Educação. Universidade Federal de Minas Gerais. Belo Horizonte, 2006.
- MORAES, R. Análise de Conteúdo. **Revista Educação**. Porto Alegre, n37, Março 1999.
- MOREIRA, M .A. **Metodologia de Pesquisa em Ensino**. São Paulo: Editora Livraria da Física, 2011.
- MOREIRA, M. A. A Teoria dos campos conceituais de Vergnaud, o ensino de ciências e a pesquisa nesta área. **Investigações em Ensino de Ciência**, Porto Alegre, v.7, n1, 2002.

- OLIVEIRA, G. R. F. **Investigação do papel das grandezas físicas na construção do conceito de volume.** 2007. 169f. Doutorado. Universidade Federal de Pernambuco. Biblioteca Depositária: Biblioteca Central da UFPE, 2007.
- PANTOJA, G; HERSCOVITZ, V; MOREIRA, M.A. O papel do conhecimento operatório no ensino/aprendizagem de mecânica quântica. Simpósio Nacional de Ensino de Física, 19, Manaus, 2011. **Anais...** Manaus, 2011.
- PERCY, J.R. Astronomy Education: na international perspective. In: IAU Colloquium 162, University College London and Open University. *New Trends in Astronomy Teaching*, 1996. *Proceedings...* Cambridge, UK: Cambridge University Press, 1998. p 2-6.
- PIAGET, J. Development and Learning. **Journal of Research in Science Teaching**. New York, v.2, n.3, p. 176-186, 1964.
- PIAGET, J. **El pensamiento matemático. In: Introduccion a la epistemologia genetica**, v1, Buenos Aires: Paidós, 1975.
- PINTO, M. M. **A utilização de instrumentos musicais e aparatos computacionais como estratégia de promoção da aprendizagem significativa no campo conceitual da física ondulatória na educação de jovens e adultos.** 01/09/2010. 1v. 176p. Profissionalizante. UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA - ENSINO DE CIÊNCIAS. Biblioteca Depositária: BIBLIOTECA CENTRAL DA UNB, 2010.
- PIRES, M.A.; VEIT, E.A. Tecnologias de Informação e Comunicação para ampliar e motivar o aprendizado de física no ensino médio. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v.28, n.2, p.241-248, 2006.
- PLAISANCE, E.; VERGNAUD, G. **As Ciências da Educação**. São Paulo: Edições Loyola, 2003.
- QUADROS, C. G. **Toda física por água abaixo: a construção e utilização de um protótipo de submarino para o ensino de física.** 2010. 182f. Profissionalizante. Universidade Tecnológica Federal do Paraná- Ensino de Ciência e Tecnologia. Biblioteca Depositária: Biblioteca Central da UTFPR-Campus Ponta Grossa, 2010.
- REZENDE JUNIOR, M. F. **O processo de conceitualização em situações diferenciadas na formação inicial de professores de física.** 2006. 276f. Tese. Universidade Federal de Santa Catarina – Educação Científica e Tecnológica. Biblioteca Depositária: UFSC/PPGECT, 2006.
- ROCHA, C.R.; HERSCOVITZ, V.E.; MOREIRA, M.A. **o ensino de mecânica quântica sob uma perspectiva dos referenciais teóricos da aprendizagem significativa e dos campos conceituais.** XVIII SNEF – Vitória – 2009.
- ROSA, M. B. **A construção do conceito de função em atividades integradas entre a matemática e a física.** 2005. 291f. Dissertação. Pontifícia Universidade Católica Do Rio Grande Do Sul - Educação Em Ciências E Matemática. Biblioteca Depositária: Biblioteca Central Irmão José Otão, 2005.
- SCARINCI, A. L.; PACCA, J. L. A. Um Curso de Astronomia e as Pré-concepções dos Alunos. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, São Paulo, v. 28, p. 1-12, 2006.
- SCHROEDER, C. **Um currículo de Física para as primeiras séries do Ensino Fundamental.** 01/12/2004. 1v. 132p. Profissionalizante. UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL - ENSINO DE FÍSICA. Biblioteca Depositária: IF.UFRGS, 2004.
- SILVA, J. A. **A Ênfase no Modelo Ondulatório como Estratégia de Promoção da Evolução Conceitual em Tópicos sobre a Luz em Nível Médio.** 01/02/2009. 1v. 146p.

Profissionalizante. UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA - ENSINO DE CIÊNCIAS. Biblioteca Depositária: BIBLIOTECA CENTRAL DA UNB, 2009.

SILVA, T. Ensino a distância e tecnologias na educação: o estudo de fenômenos astronômicos. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v.26, n.3, p.533-546, dez 2009.

SOBREIRA, P.H.A. **Cosmografia Geográfica: A Astronomia no Ensino de Geografia**. Tese de Doutorado, Universidade de São Paulo, 2006.

SOUSA, C. M. S.G; FÁVERO, M. H. A resolução de problemas em Física: revisão de pesquisa, análise e proposta metodológica. **Investigações em Ensino de Ciências**, v.6, n. 2: 2001.

SOUSA, C. M. S.G; FÁVERO, M. H. Análise de uma situação de resolução de problemas de física em situação de interlocução entre um especialista e um novato, à luz da Teoria dos Campos Conceituais de Vergnaud. **Investigações em Ensino de Ciências**, Porto Alegre, v7, n1, p55 – 75, 2002.

SOUSA, C.M.S.G.; LARA, A.E.; MOREIRA, M.A. A Resolução de problemas em conteúdos de ondas na perspectiva dos campos conceituais: uma tentativa de inferir a construção de modelos mentais e identificar invariantes operatórios. **Revista Brasileira de Pesquisa e Educação em Ciências**, v.4, n.1, p.101-113, 2004.

SOUSA. C. M. S. G. **A Resolução de Problemas e o Ensino de Física: Uma Análise Psicológica**. 01/08/2001. 2v. 222p. Doutorado. UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA – PSICOLOGIA. Biblioteca Depositária: UnB, 2001.

SZAMOSI, G. **Tempo & Espaço: as dimensões gêmeas**. Rio de Janeiro: Jorge Zahar Editora, 1986.

TAPSCOTT, D. **Geração digital**. São Paulo: Makron Books, 1999.

TELLA, S. **An uneasy alliance of media education and multiculturalism with a view to foreign language learning methodology**. University of Helsinki, Department of teacher education: OLE Publications 4, p.41-46, 1997.

THUILLER, P. Espaço e perspectiva no quattroceto. In: **De Arquimedes a Einstein: a face oculta da invenção científica**. Rio de Janeiro: Jorge Zahar Editora, p.57-87, 1994.

VALENTE, J.A. Educação a distância no ensino superior: soluções e flexibilizações. **Interface - comunicação, saúde, educação**, v7, n12, p.139-148, fev 2003.

VANIEL, B.V. ; HECKLER, V.; ARAÚJO, R.R. **Investigando a inserção das TIC e suas ferramentas no ensino de física: estudo de caso de um curso de formação de professores**. In: Simpósio Nacional De Ensino De Física, 19., 2011, Manaus. Anais... Manaus, 2011.

VERGNAUD, G. A Teoria dos Campos Conceituais. In: BRUN, Jean (dir.). **Didáctica das matemáticas**. Trad. Maria José Figueiredo. Lisboa: INSTITUTO PIAGET, p. 155–191,1996.

VERGNAUD, G. En qué sentido La teoría de los campos conceptuales puede ayudarnos para facilitar aprendizaje significativo? **Investigações em Ensino de Ciências**, Porto Alegre, v.12, n.2, p.285-302, 2007.

VERGNAUD, G. La théorie des champs conceptuels. **Récherches em Didactique des Mathématiques**, v.10, n. p.133 – 170, 1990.

WELLS, H.G. **A máquina do Tempo**. Rio de Janeiro: Objetiva, 2010.

ZYLBERSZTAJN, A. A deflexão da luz pela gravidade e o eclipse de 1919. **Caderno Catarinense de Ensino de Física**. Florianópolis, v.6, n. 3, p.224-233, 1989.

## APÊNDICE A – Questionário

Nome: \_\_\_\_\_ Série: \_\_\_\_\_

- 1) Qual é o centro do Universo?
- 2) Dia e noite estão associados a qual movimento?
- 3) O que é gravidade?
- 4) Que tipo de classificação recebe o Sol?
- 5) Qual é a composição do Sol?
- 6) Qual é a distância aproximada da Terra até a estrela mais próxima?
- 7) Qual é o “formato” do Universo?
- 8) O que significa um foguete “entrar em órbita”?
- 9) As estações do ano estão relacionadas a algum fenômeno astronômico? Qual?
- 10) O eclipse solar ocorre quando a Lua se posiciona entre a Terra e o Sol. Em qual fase da Lua isso ocorre?

## APÊNDICE B – Roteiro para Entrevista

### **Roteiro para Entrevista**

#### **Parte 1 - Ambientação**

Questão 1.1 – Como você classifica os recursos utilizados no curso? Você acha que os vídeos explicativos são mais interessantes que os textos em um curso a distância? Comente.

Questão 1.2 – Os simuladores utilizados são fáceis de serem manipulados?

Questão 1.3 – As sessões de bate-papo esclareceram dúvidas ou facilitaram a comunicação entre formadora e alunos? Comente.

Questão 1.4 – Como foi a sua interação com os colegas? Nos trabalhos em grupo houve colaboração? Comente.

Questão 1.5 – Você acha que o layout do AVA contribuiu para a interação entre formadora e alunos? A possibilidade de fazer comentários nos portfólios, debater questões no fórum de discussões são exemplos.

Questão 1.6 – Avalie os textos disponibilizados

#### **Parte 2 – Gravidade**

Questão 2.1 – Você já havia estudado sobre gravidade anteriormente? Em quais disciplinas?

Questão 2.2 – Se sim, ela havia sido apresentada sob a forma da Lei da Gravitação Universal?

Questão 2.3 – O conceito de gravidade sempre existiu? Isto é, ao longo da história da ciência sempre se explicavam os fenômenos utilizando o conceito da gravidade?

Questão 2.4 – Qual a relação da gravidade com a translação da Terra?

Questão 2.5 – O que é gravidade? Tente explicar de todas as formas possíveis em que situações ela pode explicar fenômenos.

Questão 2.6 – No simulador da força da gravidade, foi pedido que você alterasse alguns valores. Quais são esses valores e que relações eles possuem com a gravidade?

Questão 2.7 – Qual a relação entre gravidade e aceleração da gravidade?

Questão 2.8 – Como você explica o movimento dos satélites que entram em órbita ao redor da Terra?

Questão 2.9 – Explique em quais fases da lua ocorrem os eclipses (lunar e solar).

Questão 2.10 – Como você explica a ocorrência das estações do ano?

Questão 2.11 – Como os sistemas de coordenadas (horizontal e equatorial) podem auxiliar a compreensão do movimento aparente das estrelas?

### **Parte 3 – Luz**

Questão 3.1 – Você já havia estudado sobre luz anteriormente? Comente.

Questão 3.2 – Como ocorre a formação de uma estrela?

Questão 3.3 – Qual a composição de uma estrela?

Questão 3.4 – Como o Sol produz luz?

Questão 3.5 – O que é a luz?

Questão 3.6 – Qual é a relação entre luz e temperatura?

Questão 3.7 – Você já deve ter notado que o fogo pode ter diferentes cores. Na chama do fogão ele adquire cor azulada e no fogo de uma lareira, adquire coloração avermelhada. Qual dos dois possui maior temperatura? Explique.

Questão 3.8 – O que é uma onda eletromagnética? Comente sobre suas propriedades.

## APÊNDICE C – Apresentação do curso para a escola



Ministério da Educação  
**UNIVERSIDADE FEDERAL DE ITAJUBÁ**  
Criada pela Lei 10.435 - 24/04/2002

PRPPG – Pró-Reitoria de Pesquisa e Pós-Graduação

### **Curso de Astronomia**

**Apresentação:** Este curso refere-se a uma atividade de pesquisa realizada por uma aluna do curso de Mestrado Profissional em Ensino de Ciências da Universidade Federal de Itajubá. As crianças e adolescentes fazem parte de um mundo onde a informática e o acesso aos meios de comunicação é cada vez mais veloz. É preciso aproveitar essa dinâmica e proporcionar situações de aprendizagem que consigam aproveitar essas potencialidades.

Nessa perspectiva, propõe-se um curso de astronomia utilizando tecnologias da informação e comunicação, como forma de estudar a participação, interação e compreensão dos alunos sobre conceitos de astronomia e de física.

**Nome do Curso:** Astronomia e Astrofísica no Ensino Médio

**Público – Alvo:** alunos do Ensino.

**Tipo de curso:** EaD.

**Ambiente Virtual de Aprendizagem:** TelEduc

**Número de Aulas:** 2 aulas por semana

**Local:** Ambiente Virtual TelEduc e encontros presenciais na sala de informática da escola.

**Objetivos da Pesquisa:**

- Analisar as contribuições das Tecnologias da Informação e Comunicação (TIC) para a aprendizagem de conceitos relacionados à Astronomia;
- Investigar o sujeito - em - ação e como ocorre seu desenvolvimento cognitivo por meio do campo conceitual da Astronomia.

**Objetivos Gerais do curso:**

- Apresentar alguns conceitos de Astronomia e Astrofísica que proporcionem a discussão de conceitos físicos;
- Utilizar os recursos virtuais de forma que eles colaborem para a compreensão dos conceitos;

### Objetivos Específicos:

- Proporcionar ao aluno um ambiente que congregue vários recursos tecnológicos que possibilitem uma dimensão mais dinâmica para seu aprendizado;
- Utilizar a Astronomia como motivação para o aprendizado de conceitos de física;

Aula no AVA	Tema	Data
1	Astronomia Clássica; modelo geocêntrico.	13/02
2	Modelo heliocêntrico; discussão sobre a necessidade do modelo heliocêntrico.	15/02
3	Constelações	20/02
4	Sistemas de coordenadas (local e equatorial).	22/02
5	Sistemas de coordenadas (local e equatorial).	27/02
6	Evidências heliocêntricas de Galileu e a Ideologia da Igreja Católica.	29/02
7	Consolidação do Heliocentrismo - Leis de Kepler	05/03
8	Gravitação Universal	07/03
9	Astrofísica Estelar	12/03
10	Astrofísica Estelar	14/03
11	Luz das Estrelas	19/03
12	Luz das Estrelas	21/03
13	Luz das Estrelas	26/03
14	Astronomia e Tecnologia - Viagens espaciais	28/03
15	Relatividade Geral	02/04
16	Cosmologia	04/04

### Referências

BRASIL. Ministério da Educação, Secretaria de Educação Média e Tecnológica. Ensino Médio – orientações educacionais complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais. Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias. Brasília: MEC, SEMTEC, 2002.

LÉVY, P. **As Tecnologias da Inteligência – O Futuro do Pensamento na Era da Informática**. Tradução Carlos Irineu da Costa. São Paulo: Editora 34, 2010.

OLIVEIRA FILHO, K. S.; SARAIVA, M. F. O. **Astronomia & Astrofísica**, 2ª edição. São Paulo: Livraria da Física, 2003.

SILVA, T. **Ensino a Distância e Tecnologias na Educação: O Estudo de Fenômenos Astronômicos**. Caderno Catarinense de Ensino de Física, vol26, n.3, p.533 – 546, dez. 2009.

## APÊNDICE D – Autorização para entrevista

## AUTORIZAÇÃO

Senhores pais e responsáveis, o CEAP promoveu juntamente com a Universidade Federal de Itajubá - UNIFEI, um curso de Astronomia que foi realizado a distância pelos alunos matriculados no Ensino Médio da escola, como parte da formação dos conteúdos de Física. O objetivo deste curso, além de promover a compreensão de conceitos de astronomia, é coletar dados para pesquisa na área de ensino de física.

Uma das etapas da pesquisa consiste em realizar entrevistas com os alunos a fim de detectar como ocorreu o aprendizado, para que possamos sempre aprimorar as atividades de ensino.

Para tanto, gostaríamos que autorizasse seu filho (a) a participar. Na autorização abaixo, destinamos um espaço para que o senhor (a) indique o local onde prefere que seu filho seja entrevistado (em casa, na escola, etc.). As entrevistas serão gravadas em áudio e o conteúdo será utilizado apenas para fins de pesquisa. O nome dos participantes será mantido em sigilo.

Agradecemos a sua atenção!

## AUTORIZAÇÃO

Eu, \_\_\_\_\_, RG nº \_\_\_\_\_, autorizo meu filho (a) \_\_\_\_\_ a participar de uma entrevista para fins de pesquisa na área de ensino, a ser realizada \_\_\_\_\_.

Paraisópolis, \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ de 2012

\_\_\_\_\_  
Assinatura do pai ou responsável

## APÊNDICE E – Curso de Astronomia em CD

[https://docs.google.com/file/d/0B5nihEg4gY\\_qMmRtNXhqYmszcjg/edit?usp=sharing](https://docs.google.com/file/d/0B5nihEg4gY_qMmRtNXhqYmszcjg/edit?usp=sharing)

